AVRUPA KOMİSYONU

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI

Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol

Metallerin ve Plastiklerin Yüzey İşlemleri

İçin Mevcut En İyi Teknikler Referans Belgesi

Ağustos 2006

AVRUPA KOMİSYONU

Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol

Metallerin ve Plastiklerin Yüzey İşlemleri

İçin Mevcut En İyi Teknikler Referans Belgesi

Ağustos 2006

Bu doküman, 2020 yılında T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Projesi kapsamında Türkçe'ye çevrilmiştir.

Türkçe'ye Çevirenler:

Dr. İsmail Atılgan

Dr. Sakine Uğurlu Karaağaç

Dr. Enes Özkök

Bu belge, aşağıda listelenen belgeler dizisinden birisidir (işbu yazım sırasında tüm belgeler hazırlanmamıştır):

Mevcut En İyi Teknikler için Referans Belgeleri	Kod
Büyük Yakma Tesisleri	LCP
Madeni Yağ ve Gaz Rafinerileri	REF
Demir ve Çelik Üretimi	I & S
Demirli Metal İşleme Sanayi	FMP
Demir Dışı Metal Endüstrileri	NFM
Demirhaneler ve Dökümhaneler	SF
Metallerin ve Plastiklerin Yüzey İşlemleri	STM
Çimento ve Kireç İmalat Sanayi	CL
Cam İmalat Sanayi	GLS
Seramik İmalat Sanayi	CER
Büyük Hacimli Organik Kimya Sektörü	LVOC
Organik İnce Kimyasalların Üretimi	OFC
Polimer Üretimi	POL
Klor- Alkali İmalat Sanayi	CAK
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar- Amonyak, Asit ve Gübre Endüstrileri	LVIC-AAF
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar- Katı ve Diğerleri	LVIC-S
Özel İnorganik Kimyasalların Üretimi	SIC
Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma / Yönetim Sistemleri	CWW
Atık Arıtma Endüstrileri	WT
Atık Yakma	WI
Madencilik Faaliyetlerinde Kuyruk ve Atık Kaya Yönetimi	MTMU
Selüloz ve Kâğıt Endüstrisi	PP
Tekstil Endüstrisi	TXT
Derilerin ve Derilerin Bronzlaşma	TAN
Kesimhaneler ve Hayvanlar Yan Ürünleri Endüstrileri	SA
Yiyecek, İçecek ve Süt Endüstrileri	FDM
Kümes Hayvanları ve Domuzların Yoğun Yetiştirilmesi	ILF
Organik Çözücüler Kullanarak Yüzey İşlem	STS
Endüstriyel Soğutma Sistemleri	CV
Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar	ESB
Referans Dokümanı	
Genel İzleme İlkeleri	MON
Ekonomi ve Çapraz Ortam Etkileri	ECM
Enerji Verimliliği Teknikleri	DKD

Taslak ve kesinleşmiş belgelerin elektronik versiyonları halka açıktır ve şu adresten indirilebilir: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu

İDARİ ÖZET

"Metallerin ve Plastiklerin (STM) Yüzey İşlemi" başlıklı MET (Mevcut En İyi Teknikler) Referans Belgesi (BREF), 96/61 / EC sayılı Konsey Direktifinin (IPPC Direktifi) 16 (2) Maddesi uyarınca yürütülen bir bilgi alışverişini yansıtır. Bu yönetici özeti, temel bulgular, temel MET sonuçlarının ve ilgili tüketim ve emisyon düzeylerinin bir özetini açıklamaktadır. Nasıl kullanılacağı ve yasal şartlar bu belgenin hedeflerini açıklayan önsöz ile okunmalıdır. Bağımsız bir belge olarak okunabilir ve anlaşılabilir, ancak özet olarak, bu tam belgenin tüm karmaşıklıklarını sunmaz. Bu nedenle, bu tam dokümanın MET karar almada bir araç olarak kullanılması amaçlanmamıştır.

Bu belgenin kapsamı

Bu dokümanın kapsamı 96/61 / EC sayılı IPPC Direktifinin Ek 1'inci Kısım 2.6'ya dayanmaktadır: "Muamele teknelerinin hacminin 30 m^3'ü aştığı bir elektrolitik veya kimyasal işlem kullanılarak metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri için tesisler". Belirli bir kurulumun bir IPPC izni gerektirip gerektirmediğine karar verirken, uygulama teknelerinin hacminin 30 m3'ü aştığı durumlarda yorumlanması önemlidir. Direktifin Ek I'ine giriş yapılması çok önemlidir: Bir operatör aynı kurulumda veya aynı sitede aynı alt pozisyona giren çeşitli faaliyetleri gerçekleştirdiğinde, bu faaliyetlerin kapasiteleri birlikte eklenir. Birçok tesis, küçük ve büyük üretim hatlarının bir karışımını ve birleşik elektrolitik ve kimyasal proseslerin yanı sıra ilgili faaliyetlerin bir karışımını işletir. Bu, kapsam içerisindeki tüm süreçlerin, üzerinde çalıştıkları ölçeğe bakılmaksızın, bilgi alışverişinde dikkate alındığı anlamına gelir.

Pratik anlamda, şu anda kullanılan elektrolitik ve kimyasal süreçler su bazlıdır. Doğrudan ilişkili faaliyetler de açıklanmaktadır. Belge aşağıdakilerle ilgilenmiyor:

- Sertleştirme (hidrojen ayrışması hariç)
- Metallerin buharla biriktirilmesi gibi diğer fiziksel yüzey işlemleri
- Sıcak daldırma galvanizleme ve demir ve çeliklerin toplu olarak temizlenmesi: bunlar demir metal işleme endüstrisi için BREF'de tartışılmaktadır.
- Çözücü madde kullanarak yüzey işlemi için BREF'yi ele alan yüzey işlem süreçleri, çözücü yağ giderme işlemi bu belgede bir yağ giderme seçeneği olarak belirtilmesine rağmen
- STS BREF'de de tartışılan elektro-boyama (elektroforetik boyama).

Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemesi (STM)

Metaller ve plastikler yüzey özelliklerini değiştirmek için işlenir: dekorasyon ve yansıtıcılık, iyileştirilmiş sertlik ve aşınma direnci, korozyon önleme ve baskı için boyama veya ışığa duyarlı kaplamalar gibi diğer tedavilerin yapışmasını geliştirmek için bir temel olarak. Ucuz olarak temin edilebilen ve kolayca kalıplanan veya şekillendirilen plastikler, yüzeylere metallerin özellikleri verilebildiği gibi, yalıtım ve esneklik gibi kendi özelliklerini korurlar. Baskılı devre kartları (PCB'ler), karmaşık elektronik devrelerin plastik yüzeyinde metaller kullanılarak üretildiği özel bir durumdur.

STM, diğer sektörlerin geniş bir yelpazesine hizmet sunduğu için kendi içinde ayrı bir dikey sektör oluşturmaz. PCB'ler ürünler olarak kabul edilebilir, ancak yaygın olarak imalatta, örneğin bilgisayarlarda, cep telefonlarında, beyaz eşyalarda, taşıtlarda vb. kullanılırlar.
Pazar yapısı yaklaşık: otomotiv %22, inşaat %9, yiyecek ve içecek kapları %8, elektrik endüstrisi %7, elektronik %7, çelik yarı (diğer meclisler için bileşenler) %7, endüstriyel ekipman %5, havacılık %5, diğerleri %30. İşleme tabi tutulan bileşenlerin yelpazesi, vidalar, somunlar ve cıvatalar, mücevherler ve gözlük çerçeveleri, otomotiv ve diğer endüstriler için bileşenler, 32 tona kadar çelik rulolar ve otomotiv gövdeleri, yiyecek ve içecek kapları vb. parçaların veya alt tabakaların boyutları, boyutları, şekli ve bitiş özelliklerine göre değişir: tek veya az sayıda iş parçası için jig (veya raflar) ve düşük kaliteli ve sürekli alt tabakalara sahip birçok iş parçası için (variller) variller (variller) büyük çelik bobinler) sürekli olarak işlenir. PCB'ler özellikle karmaşık üretim dizilerine sahiptir. Tüm faaliyetler jig teçhizatı kullanılarak gerçekleştirilir, bu nedenle faaliyetler, varil, bobin ve PBC işleme için spesifik konuları açıklayan destek bölümleri ile jig tesisleri için açıklanır ve tartışılır.

Üretim için genel rakamlar olmasa da 2.000 yılında büyük ölçekli çelik rulo üretimi yaklaşık 10,5

milyon ton ve yaklaşık 640.000 ton mimari bileşen eloksallaştırıldı. Endüstri büyüklüğünün ve öneminin bir başka ölçüsü, her bir aracın, gövde panelleri de dahil olmak üzere, 4.000'den fazla yüzey işlemden geçirilmiş bileşeni içerdiği ve bir Airbus uçağının iki milyonun üzerinde olduğunu içermesidir.

AB-15'te yaklaşık 18.000 kurulum (IPPC ve IPPC olmayan) bulunmaktadır, ancak mühendislik üretiminin büyük ölçüde Asya'ya kayması son yıllarda sektörün %30'undan daha az bir oranda azalmıştır. Geri kalanlar genellikle bir KOBİ olan başka bir tesisatta yüzey işleme sağlarken, % 55'ten fazlası uzman alt yüklenicilerdir ("iş yeri"). Büyük ölçekli şirketlerin büyük çoğunluğu KOBİ'ler olmakla birlikte, genellikle 10 ile 80 arasında çalışanı olmakla birlikte, birkaç büyük tesis büyük şirketlere aittir. Proses hatları normalde modülerdir ve bir dizi tanktan monte edilir. Ancak, büyük kurulumlar tipik olarak uzman ve sermaye yoğun.

Önemli çevre sorunları

STM endüstrisi, otomotiv organları ve inşaat malzemeleri gibi metallerin ömrünü uzatmada önemli bir rol oynar. Aynı zamanda, güvenliği artıran veya diğer hammaddelerin tüketimini azaltan ekipmanlarda da kullanılır (örn. Havacılık ve otomotiv frenleme ve süspansiyon sistemlerinin kaplanması, yakıt tüketimini azaltmak için otomotiv motorları için hassas yakıt enjektörleri, gıdaların muhafaza edilmesi için teneke kutular için kaplama malzemeleri vb.). Başlıca çevresel etkiler enerji ve su tüketimi, hammadde tüketimi, yüzey ve yeraltı suları emisyonları, katı ve sıvı atıklar ve faaliyetlerin durdurulmasına ilişkin saha koşulları ile ilgilidir.

Bu belgenin kapsadığı süreçler ağırlıklı olarak su bazlı olduğundan, su tüketimi ve yönetimi de merkezi temalardır, çünkü ham maddelerin kullanımını ve çevreye zararlarını da etkiler. Hem proses içi hem de boru sonu teknikleri, atık suların miktarını ve kalitesini ve üretilen katı ve sıvı atıkların türünü ve miktarını etkiler. Sektörde uygulama ve altyapı gelişmesine rağmen, bir takım çevresel kazalardan ve plansız salınım riskinden hala sorumludur ve etkileri yüksek görülmektedir.

Elektrik, elektrokimyasal reaksiyonlarda tüketilmekte ve tesis ekipmanı işletilmektedir. Diğer yakıtlar ağırlıklı olarak ısıtma tekneleri ve çalışma alanı ısıtmak ve kurutmak için kullanılır.

Su ile ilgili kayda değer temel emisyonlar, çözünebilir tuzlar olarak kullanılan metallerdir. İşleme bağlı olarak, emisyonlar (azalan şekilde olsa da) siyanürlerin yanı sıra düşük biyo- bozunabilirliğe ve birikimli etkilere sahip olabilen sürfaktanları içerebilir. NPE ve PFOS. Siyanürlerin hipoklorit ile akıcı olarak işlenmesi AOX üretimine neden olabilir. Kompleksleştirici maddeler (siyanürler ve EDTA dahil), atık su arıtımında metallerin uzaklaştırılmasına müdahale edebilir veya su ortamında metalleri hareketsiz kılabilir. Diğer iyonlar, ör. Klorürler, sülfatlar, fosfatlar, nitratlar ve bor içeren anyonlar yerel düzeyde önemli olabilir.

STM endüstrisi havaya yayılan önemli bir emisyon kaynağı değildir, fakat lokal olarak önemli olabilecek bazı emisyonlar NOx, HCI, HF ve asitleme işlemlerinden asit partikülleri, Hekzavalent krom kaplamadan çıkan Hekzavalent krom buharı ve PCB'de bakır aşındırmadan amonyaktır. Üretim ve elektroliz kaplama. Aşındırıcılar ve aşındırılmış substratın bir kombinasyonu olarak toz, bileşenlerin mekanik olarak hazırlanmasıyla üretilir. Bazı yağ giderme işlemlerinde çözücüler kullanılır.

Uygulamalı süreçler ve teknikler

Sadece birkaç basit aktivite, bazı ön-muameleyi (örneğin yağ giderme), ardından en az bir çekirdek aktivitesi (örneğin elektro kaplama, anotlama ya da kimyasal işlem) ve son olarak kurutmayı gerektirir. Tüm süreçler raflar veya jigler üzerinde asılı bileşenler için geliştirilmiştir; Bazı variller ayrıca dönen varillerdeki bileşenler üzerinde gerçekleştirilmekte ve birkaçı makaralar veya büyük alt tabakalar üzerinde gerçekleştirilmektedir. PCB'ler, 60'ın

üzerinde işlemden oluşan karmaşık imalat dizilerine sahiptir. Varil, bobin ve PCB faaliyetleri için ek bilgi verilmiştir.

Tüketim ve emisyonlar

En iyi veriler, tedavi edilen yüzey (m2) bazında üretim verimi ile ilgilidir, ancak bu temelde çok az şey mevcuttur. Çoğu veri belirli tesisler için emisyon konsantrasyonları veya sektörler veya bölgeler / ülkeler için aralıklar içindir. Bazı soğutma sistemlerinden ayrı olarak, suyun başlıca kullanımı durulamadadır. Isıtma süreçleri ve kurutma için enerji (fosil yakıt ve elektrik) kullanılır. Elektrik aynı zamanda bazı durumlarda soğutma, elektrokimyasal prosesler, pompalar ve proses ekipmanları, yardımcı kazan ısıtma, çalışma alanı ısıtma ve aydınlatması için kullanılır. Hammaddeler için, metallerin kullanımı önemlidir (küresel olarak olmasa da Avrupa'da pazarlanan nikelin sadece% 4'ü yüzey işlemlerinde kullanılır). Asit ve alkaliler de toplu miktarlarda kullanılırken, yüzey aktif maddeler gibi diğer malzemeler genellikle özel karışımlarda sağlanır.

Emisyonlar öncelikle suya dayanır ve yılda yaklaşık 300000 ton tehlikeli atık üretilir (tesisat başına ortalama 16 ton), temel olarak atık su arıtımından veya harcanan süreç çözümlerinden gelen çamur olarak. Gürültü dahil, yerel öneme sahip havaya yönelik bazı emisyonlar vardır.

MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

Bu sektörde IPPC'nin uygulanması için önemli konular şunlardır: etkin yönetim sistemleri (çevresel kazaların önlenmesi ve sonuçlarının en aza indirilmesi, özellikle topraklar, yeraltı suyu ve alan boşaltımı için), verimli hammadde, enerji ve su kullanımı, ikame daha az zararlı maddeler, ayrıca atıkların ve atık suların en aza indirilmesi, geri kazanımı ve geri dönüştürülmesi.

Yukarıdaki konular çeşitli süreç bütünleşmiş ve boru sonu teknikleri ile ele alınmaktadır. Kirlilik önleme ve kontrolüne yönelik 200'den fazla teknik, bu belgede aşağıdaki 18 tematik başlık altında sunulmuştur:

1. Çevresel yönetim araçları: Çevresel yönetim sistemleri, genel olarak endüstriyel faaliyetlerin çevresel etkilerini en aza indirgemek için, STM için özellikle hizmet dışı bırakma da dahil olmak üzere bazı önemli önlemlerle birlikte gereklidir. Diğer araçlar, çevresel etkilerin azaltılması, tüketimlerin karşılaştırılması, proses hatlarının optimizasyonu (yazılımla en kolay şekilde elde edilen) ve süreç kontrolünü azaltmak için yeniden çalışmaların en aza indirilmesini içerir.

2. Kurulum tasarımı, inşaatı ve işletimi: Planlanmamış salımları önlemek ve kontrol etmek için bir dizi genel önlem uygulanabilir ve bunlar toprak ve yeraltı suyunun kirlenmesini önler.

3. Genel operasyonel konular: Tedavi edilecek malzemelerin korunmasına yönelik teknikler, gerekli işleme miktarını ve bunun sonucunda ortaya çıkan tüketim ve emisyonları azaltır. İş parçasının proses sıvısına doğru olarak sunulması, kimyasalların proses çözeltilerinden uzaklaştırılmasını azaltır ve çözeltilerin çalkalanması, yüzeyde tutarlı bir çözelti konsantrasyonu sağlamanın yanı sıra, eloksalda alüminyum yüzeyinden ısıyı giderir.

4. Yardımcı girdiler ve bunların yönetimi: Elektrik tüketimini optimize etmek ve soğutmada kullanılan enerji ve / veya su miktarını optimize etmek için teknikler vardır. Diğer yakıtlar öncelikle doğrudan veya dolaylı sistemler kullanarak ısıtma çözümleri için kullanılır ve ısı kayıpları kontrol edilebilir.

5. ve 6. Sürtünme azaltma ve kontrol: Durulama teknikleri ve sürükleme geri kazanımı: Sektördeki temel kirlenme kaynağı, iş parçalarının proses solüsyonlarından ve durulama sularına sürüklenen hammaddelerdir. Hammaddelerin ve su tüketiminin azaltılmasının yanı sıra, su kaynaklı emisyonların ve atık miktarlarının azaltılmasında, işlemlerde malzemelerin tutulmasının yanı sıra, sürtünmenin geri kazanılması için durulama tekniklerinin kullanılması da çok önemlidir.

7. Hammadde kullanımını optimize etmenin diğer yolları: Sürüklenme sorunu (yukarıda) yanı sıra, zayıf proses kontrolü, malzeme tüketimini ve atık sulara olan kayıpları arttıran aşırı doza yol açabilir.

8. Elektrot teknikleri: Bazı elektrolitik proseslerde, metal anot birikimden daha yüksek bir verimlilikte çalışır, metal birikmesine ve artan kayıplara yol açar, bu da atık ve kalite problemlerini artırır.

9. İkame: IPPC Direktifi, daha az tehlikeli maddelerin kullanılmasını gerektirir. Kimyasallar ve işlemler için çeşitli ikame seçenekleri tartışılmaktadır.

10. Proses çözeltisi bakımı: Kirletici maddeler, içeri sürüklenerek veya hammaddelerin parçalanmasıyla çözelti içinde birikebilir. Teknikler, bitmiş ürün kalitesini iyileştirecek ve yeniden işlenmeyi azaltacak, aynı zamanda hammaddeleri de koruyacak bu kirletici maddeleri ortadan kaldırmak için tartışılır.

11. Metallerin geri kazanımını işleme: Bu teknikler genellikle metalleri geri kazanmak için dışarı sürüklenen kontrollerle birlikte kullanılır.

12: Tedavi sonrası aktiviteler: Hiçbir veri sağlanmamış olmasına rağmen, bunlar kurutma ve de-kırılganlığı içerir.

13: Sürekli bobin- büyük ölçekli çelik bobin: Bunlar, çelik bobinlerin büyük çapta işlemine uygulanan ve uygulanabilir olan diğer bölümlerdeki tekniklere ek olarak spesifik tekniklerdir. Diğer bobin veya makaradan makaraya da uygulanabilirler.

14: Baskılı devre kartları: Bu teknikler, PCB üretimi için geçerlidir, ancak tekniklerin genel tartışması PCB üretimi için geçerlidir.

15: Hava emisyon azaltımı: Bazı faaliyetler, yerel çevre kalite standartlarını karşılamak için kontrol gerektiren hava emisyonlarına sahiptir. İşlem içi teknikler, ekstraksiyon ve tedavi ile tartışılmaktadır.

16: Atık su emisyon azaltımı: Atık su ve hammadde kaybı azaltılabilir, ancak çok nadiren deşarj olur. Ek atık su arıtma teknikleri, metal katyonlar, anyonlar, yağlar ve gres ve kompleksleştirici maddeler dahil olmak üzere mevcut kimyasal türlere bağlı olacaktır.

17: Atık yönetimi: Atıkların en aza indirilmesi, dışarı sürükleme kontrolü ve çözüm bakım teknikleri ile ele alınmaktadır. Ana atık buharları atık su arıtımından, harcanan çözeltilerden ve proses bakımından kaynaklanan atıklardan kaynaklanan çamurlardır. Dahili teknikler üçüncü taraf geri dönüşüm tekniklerinin kullanılmasına yardımcı olabilir (bunlar bu belgenin kapsamı dışında olsa da).

18: Gürültü yönetimi: İyi uygulama ve / veya mühendislik teknikleri gürültü etkilerini azaltabilir.

Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri için MET

MET bölümü (Bölüm 5) genel anlamda MET olarak kabul edilen bu teknikleri, Bölüm 4'teki bilgilere dayanarak, mevcut en iyi tekniklerin Madde 2 (11) tanımını ve Ek'te listelenen hususları dikkate alarak tanımlar. Direktifin IV. MET bölümü emisyon sınır değerlerini belirlemez veya önermez, ancak MET seçiminin kullanımıyla ilişkili tüketim ve emisyon değerlerini önerir.

Aşağıdaki paragraflar, en ilgili çevresel konulara ilişkin MET önerilerini özetlemektedir. Endüstri, büyüklükte ve faaliyet yelpazesinde karmaşık olsa da aynı genel MET, herkese uygulanır ve belirli süreçler için geçerli olan diğer MET'ler verilir. MET elemanlarının belirli kurulum tipine uyarlanması gerekecektir.

Genel MET

Çevresel ve diğer yönetim sistemlerini uygulamak ve uygulamak MET'tir. Bunlar, kıyaslama tüketimlerini ve emisyonları (iç ve dış verilere karşı zamanla), süreçleri optimize etmeyi ve yeniden çalışmayı en aza indirmeyi içerir. MET, özellikle toprak ve yeraltı sularını korumak, bu belgede tarif edilen tekniklerle ve proses kimyasallarını saklamak ve kullanmak için depolamadan kaynaklanan emisyonlar hakkındaki MET referans belgesinde, bir tesisi tasarlamak, kurmak ve işletmek için basit risk yönetimini kullanmaktır. İşlenmemiş içerikler. Bu MET yardım sahası, plansız emisyonları çevreye indirgeyerek, öncelikli ve tehlikeli kimyasalların kullanım tarihini kaydederek ve olası kirlenme ile derhal uğraşarak hizmet dışı bırakmaktadır.

MET, tedarik sistemindeki elektrik kayıplarını en aza indirmek ve ısıtılmış süreçlerden kaynaklanan ısı kayıplarını azaltmaktır. Soğutma için, buharlaşma ve / veya kapalı devre sistemleri kullanarak su kullanımını en aza indirmek ve lejyonella oluşumunu ve iletimini önlemek için sistemleri tasarlamak ve işletmek MET'tir.

Hammaddelerin proses teknelerinde tutulmasıyla malzeme kayıplarının en aza indirilmesi ve aynı zamanda durulama aşamalarının yanı sıra proses çözümlerinin sürüklenmesi ve sürüklenmesini kontrol ederek su kullanımını en aza indirgemektir. Bu işlem, hızlı drenaj sağlamak, proses solüsyonlarının aşırı dozlanmasını önlemek ve ek olarak durulama akışları ile durulama akışları ile çoklu durulama, özellikle de durulama suyunun proses kazanına geri dönüşü ile birden fazla durulama sağlamak için hızlı bir şekilde çalıştırılması ve eriştirilmesiyle elde edilebilir. Bu teknikler, durulama aşamalarından materyalleri kurtarmak için teknikler kullanılarak geliştirilebilir. Bu tekniklerin bir kombinasyonu kullanılarak su kullanımı için referans değer 3- 20 litre/m^2 substrat yüzey/durulama aşamasıdır ve bu teknikler için sınırlayıcı faktörler açıklanmaktadır. Bu tutma ve geri kazanım teknikleri ile ilişkili bazı malzeme verimliliği değerleri, bir kurulum örneği için verilmiştir.

Bazı durumlarda, bir hattaki belirli bir işlem için durulama akışı malzeme döngüsü kapatılıncaya kadar azaltılabilir: bu, değerli metaller, altı değerli krom ve kadmiyum için MET'tir. Bu, tüm süreç hattına veya tesisatına uygulanan "sıfır deşarj" değildir: bu, belirli durumlarda elde edilebilir, ancak genellikle MET değildir.

Geri dönüşüm ve geri kazanımına yardımcı olacak diğer MET teknikleri, ayırma ve işleme için potansiyel atık akımlarını tanımlamak, alüminyum hidroksit süspansiyonu gibi malzemeleri yeniden kullanmak ve harici olarak belirli asitleri ve metalleri geri kazanmaktır.

MET, atık su akış türlerinin önlenmesini, ayrılmasını, dahili geri dönüşümü en üst düzeye çıkarmayı (kullanım şartlarına göre tedavi ederek) ve her bir son akış için yeterli muameleyi uygulamayı içermektedir. Bu, kimyasal arıtma, yağ ayırma, çökeltme ve / veya filtrasyon gibi teknikleri içerir. Yeni tipler veya yeni proses kimyasalları kaynakları kullanmadan önce, atık su arıtma sistemi üzerindeki olası etkileri test etmek ve olası problemleri çözmek MET'tir.

Her biri birkaç MET kullanarak yüzey işleyen tesislerin bir örneği için aşağıdaki değerler elde edilmiştir. Bölüm 3 ve 4'teki yorumların yardımıyla ve referans belgenin genel izleme ilkelerine ilişkin rehberliği ile yorumlanmalıdırlar:

Bir dizi MET kullanan bazı tesisler ile ilişkili emisyon seviyeleri*				
	Jig, varil, küçük ölçekli bobin ve büyük çaplı çelik bobin dışındaki diğer işlemler		Büyük ölçekli çelik bobin kaplama	
Tüm değerler mg/l cinsindendir	Kamu kanalizasyonuna (PS) veya yüzey sularına (SW) deşarjlar	Ek determinantlar sadece yüzey suyu (SW) deşarjları için geçerlidir.	Kalay veya ECCS	Zn veya Zn-Ni
Ag	0,1 – 0,5			
Al		1 – 10		
Cd	0,10 – 0,2			
CN'siz	0,01 – 0,2			
Cr^{VI}	0,1 – 0,2		0,001 – 0,2	
Cr toplam	0,1 – 2,0		0,03 – 1,0	
Cu	0,2 – 2,0			
F		10 – 20		
Fe		0,1 – 5	2 – 10	
Ni	0,2 – 2,0			
Fosfat as P		0,5 – 10		
Pb	0,05 – 0,5			
Sn	0,2 – 2,0		0,03 – 1,0	
Zn	0,2 – 2,0		0,02 – 0,2	0,2 – 2,2
KOİ		100 – 500	120 – 200	
Toplam Hidrokarbonlar		1 – 5		
VOX		0,1 – 0,5		
Askıda Katılar		5 – 30	4 – 40 (Sadece yüzey suları)	
* Bu değerler, analizden önce filtreden geçirilmeden ve arıtmadan sonra ve soğutma suyu, diğer proses suları veya alıcı sular gibi herhangi bir su ile seyreltmeden önce alınan günlük kompozitler içindir.				

Hava emisyonları yerel çevresel kaliteyi etkileyebilir ve bundan dolayı ekstraksiyon ve tedavi ile bazı işlemlerden kaynaklanan kaçak emisyonları önlemek için BAT olur. Bu teknikler, bir kurulum örneği için ilgili referans değerleri ile tanımlanmıştır.

İyi uygulama teknikleriyle gürültüyü kontrol etmek BAT, örn. bölme kapılarının kapatılması, teslimatların en aza indirilmesi ve teslimat sürelerinin ayarlanması veya gerekirse özel mühendislik çözümleri ile.

Spesifik MET

Daha az tehlikeli madde kullanmak genel bir MET'tir. EDTA'nın biyolojik olarak bozulabilir alternatifler ile ikame edilmesi veya alternatif tekniklerin kullanılması MET'tir. EDTA'nın kullanılması gerektiğinde, kaybını en aza indirmek ve atık sularda kalanları tedavi etmek MET'tir. PFOS için, yüzdürme yüzey yalıtım bölümleri de dahil olmak üzere tekniklerle kontrol edilecek olan dumanları en aza indirerek, ilaveleri kontrol ederek kullanımını en aza indirgemektir, ancak iş sağlığı önemli bir faktör olabilir. Eloksalda faza çıkarılabilir ve altı değerlikli krom ve alkali siyanür içermeyen çinko kaplamaya alternatif işlemler vardır.

Siyanürün tüm uygulamalarda değiştirilmesi mümkün değildir, ancak siyanür yağ giderme MET değildir. Çinko siyanür için kullanılan MET ikameleri, asit veya alkali siyanür içermeyen çinko ve siyanür bakır, asit veya pirofosfat seçenekleri için bazı istisnalar içerir.

Hekzavalent krom, sert krom kaplamada değiştirilemez. Dekoratif kaplama için MET üç değerlikli krom veya kalay-kobalt gibi alternatif işlemlerdir, ancak, bir kurulum seviyesinde, altı değerlikli krom işlemine ihtiyaç duyan aşınma direnci veya renk gibi özellikler olabilir. Hekzavalent krom kaplamanın kullanıldığı yerlerde, hava emisyonlarını, solüsyon veya kazanın kaplanması ve altı değerlikli krom için kapalı döngü elde edilmesi ve belirli durumlarda yeni veya yeniden oluşturulmuş hatlarda hat kaplanması dahil olmak üzere tekniklerle azaltılması MET'tir. Halihazırda krom pasivasyon için bir MET formüle etmek mümkün olmamakla birlikte, altı-değerlikli krom sistemleri ile altı-değerlikli krom sistemlerini fosfo-krom kaplamalarda değiştirmek MET'tir.

Yağın giderilmesi için, uygulanan gresi veya yağı en aza indirgemek ve / veya aşırı yağları fiziksel tekniklerle gidermek müşterileriyle bağlantı kurmaktır. Bu tekniklerin alt tabakaya zarar verebileceği durumlar haricinde, çözücü yağ giderme işleminin diğer tekniklerle (genellikle su bazlı) değiştirilmesi MET şeklindedir. Sulu yağ giderme sistemlerinde, çözelti bakımı veya rejenerasyon ile uzun ömürlü sistemler kullanılarak kullanılan kimyasal madde ve enerji miktarını azaltmak MET'tir.

Bölüm 4'te anlatılan teknikleri kullanarak, belirlenen sınırlar dahilindeki çözümleri izleyerek ve sürdürerek, proses çözümünün ömrünü uzatmanın yanı sıra kaliteyi korumak MET'tir.

Büyük ölçekte asitleme yapmak için, asidin ömrünü elektroliz dahil olmak üzere tekniklerle genişletmek MET'tir. Asitler harici olarak da geri kazanılabilir.

Bazı durumlarda sızdırmazlık banyolarından gelen ısının geri kazanılması dahil olmak üzere, eloksal için özel MET vardır. Ayrıca yüksek tüketimin olduğu kostik asittin geri kazanımı, karışan katkı maddeleri olmaması ve yüzey özelliklerinin karşılanabilmesi MET'tir. Rejenerasyonların çapraz-medya etkileri nedeniyle deiyonize su kullanılarak durulama su döngüsünü kapatmak MET değildir.

Büyük ölçekli sürekli çelik bobin için, diğer ilgili MET'e ek olarak, MET aşağıdaki gibidir:

- Süreçleri optimize etmek için gerçek zamanlı süreç kontrollerini kullanın
- Aşınmış motorları enerji verimli motorlarla değiştirin
- İşlem çözümünü sürüklemek ve sürüklemek için sıkıştırma silindirlerini kullanın
- Elektrolit yağ alma ve elektrolitik dekapajda düzenli aralıklarla elektrotların polaritesini değiştirir
- Kapalı elektrostatik yağlayıcıları kullanarak yağ kullanımını en aza indirir
- Elektrolitik süreçler için anot-katot aralığını optimize eder
- Parlatma ile iletken rulo performansını optimize eder
- Şeridin kenarındaki metal birikimini gidermek için kenar cilalayıcıları kullanın
- Aşırı metal birikimini önlemek için kenar maskeleri kullanın ve sadece bir tarafı kaplarken devrilmeyi önleyin.

PCB'ler için, ilgili diğer Met'e ek olarak, MET:

- İşlem çözümünün dışarı sürüklenmesini ve sürüklenmesini önlemek için sıkıştırma silindirlerini kullanın
- İç katman bağlama aşamaları için düşük çevresel etki teknikleri kullanır
- Kuru direnç için: sürtünmeyi azaltın, konsantrasyonu optimize edin ve geliştiricinin püskürtmesini sağlayın ve geliştirilen direncini atık sudan ayırın
- Aşındırma için: Etken kimyasal konsantrasyonlarını düzenli olarak optimize edin ve amonyaklı aşındırma için aşındırma solüsyonunu yeniden oluşturun ve bakırı geri kazanın.

Yeni gelişen teknikler

Çevresel etkilerin en aza indirilmesi için bazı yeni teknikler geliştirme aşamasında ya da sınırlı kullanımdadır ve ortaya çıkan teknikler olarak kabul edilmektedir. Bunlardan beşi Bölüm 6'da tartışılmıştır: yüzey işlemlerinin imalat üretimine entegre edilmesi, üç durumda başarılı bir şekilde gösterilmiştir, ancak çeşitli nedenlerden dolayı tam olarak uygulanamamıştır. Değiştirilmiş bir darbe akımı kullanarak sert krom kaplama için üç değerlikli bir krom ikame prosesi iyi gelişmiştir ve üç tipik uygulamada üretim öncesi doğrulamaya başlamıştır. Ekipman maliyetleri daha yüksek olacak, ancak azaltılmış güç, kimyasal ve diğer maliyetlerle dengelenecektir. Pasifleştirme kaplamalarında yer alan altı değerlikli krom için ikameler, iki Direktifin gerekliliklerini karşılamak üzere geliştirilmektedir. Organik elektrolitlerden elde edilen alüminyum ve alüminyum alaşımı kaplamaları başarılı bir şekilde gösterilmiştir, ancak patlayıcı ve yanıcı çözücüler gerektirir. PCB'ler için, yüksek yoğunluklu ara bağlantılar daha az malzeme kullanabilir ve lazerler kullanılarak daha az kimyasal kullanımla görüntüleme iyileştirilebilir.

Son değerlendirmeler

Bu belge, her iki sektörden (esas olarak tedarikçiler yerine operatörler olmak üzere) ve Üye Devletlerden gelen önemli bilgilerle birlikte 160'ın üzerinde bilgi kaynağına dayanmaktadır. Veri sorunlarının ayrıntıları verilmiştir: öncelikli olarak tutarlı niceliksel bilgi eksikliği. Verilen tüketimler ve emisyon verileri ağırlıklı olarak bireysel olanlardan ziyade teknik gruplarına yöneliktir. Bu, bazı MET'nin genel olarak sonuçlandığını veya belirli sonuçların endüstriye ve düzenleyicilere yardımcı olabileceği sonucuna varmamıştı.

Sonuçlar üzerinde genel olarak iyi bir fikir birliği vardı ve bölünmüş görüşler kaydedilmedi.

Bilgi değişimi ve bunun sonucu, yani bu belge, metallerin ve plastiklerin yüzey işleminden kaynaklanan kirliliğin bütünleşmiş önleme ve kontrolünü sağlamada önemli bir adım sunmaktadır. Daha fazla çalışma aşağıdakileri sağlayarak sürece devam edebilir:

- PFOS ve alternatiflerinin kullanımı hakkında güncel bilgilerin yanı sıra altı değerlikli krom pasivasyonu için ikame teknikleri
- Özellikle ısıtma, soğutma, kurutma ve su kullanımı / yeniden kullanımı için elde edilen çevresel faydalar, çapraz medya etkileri ve ekonomi için daha nicel veriler
- Bölüm 6'da ortaya çıkan ortaya çıkan teknikler hakkında daha fazla bilgi
- Çeşitli süreçler için ve süreç seçiminde süreç optimizasyonu için yazılım.

Bu BREF'in kapsamı dışında kalan ancak bilgi alışverişinden doğan diğer önemli tavsiyeler şunlardır:

- Bir bütün olarak endüstri için stratejik çevresel hedeflerin geliştirilmesi
- Endüstri araştırması öncelikleri listesi
- Özellikle bu ilerideki çalışmaların bir kısmını yerine getirmek için “kulüp” veya kooperatif etkinlikleri düzenlemek
- Süreç içi tekniklerin mevcut olmadığı belirli atıklar için (özellikle metaller ve asitleme asitleri) üçüncü tarafların iyileştirilmesi için bir “kulüp” yaklaşımı kullanmak
- Üreticilere ve tüketicilere tavsiyelerde bulunmak için metaller ve metal kaplamalar için "sonsuz geri dönüşümlü" konseptinin geliştirilmesi
- Yeni tekniklerin daha iyi çevresel performans ile kabul edilmesini arttırmak için performansa dayalı standartların geliştirilmesi ve desteklenmesi.

Bilgi değişimi ayrıca aşağıdakiler gibi Ar-Ge projelerinden faydalanacak bazı alanları da ortaya çıkardı:

- Elektriksiz kaplama için banyo ömrünün uzatılması ve / veya metal geri kazanımı. Bu hamamlar çok kısıtlı ömre sahiptir ve önemli bir atık metal kaynağıdır.
- İş parçalarının yüzey alanını hızlı ve ucuz bir şekilde ölçmek için teknikler, sanayiye süreçlerini, maliyetlerini ve buna bağlı olarak tüketim ve emisyonları daha kolay kontrol etmede yardımcı olacaktır. Teknikler, yüzey tüketimi ile metal tüketimi veya substrat

tonajı gibi diğer tüm önlemleri kapsamalıdır.

- Modülasyonu akım teknikleri ve ekipmanlarının daha fazla kullanımı için seçenekler. Bu teknik, geleneksel sabit voltajlı elektro kaplama problemlerinin üstesinden gelebilir
- Bazı tanımlanmış süreçlerin geliştirilmiş malzeme verimliliği.

AK, RTD programları aracılığıyla, temiz teknolojiler, ortaya çıkan atık su arıtma ve geri dönüşüm teknolojileri ve yönetim stratejileri ile ilgili bir dizi proje başlatmakta ve desteklemektedir. Potansiyel olarak bu projeler, gelecek BREF incelemelerine faydalı bir katkı sağlayabilir. Bu nedenle okuyucular, bu dokümanın kapsamı ile ilgili herhangi bir araştırma sonucunu EIPPCB'ye bildirmeye davet edilmektedir (ayrıca bu belgenin önsözüne de bakınız).

ÖNSÖZ

1. Bu Dokümanın Durumu

Aksi belirtilmedikçe, bu belgede "Direktife yapılan atıflar Avrupa Konseyi'nin Entegre kirlilik önleme ve kontrol hakkındaki 96/61/EC sayılı Direktife atıfta bulunmaktadır. Direktif, işyerinde sağlık ve güvenlik ile ilgili Topluluk hükümlerine uyduğu için, bu belge de bu hükümler geçerlidir.

Bu belge, AB Üye Devletleri ile mevcut en iyi teknik (MET), ilgili izleme ve bu konulardaki gelişmeler hakkında endüstriler arasındaki bilgi alışverişinin sonuçlarını sunan bir dizinin bir parçasını oluşturmaktadır. Direktif'in 16(2) no'lu maddesi uyarınca Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanmış ve dolayısıyla "mevcut en iyi teknikler" belirlenirken Direktif'in Ek IV'üne uygunluk dikkate alınmıştır.

2. Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol (IPPC) Direktifinin ilgili yasal yükümlülükleri ve MET tanımı

Okuyucunun bu dokümanın hazırlandığı hukuki bağlamı anlamasına yardımcı olmak için, IPPC Direktifinin en uygun hükümlerinden bazıları "mevcut en iyi teknikler" teriminin tanımı dahil olmak üzere bu önsözde açıklanmıştır. Bu açıklama kaçınılmaz olarak eksiktir ve sadece bilgi için verilmiştir. Hiçbir yasal değere sahip değildir ve Direktif'in fiili hükümlerini hiçbir şekilde değiştirmez veya aksine hüküm verdirmez.

Direktifin amacı, Ek I'de listelenen faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin bütünleşmiş bir şekilde önlenmesi ve kontrolünü sağlamak ve böylece çevrenin bir bütün olarak yüksek düzeyde korunmasını sağlamaktır. Direktifin yasal temeli çevre korumaya ilişkindir. Uygulaması, Topluluk endüstrisinin rekabet gücü gibi diğer Topluluk hedeflerini de dikkate almalı ve böylece sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmalıdır.

Daha spesifik olarak hem operatörlerin hem de regülatörlerin tesisin kirletici ve tüketim potansiyeline bütünleşmiş, genel bir bakış atmasını gerektiren belirli endüstriyel tesis kategorileri için bir izin sistemi sağlar. Böyle bir bütüncül yaklaşımın genel amacı, bir bütün olarak çevre için yüksek düzeyde bir koruma sağlamak amacıyla endüstriyel süreçlerin yönetimini ve kontrolünü geliştirmek olmalıdır. Bu yaklaşımın merkezinde, 3. Maddede işletmeciler, özellikle çevresel performanslarını iyileştirmeleri için mevcut en iyi tekniklerin uygulanması yoluyla kirliliğe karşı uygun tüm önleyici tedbirleri almaları gerektiği genel prensiptir.

"Mevcut en iyi teknikler" terimi, Direktifin 2. Maddesinde (11) "faaliyetlerin geliştirilmesinde en etkili ve ileri aşama" olarak ve prensipte temeli sağlamak için belirli tekniklerin pratik uygunluğunu belirten çalışma yöntemlerini tanımlamaktadır. Emisyon sınır değerlerini önlemek için tasarlanmış ve mümkün olmadığı durumlarda, genellikle emisyonları ve çevre üzerindeki etkisini genel olarak azaltmak için. " Madde 2(11), bu tanımın daha fazla açıklığa kavuşturulması için devam etmektedir:

"Teknikler" hem kullanılan teknolojiyi hem de tesisatın tasarlandığı, yapıldığı, sürdürüldüğü, işletildiği ve hizmet dışı bırakıldığı yolu içerir;

"Mevcut" teknikler, ilgili sanayi sektöründe, teknik ve teknik açıdan uygun koşullar altında, tekniklerin, söz konusu Üye Devlet içinde kullanılmış olsun veya olmasın, maliyetler ve avantajlar göz önünde bulundurularak uygulanmasına izin veren bir ölçekte geliştirilenlerdir. Operatöre makul bir şekilde erişilebildiği sürece;

"En iyi", çevrenin bir bütün olarak yüksek düzeyde genel korunmasını sağlamada en etkili anlamına gelir.

Ayrıca, Direktifin Ek IV'ü "önlemin muhtemel maliyetlerini ve faydalarını ve önlem ve önleme ilkelerini göz önünde bulundurarak mevcut en iyi teknikleri belirlerken genel olarak veya

belirli durumlarda dikkate alınması gereken hususlar" listesini içermektedir. Bu değerlendirmeler, Madde 16(2) uyarınca Komisyon tarafından yayınlanan bilgileri içerir.

İzinlerin verilmesinden sorumlu yetkili makamların, izin koşullarını belirlerken 3. Maddede belirtilen genel ilkeleri dikkate almaları gerekmektedir. Bu koşullar, uygun olan yerlerde eşdeğer parametreler veya teknik önlemlerle takviye edilen veya değiştirilen emisyon sınır değerlerini içermelidir. Direktifin 9 (4) Maddesine göre, bu emisyon sınır değerleri, eşdeğer parametreler ve teknik önlemler, çevresel kalite standartlarına uyulmasına halel getirmeksizin, herhangi bir tekniğin veya spesifik teknolojinin kullanılmasını reçete etmeden, mevcut en iyi tekniklere dayanmalıdır. Ancak, ilgili kurulumun teknik özelliklerini, coğrafi konumunu ve yerel çevre koşullarını dikkate alarak. Her koşulda, izin koşullarının uzun mesafeli veya sınır ötesi kirliliğin en aza indirilmesi ile ilgili hükümler içermesi ve çevrenin bir bütün olarak yüksek düzeyde korunmasını sağlaması gerekmektedir.

Üye Devletlerin, Direktifin 11. maddesine göre, yetkili makamların mevcut en iyi tekniklerdeki gelişmeleri takip etmelerini veya bunlardan haberdar olmalarını sağlama yükümlülüğü vardır.

3. Bu belgenin amacı

Direktifin 16 (2) Maddesi, Komisyonun "Üye Devletler ile mevcut en iyi teknikler, ilgili izleme ve bunlardaki gelişmeler hakkında endüstriler arasında bilgi alışverişi" düzenlemesini ve değişim sonuçlarını yayınlamasını gerektirir.

Bilgi değişiminin amacı Direktifin 25 numaralı kararında verilmiştir, ki bu "Topluluk seviyesinde mevcut en iyi teknikler hakkındaki bilginin geliştirilmesi ve paylaşılması, Topluluktaki teknolojik dengesizliklerin giderilmesine yardımcı olacaktır, dünya çapında limiti yaymayı teşvik edecektir. Toplulukta kullanılan değerler ve teknikler ve bu Direktifin etkin bir şekilde uygulanmasında Üye Devletlere yardımcı olacaktır."

Komisyon (Çevre Genel Müdürlüğü), Madde 16(2) kapsamındaki çalışmaya yardımcı olacak bir bilgi alışverişi forumu (IEF) kurmuş ve IEF çatısı altında bir dizi teknik çalışma grubu kurulmuştur. Hem IEF hem de teknik çalışma grupları, Madde 16(2)'de belirtildiği şekilde Üye Devletlerden ve sanayiden temsil edilmesini içerir.

Bu belge dizisinin amacı, Madde 16 (2) 'nin gerektirdiği yerdeki bilgi alışverişini doğru bir şekilde yansıtmak ve izin koşullarını belirlerken izin verme yetkisi için referans bilgi sağlamaktır. Mevcut en iyi tekniklerle ilgili bilgi sağlayarak, bu belgeler çevresel performansı yönlendirmek için değerli araçlar olarak hareket etmelidir.

4. Bilgi kaynakları

Bu belge, Komisyon'un çalışmalarına yardımcı olmak için kurulan grupların uzmanlığı ve Komisyon hizmetleri tarafından doğrulanan bir dizi kaynaktan toplanan bilgilerin bir özetini sunmaktadır. Tüm katkılar minnettarlıkla kabul edilmiştir.

5. Bu belge nasıl anlaşılır ve kullanılır

Bu belgede sunulan bilgilerin, belirli durumlarda MET'in belirlenmesine bir girdi olarak kullanılması amaçlanmıştır. MET belirlenirken ve MET bazlı izin koşullarının ayarlanması sırasında, çevre için bir bütün olarak yüksek seviyede koruma sağlamak için genel hedefin daima hesaba katılması gerekir.

Bu bölümün geri kalanı, bu belgenin her bir bölümünde sağlanan bilgi türünü açıklar.

Bölüm 1 ve 2, ilgili sanayi sektörü ve sektörde kullanılan endüstriyel süreçler hakkında genel bilgi sağlar. Bölüm 3, mevcut kurulumlardaki durumu yazım sırasındaki durumu yansıtan mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri ile ilgili veri ve bilgi sağlamaktadır.

Bölüm 4, MET ve MET bazlı izin koşullarının belirlenmesi için en uygun olduğu düşünülen emisyon azaltma ve diğer teknikleri daha ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Bu bilgi, teknik kullanılarak elde edilebilen tüketim ve emisyon seviyelerini, maliyetle ilgili bazı fikirleri ve teknikle ilişkili çapraz medya sorunlarını ve tekniğin IPPC izinleri gerektiren kurulumların kapsamı için ne ölçüde geçerli olduğunu içerir. Örnek yeni, mevcut, büyük veya küçük kurulumlar. Genelde eskimiş olarak görülen teknikler dahil değildir.

Bölüm 5, genel anlamda MET ile uyumlu olduğu düşünülen teknikler ve tüketim ve emisyon seviyelerini göstermektedir. Bu nedenle amaç, MET temelli izin koşullarının belirlenmesinde veya Madde 9 (8) kapsamındaki genel bağlayıcı kuralların belirlenmesinde yardımcı olacak uygun bir referans noktası olarak düşünülebilecek tüketim ve emisyon seviyelerine ilişkin genel göstergeler sağlamaktır. Bununla birlikte, bu belgenin emisyon sınır değerleri önermediği vurgulanmalıdır. Uygun izin koşullarının belirlenmesi, ilgili tesisin teknik özellikleri, coğrafi konumu ve yerel çevre koşulları gibi yerel, sahaya özgü faktörlerin dikkate alınmasını içerecektir. Mevcut tesisler söz konusu olduğunda, bunların iyileştirilmesinin ekonomik ve teknik uygulanabilirliği de dikkate alınmalıdır. Bir bütün olarak çevre için yüksek düzeyde koruma sağlamanın tek hedefi, genellikle farklı çevresel etki türleri arasında ticaret kararları vermeyi içerecektir ve bu kararlar genellikle yerel değerlendirmelerden etkilenecektir.

Bu sorunların bir kısmına değinmek için bir girişimde bulunulmasına rağmen, bu belgede tam olarak ele alınmaları mümkün değildir. Bölüm 5'te sunulan teknikler ve seviyeler bu nedenle tüm kurulumlar için uygun olmayacaktır. Öte yandan, uzun mesafe veya sınır ötesi kirliliğin en aza indirilmesi de dahil olmak üzere yüksek düzeyde bir çevre koruma sağlama yükümlülüğü, izin koşullarının tamamen yerel hususlar temelinde belirlenemeyeceğini ima etmektedir. Dolayısıyla, bu belgede yer alan bilgilerin izin veren makamlar tarafından tam olarak dikkate alınması son derece önemlidir.

MET dinamik bir kavramdır ve bu nedenle BREF'lerin gözden geçirilmesi sürekli bir süreçtir. Örneğin, yeni önlemler ve teknikler ortaya çıkabilir, bilim ve teknolojiler sürekli olarak gelişmektedir ve yeni ya da yeni ortaya çıkan süreçler sektörlere başarılı bir şekilde uyarlanabilir. Bu tür değişiklikleri ve bunların MET için sonuçlarını yansıtmak amacıyla, bu belge periyodik olarak gözden geçirilecek ve gerektiğinde güncellenecektir.

Tüm yorum ve öneriler, aşağıdaki adreste Prospektif Teknolojik Araştırmalar Enstitüsü'nün Avrupa IPPC Bürosu'na yapılmalıdır:

European IPPC Bureau
Edificio Expo
c / Inca Garcilaso, 3
E-41092 Seville, İspanya
Telefon: +34 95 4488 284
Faks: +34 95 4488 426
E-posta: JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu
İnternet: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu

İÇİNDEKİLER

İDARİ ÖZET ..... **iv**
ÖNSÖZ ..... **xiii**
İÇİNDEKİLER ..... **xvi**
KAPSAM ..... **xxx**

1 METAL VE PLASTİK YÜZEY İŞLEMİ ÜZERİNE GENEL BİLGİLER **1**
1.1 Yüzey işlemlerini kullanan sanayiler 2
1.2 Sanayi yapısı ve ekonomik arka plan 4
1.2.1 Tesislerin tipi ve boyutu 4
1.2.2 Teçhizat ömrü 5
1.2.3 Tesislerin teknik özellikleri 5
1.2.4 Piyasa yapısı 5
1.2.5 Genel ekonomik durumun özeti 7
1.3 Belirli sektör faaliyetleri 7
1.3.1 Alüminyum mimari panellerin ve profillerin eloksallanması 7
1.3.2 Büyük ölçekte sürekli çelik kaplama 9
1.3.3 Litografik (ofset) baskı plakaları için rulo ve plaka anodik kaplama 12
1.3.4 Alüminyumun sürekli rulo işlenmesi 12
1.3.5 Baskılı devre kartları 12
1.4 Önemli çevre sorunları 14
1.4.1 Genel 14
1.4.2 Su 14
1.4.3 Enerji 15
1.4.4 Kuşkulu Maddeler 16
1.4.5 Diğer salınımlar 20

2 UYGULANAN İŞLEMLER VE TEKNİKLER **21**
2.1 Teslim ve depolama- iş parçaları ve sarf hammaddeleri 25
2.1.1 Getirilen, işlenecek iş parçası ve/veya alttaşlar 25
2.1.2 Tüketilebilir ham hammaddeler 26
2.2 İşleme için taşıma teknikleri ve işleme için yükleme 27
2.3 İş parçası veya alttaşların ön işlemi 29
2.3.1 Mekanik ön işlem 29
2.3.2 Elektrolitik ve kimyasal parlatma 30
2.3.3 Çözücülü yağ giderme 32
2.3.4 Sulu temizlik 33
2.3.5 Diğer temizlik teknikleri 34
2.3.6 Asitleme, kireç ve is giderme 35
2.3.7 Alüminyum aşındırma ve tortu giderme 36
2.3.8 Elektrolitik yardımlı yağ giderme, aktifleştirme ve asitleme 36
2.3.9 Metal soyma 37
2.3.10 Plastiklerin ön işlemi (aşındırma) 37
2.4 Dışa-sürüklenme ve durulama 38
2.5 Temel faaliyetler 39

2.5.1 Bakır ve bakır alaşımlı kaplama ... 39
2.5.2 Nikel elektro kaplama ... 41
2.5.3 Krom kaplama ... 44
2.5.4 Çinko ve çinko alaşımı kaplama ... 46
2.5.5 Kadmiyum kaplama ... 48
2.5.6 Kalay ve alaşım kaplama ... 49
2.5.7 Değerli metal kaplama ... 50
2.5.8 Otokatalitik kaplama (katalitik kimyasal indirgenmiş kaplamalar) ... 52
2.5.9 Daldırma veya yer değiştirme kaplamaları- katalitik olmayan kimyasal olarak indirgenmiş kaplamalar ... 54
2.5.10 Elektro boyama veya elektro kaplama ... 55
2.5.11 Vernikleme ... 56
2.5.12 Yağlama ... 56
2.5.13 Anotlama ... 56
2.5.14 Alüminyum üzerine renkli eloksal ... 60
2.5.15 Anotlamanın (Eloksollama) ardından mühürleme ... 61
2.5.16 Fosfatlama tabakası dönüşüm kaplamaları ... 61
2.5.17 Krom dönüşüm kaplamaları ... 64
2.5.18 Metal renklendirme ... 67
2.5.19 Parlak daldırma ... 67
2.5.20 Kimyasal karartma- oksit kaplamalar ... 67
2.5.21 Parlatıcı ... 68
2.5.22 Aşındırma- Alkali alüminyumun aşındırılması ... 68
2.5.23 Kimyasal oyma ... 69
2.6 Arıtma sonrası aktiviteler (işlemler) ... 70
2.6.1 Sıcak su kullanarak kurutma ... 70
2.6.2 Sıcak hava kullanılarak kurutma ... 70
2.6.3 Hava bıçaklarını kullanarak kurutma ... 71
2.6.4 Hidrojen gevrekleşmesi giderme (de-embrittlement) için ısıl işlem ... 71
2.7 Su ve atık su arıtma, işlem çözeltisi bakımı ve malzeme geri kazanımı için yaygın teknikler ... 71
2.7.1 Filtreleme ... 71
2.7.2 Emilim teknikleri ... 71
2.7.3 Kristalleştirme ... 72
2.7.4 Atmosferik buharlaşma ... 72
2.7.5 Vakum buharlaşma ... 72
2.7.6 Elektroliz- kaplama ... 72
2.7.7 Elektroliz- oksitleme ... 72
2.7.8 İyon değişimi- reçine ... 72
2.7.9 Elektrodeiyonizasyon ... 73
2.7.10 Asit (reçine) yutma (emilim) ... 73
2.7.11 İyon değişimi- sıvı/sıvı ... 73
2.7.12 Membran filtreleme ... 73
2.7.13 Ters ozmoz ... 73
2.7.14 Yayılma diyalizi ... 73
2.7.15 Membran elektrolizi ... 74
2.7.16 Elektrodiyaliz ... 74
2.8 Tambur işlemi ... 74

2.8.1 İş parçası hazırlığı ... 74
2.8.2 Temel faaliyetler ... 74
2.8.3 Tambur uygulaması yapılan parçaların kurutulması ... 74
2.9 Sürekli bobin – büyük ölçekli çelik ... 74
2.9.1 Giriş araçları ... 75
2.9.2 Durulama ve dışarı sürüklenme ... 76
2.9.3 Ön Arıtma ... 76
2.9.4 Kaplama faaliyetleri – elektro kaplama ... 76
2.9.5 Kaplama faaliyetleri- yağlama ... 79
2.9.6 Katman dönüştürme etkinlikleri ... 80
2.9.7 Uygulama sonrası işlemler ... 80
2.9.8 Sürekli elektrolitik çinko veya çinko nikel kaplama uygulamaları ... 81
2.9.9 Sürekli elektrolitik kalay kaplama faaliyetleri ... 89
2.9.10 Sürekli elektrolitik krom kaplama uygulamaları (çelik üzerine elektrolitik krom kaplama- ECCS) ... 96
2.9.11 Çelik üzerine sürekli elektrolitik kurşun kaplama ... 99
2.10 Alüminyum litografi plakaları için sac kaplama işleme ... 99
2.10.1 Yüzey pürüzlendirme ... 99
2.10.2 Anodik oksitleme (eloksal) ... 100
2.10.3 Uygulama sonu-işlem ... 100
2.10.4 Kaplama ve diğer işlemler ... 100
2.11 Baskılı devre kartı imalatı ... 100
2.11.1 Hazırlık işlemleri ... 105
2.11.2 Üretim adımları ... 106
2.11.3 Ek yüzey sonlandırma işlemleri ... 120
2.12 Yardımcı girdiler ... 122
2.12.1 Enerji ... 122
2.12.2 Su ... 123
2.13 Çevreye potansiyel salınımların azaltılması ... 124
2.13.1 Atık su ... 124
2.13.2 Atıklar ... 131
2.13.3 Atık gazlar ve diğer havaya salınımlar ... 132
2.13.4 Gürültü ... 134

3 METALLER VE PLASTİKLERİN YÜZEY İŞLEMİ İÇİN GÜNCEL TÜKETİM VE SALINIM SEVİYELERİ ... 135
3.1 Giriş – yardımcı birimler ve girdi malzemeleri ... 135
3.2 Tüketim ve salınımlar- faydalı araçlar ... 136
3.2.1 Enerji ... 136
3.2.2 Su ... 136
3.2.3 Tüketim ve salınımlar- malzemeler ... 137
3.3 Genel atıklar (salınımlar) ... 142
3.3.1 Atık su ... 142
3.3.2 Atıklar ... 152
3.3.3 Havaya salınımlar ... 153
3.3.4 Gürültü ... 165
3.4 Diğer uygulamalar için tüketim ve salınımlar ... 166

3.4.1 Çeliklerin sürekli elektrolitik kalay kaplanması ve sürekli elektrolitik krom kaplanması (ECCS) ... 166
3.4.2 Çeliklere sürekli elektrolitik çinko ve çinko-nikel kaplanması ... 168
3.4.3 Baskılı devre kartı (PCB) imalatı ... 169

4 MET'İN BELİRLENMESİNDE DEĞERLENDİRİLEN TEKNİKLER ... 175
4.1 Yönetim Teknikleri ... 176
4.1.1 Çevre Yönetim Araçları ... 176
4.1.2 İşlem özellikleri ve kalite kontrol ile tekrar işlemede azalma ... 183
4.1.3 Karşılaştırma ... 185
4.1.4 İşlem hattı optimizasyonu ... 188
4.1.5 Gerçek zamanlı süreç kontrolü ... 190
4.2 Tesis tasarımı, inşaatı ve işletimi ... 190
4.2.1 Planlanmamış salınım kirliliğinin önlenmesi- planlama, tasarım, inşaat ve diğer sistemler ... 190
4.2.2 Kimyasal maddelerin depolanması ... 192
4.2.3 İşlem hattı tipi ve yapısı ... 193
4.3 Genel operasyonel konular ... 194
4.3.1 İş parçalarının ve yüzeylerin korunması- işlem öncesi ve sonrası ... 194
4.3.2 Önceki mekanik işlemlerdeki kaplamaların en aza indirilmesi ve optimizasyonu- yağ ve gres ... 197
4.3.3 Askılama ... 198
4.3.4 İşlem çözeltilerinin çalkalanması ... 198
4.3.5 Bakım- tesis ve gereçler ... 199
4.4 Yararlı girdiler ve yönetimi ... 199
4.4.1 Elektrik ... 200
4.4.2 İşlem çözeltilerinin ısıtılması ... 202
4.4.3 İşlem çözeltilerinden kaynaklanan ısıtma kayıplarının azaltılması ... 203
4.4.4 İşlem çözeltilerinin soğutulması ... 204
4.4.5 Su ... 206
4.5 İçe-sürüklenmenin azaltılması ... 209
4.6 Dışa-sürüklenmenin azaltılması ... 210
4.6.1 Ön açıklama ... 210
4.6.2 Uygun kimyasalların kullanımı ... 210
4.6.3 Dışa-sürüklenmenin azaltılması – askı (raf) işleme ... 211
4.6.4 Tambur işleminde dışa-sürükleme azaltılması ... 214
4.6.5 İşlem çözeltisi özellikleri – dışa-sürüklenmeye etkisi ... 216
4.6.6 Dışa-sürüklenme süzülmesinden durulamaya geçiş ... 217
4.7 Durulama teknikleri ve dışa-sürüklenme geri kazanımı ... 218
4.7.1 Giriş ... 218
4.7.2 Dışa-sürükleneni kurtarma için gerekli olan buharlaştırma ... 220
4.7.3 Durulama için kıyaslama ... 220
4.7.4 Eko durulama veya ön daldırma ... 220
4.7.5 Püskürtmeli durulama ... 221
4.7.6 Manuel veya yarı-otomatik hatlar ... 222
4.7.7 Kimyasal durulamalar ... 223
4.7.8 Durulama suyu yenilenmesi ve yeniden kullanımı/geri dönüşümü ... 224
4.7.9 Tekli durulama teknikleri ... 225

4.7.10 Çoklu durulama teknikleri ... 226
4.7.11 Dışa-sürüklenme kurtarımını artırma ve döngü tamamlama ... 233
4.7.12 Tekniklerin ve tesis-çapında yaklaşımların birleştirilmesi ... 244
4.7.13 Sıfır boşaltım ... 246
4.8 Hammadde kullanımını optimize eden diğer teknikler ... 247
4.8.1 İşlem kimyasalları derişim denetimi ... 247
4.8.2 Farklı elektrot verimleri ... 248
4.8.3 Elektrolitik işlemlerde elektrot polarizasyonunu değiştirme ... 249
4.9 İkame- hammadde ve süreçlerin seçimi ... 250
4.9.1 EDTA ve diğer güçlü kompleksleştirici maddeler (kenetleme maddeleri) için ikame ... 251
4.9.2 Toksik yüzey aktif maddelerin ikame edilmesi ve azaltılması (NPE ve PFOS) 252
4.9.3 Siyanür için ikame- genel bakış ... 253
4.9.4 Çinko elektro kaplama ... 254
4.9.5 Diğer siyanür bazlı çözeltiler ... 256
4.9.6 Altı-değerlikli krom için ikame ve minimizasyon ... 257
4.9.7 Altı-değerlikli kromun işlenmiş yüzeylerden salınımını minimuma indirme ... 257
4.9.8 Krom elektro kaplama teknikleri ... 258
4.9.9 Kromsuz işlemler- diğer kaplama işlemleri ... 263
4.9.10 Krom dönüşüm kaplamaları ... 265
4.9.11 Kromik asit anotlama ... 268
4.9.12 Fosfokromatlama (krom ile fosfatlama) ... 268
4.9.13 Mekanik parlatma ve cilalama için ikame ... 268
4.9.14 Yağ giderme için İkame ve seçenekler ... 269
4.9.15 Diğer yağ giderme teknikleri ... 275
4.9.16 Alternatif süreçlerle ikame ... 276
4.10 Suları ve sulu çözeltileri işlemek için yaygın teknikler: besleme-suyu, durulama, atık su arıtma, işlem çözeltileri ve malzeme geri kazanımı ... 277
4.11 İşlem çözeltisi bakımı ... 282
4.11.1 İşlem çözeltilerinin filtrelenmesi ... 285
4.11.2 Elektrodiyaliz ... 286
4.11.3 Engelleme (asit reçinesi emilimi) ... 286
4.11.4 Karbonatların ve metal sülfatların kristalleşmesi ... 288
4.11.5 Anotlayıcı kostik aşındırıcı kurtarma ... 290
4.11.6 Aktif karbon işlemi ... 291
4.11.7 Metalik kirlenmenin iyon değişimi ile saflaştırılması ... 291
4.11.8 Elektroliz- işlem çözeltilerinin arıtılması ... 293
4.11.9 Elektroliz- artık metallerin işlem çözeltilerinden giderilmesi ... 293
4.11.10 Elektroliz- yıkım ürünlerinin yeniden oksitlenmesi ... 294
4.11.11 Krom çözeltisi bakımı için membran elektrolizi ... 294
4.11.12 Fosfat çözeltilerinin temizlenmesi ve yenilenmesi ... 296
4.11.13 Yağ-alma çözeltilerinin bakımı ... 297
4.11.14 Asitleme ... 305
4.12 İşlem metallerinin geri kazanımı ... 308
4.12.1 Elektrolitik geri kazanım ... 308
4.12.2 İyon değişimi- durulamalardan değerli metallerin geri kazanımı ... 311
4.12.3 Kromatlama ... 312
4.12.4 Çökelme ... 312

4.13 İşlem-sonu faaliyetleri- MET'in belirlenmesi ile ilgili teknikler 313
4.13.1 Kurutma..... 313
4.13.2 Gevrekleşme-önleme..... 313
4.14 Sürekli bobin- büyük ölçekli çelik bobin..... 313
4.14.1 Sayısal işlem denetimi kullanma 313
4.14.2 Yağ sızdırmaz tablalar..... 314
4.14.3 Enerji verimliliği..... 314
4.14.4 Su verimliliği 315
4.14.5 Sıkma ruloları 315
4.14.6 Elektrolitik şerit temizleme 316
4.14.7 Yağ-alma çözeltisini yenilemek için ultra filtreleme sistemlerinin kullanılması 316
4.14.8 Yağ-alma çözeltilerinin kademeli (çoklu) kullanımı 316
4.14.9 Asit banyosunun asitleme bölümünde denetimi 316
4.14.10 Elektrolit tüketiminin denetimi ve yönetimi..... 316
4.14.11 Elektrotların elektrolitik süreçlerdeki polarizasyonunu değiştirme..... 317
4.14.12 Anot-katot aralığının optimizasyonu..... 317
4.14.13 İletken silindir (rulo) parlatılması 318
4.14.14 Kenar cilalayıcı kullanma..... 318
4.14.15 Kenar maskeleri kullanma 319
4.14.16 Kapalı elektrostatik yağlayıcılar tarafından yağ kullanımını en aza indirme 319
4.14.17 Süreç çözeltilerinin bakımı..... 320
4.14.18 Havaya salınımların denetimi 322
4.14.19 Atık su arıtma süreçleri 323
4.14.20 Tanklardaki artık metallerin geri kazanımı 323
4.15 Baskılı devre kartı işleme 323
4.15.1 İç tabaka imalatı..... 323
4.15.2 Adımlar arası durulama..... 324
4.15.3 Akımsız (otokatalitik) kaplama 324
4.15.4 Elektro kaplama PCB'ler 324
4.15.5 Sodyum karbonat ile kuru rezist banyosu 325
4.15.6 Aşındırma 325
4.15.7 Alkali aşındırıcıların bakır geri kazanımı ile çevrimiçi geri dönüşümü (sıvı-sıvı iyon-değişimi) 326
4.15.8 Rezist soyma..... 328
4.15.9 Aşındırma-rezisti (kalay) soyma..... 329
4.15.10 Çözeltilerin bertarafı..... 329
4.15.11 Lehim maskesi uygulamasından kaynaklanan çözücü salınımları..... 330
4.16 Atık su salınımı azaltma teknikleri..... 330
4.16.1 Sorunlu akışların belirlenmesi 331
4.16.2 Bireysel kirleticilerin üretim noktasında ortadan kaldırılması ve / veya ayrıştırılması 331
4.16.3 Yağlar ve greslerin (hidrokarbonlar) atık sudan ayrılması..... 333
4.16.4 Siyanür oksitleme..... 333
4.16.5 Nitrit işlemi..... 334
4.16.6 Kromat işlemi 335
4.16.7 Metallerin topaklaşması ve çökeltilmesi 335
4.16.8 Kompleks yapıcı maddeler..... 338
4.16.9 Anyonların çökeltilmesi 338

4.16.10 Boşaltımdan önce son işlem ... 340
4.16.11 Birleştirme teknikleri ... 343
4.16.12 Sıfır boşaltım teknikleri ... 343
4.16.13 Atık suların izlenmesi, son kontrolü ve boşaltılması ... 348
4.17 Atık yönetim teknikleri ... 349
4.17.1 Atıkların üretilmesi ve yönetimi ... 349
4.17.2 Atıkları en-aza indirme ve önleme ... 350
4.17.3 Atıkların tekrar-kullanımı ve geri dönüşümü ... 350
4.17.4 Kurum içi elektrolitik iyileşme ... 352
4.18 Hava salınımı azaltma teknikleri ... 352
4.18.1 Katkı Maddeleri ... 352
4.18.2 Hava çeker, kapaklar ve işlem teknikleri ... 353
4.18.3 Çıkarılan hava hacminin azaltılması ... 355
4.18.4 Çekilen havanın işlenmesi ... 357
4.18.5 Hava çeker denetim teknikleri ... 357
4.18.6 Çekilen havadan enerji geri kazanımı ... 358
4.19 Gürültü yönetimi ... 358

5 MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER (MET) ... 391
5.1 Genel MET ... 393
5.1.1 Yönetim teknikleri ... 393
5.1.2 Tesis tasarımı, inşaatı ve işletimi ... 395
5.1.3 Süreç çözeltilerinin çalkalanması ... 396
5.1.4 Yararlı girdiler: enerji ve su ... 396
5.1.5 Su ve malzeme atıklarının en aza-indirilmesi ... 398
5.1.6 Malzeme geri kazanımı ve atık yönetimi ... 400
5.1.7 Genel süreç çözeltisi bakımı ... 403
5.1.8 Atık su salınımları ... 403
5.1.9 Atık ... 405
5.1.10 Hava salınımları ... 405
5.1.11 Gürültü ... 407
5.1.12 Yeraltı sularını koruma ve tesis kapatma (hizmet dışı bırakma) ... 408
5.2 Özel süreçler için MET ... 408
5.2.1 Askılama ... 408
5.2.2 Askı hatları – dışa-sürüklenmeyi azaltma ... 408
5.2.3 Tambur hatları- dışa-sürüklenmeyi azaltma ... 409
5.2.4 Manuel Hatlar ... 409
5.2.5 Tehlikeli maddelerin denetimi ve/veya ikamesi (değiştirilmesi) ... 410
5.2.6 Parlatma ve cilalama için ikame maddesi ... 413
5.2.7 Yağ giderme için seçenekler ve ikame maddeler ... 413
5.2.8 Yağ giderme çözeltilerinin bakımı ... 413
5.2.9 Asitleme ve diğer güçlü asit çözeltileri – çözeltilerin ömrünü uzatma ve geri kazanım teknikleri ... 414
5.2.10 Altı-değerlikli kromlama çözeltilerinin geri kazanımı ... 414
5.2.11 Anotlama ... 414
5.2.12 Sürekli rulo- büyük ölçekli çelik rulo ... 414
5.2.13 Baskılı devre kartları (PCB'ler) ... 415

6 METAL VE PLASTİK YÜZEY İŞLEMLERİ İÇİN GELİŞEN TEKNİKLER 387
6.1 Bütünleşmiş-İşlemli-otomatik kaplama 387
6.2 Değiştirilebilen darbe akımı kullanarak sert krom uygulamalarında altı-değerlikli krom yerine üç-değerlikli krom kaplama 388
6.3 Krom (VI) dönüşüm katmanları yerine krom (III) dönüşüm kaplamaları kullanılması. 390
6.4 Organik elektrolitler ile alüminyum ve alüminyum alaşımlı kaplama 391
6.5 Baskılı devre kartları 392
6.5.1 Doğrudan lazer görüntüleme 392
6.5.2 Yüksek yoğunluklu ara bağlantılar (HDI) 392
6.5.3 Gömülü pasifler 393
7 SONUÇLAR 427
7.1 İş planlaması 427
7.2 Bilgi kaynakları 427
7.3 Ulaşılan Uzlaşma Derecesi 428
7.4 Gelecek çalışma için öneriler 428
7.5 Gelecekteki Ar-Ge projeleri için önerilen konular 430

8 EKLER 400
8.1 İlgili mevzuat ve anlaşmalarda bulunan metaller ve bileşikler 400
8.2 Metallerin ve plastiklerin yüzey işleminde PFOS (perflorooktan sülfonat) 402
8.3 Düzenleyici emisyon sınır değerlerine örnekler 403
8.3.1 Fransa'da yüzey işleme faaliyetlerine uygulanan yönetmelikler 406
8.4 İzleme 408
8.4.1 Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemlerinde izleme için genel konular 408
8.4.2 Metallerin ve plastiklerin yüzey işleminden sulu atıkların kendiliğinden izlenmesi 408
8.5 Almanya'da Referans Tesisler 413
8.5.1 Referans tesis A 413
8.5.2 Referans Tesis C 421
8.5.3 Referans Tesis D 425
8.5.4 Referans Tesis E 428
8.5.5 Referans tesis F 433
8.5.6 Referans tesis G 439
8.5.7 Referans tesis H 445
8.5.8 Referans tesis K 450
8.5.9 Referans tesis L 456
8.6 Tipik küçük dekoratif kaplama hatları için krom kullanımı 462
8.7 İyon değişimi- tekniklerin genel tanımı 463
8.8 Ultrasonik temizleme- örnek tesisler 467
8.9 Extrakt edilen havanın hacminin azaltılması için örnek tesis 469
8.10 Hekzavalent ve üç değerlikli krom kullanımı ile ilgili yorum tablosu 471
8.11 Tesis optimizasyonu hesaplamaları örneği 475
8.12 Alüminyum parlatmadan kaynaklanan NO_X emisyonlarını azaltmanın maliyet avantajı için örnek hesaplama 485
8.13 Almanya'da atık su minimizasyonu ve atıksu içermeyen elektro-kaplama 487

SÖZLÜK 491
REFERANSLAR 501

Şekiller Listesi

Şekil 1.1: Alüminyum için toplam kaplama üretimi 7
Şekil 1.2: Avrupa'da mimari alüminyum profillerin yüzey parlatılması toplamı 8
Şekil 1.3: Avrupa'nın eloksallama konusunda öne çıkan ülkeleri 8
Şekil 1.4: AB-15'te ambalajlama (kalay levha ve ECCS) üretimi için çelik miktarı 9
Şekil 1.5: Kalay levha ve ECCS için ana tüketim endüstrileri APEAL 10
Şekil 1.6: AB-15'te sürekli elektrolitik çinko / çinko-nikel üretimi (kt cinsinden) 11
Şekil 1.7: AB-15'te sürekli çinko ve çinko-nikel kaplama çeliği üretimi (kt cinsinden) 11
Şekil 1.8: Her bölge bazında 1999- 2002 PCB'ler için dünya pazarı, milyon ABD doları cinsinden değeri 12
Şekil 1.9: Avrupa'da PCB üreticilerinin ciro bazında sayısı 13
Şekil 1.10: 2002 yılında Avrupa PCB üretimi ile hizmet verilen sanayi sektörleri 13
Şekil 2.1: Basitleştirilmiş işlem hattı iş akış şeması 21
Şekil 2.2: Bir iş atölyesi düzeni örneği 22
Şekil 2.3: İş parçaları ve alttaşlar için Bölüm 2'de verilen ortak rota ve işlem tanımları 23
Şekil 2.4: Ana işlem öncesi püskürtme (duş sprey) işlemi gören otomotiv gövdesi [ACEA] 26
Şekil 2.5: Askı veya raf kaplama: parlatılmış bileşenlerin boşaltılması. Graingorge S.A., France ve Agence de l'eau Seine-Normandie 28
Şekil 2.6: Cilalama. Producmetal S.A., Fransa ve Agence de l'eau Seine-Normandie 29
Şekil 2.7: PCB üretimi için bir askılı kaplama işlemi bölümü (Atotech Deutschland GmbH) 39
Şekil 2.8: Ayna işleme hattının örneği (SVUOM, Çek Cumhuriyeti) 55
Şekil 2.9: Dekoratif Anotlama işlem seçenekleri örneği 57
Şekil 2.10: Tipik eloksallama tesis düzeni 59
Şekil 2.11: Tipik bobin kaplama işleminin ana hatları 75
Şekil 2.12: Dikey hücre 77
Şekil 2.13: Radyal hücre 78
Şekil 2.14: Yatay hücre 79
Şekil 2.15: Elektrolitik çinko kaplama hattı düzeneğinin şeması 81
Şekil 2.16: Püskürtme, yağ giderme ve fırçalama 82
Şekil 2.17: Püskürtme yıkama 83
Şekil 2.18: Elektrolitik yağ giderme 84
Şekil 2.19: Asitleme bölümü 86
Şekil 2.20: Kalay kaplama hattı düzeninin şeması 90
Şekil 2.21: Bir temizleme ünitesinin şeması 91
Şekil 2.22: Asitleyici bölümünün şeması 91
Şekil 2.23: Bir kaplama teknesinin şeması- dikey hücre 92
Şekil 2.24: Akış–eritme bölümünün şeması 94
Şekil 2.25: Pasifleştirme uygulamasının şeması 95
Şekil 2.26: Krom kaplama hattı düzeni 96
Şekil 2.27: ECCS hattının tipik şeması 97
Şekil 2.28: Baskılı devre kartı yapım örnekleri 102
Şekil 2.29: Tipik baskılı devre kartı üretim süreci dizisinin akış diyagramı 104
Şekil 2.30: Kuru Rezist Uygulaması 108
Şekil 2.31: Fotoresist pozlama 109
Şekil 2.32: Rezist banyosu 109
Şekil 2.33: Bakır elektro kaplama 112
Şekil 2.34: Kalay elektro kaplama 113

Şekil 2.35: Çok katmanlı bir kartın şematik görünümü 115
Şekil 2.36: Kuru filmin sıyrılması 116
Şekil 2.37: Aşındırma..... 117
Şekil 2.38: Kalay rezistin sıyrılması 118
Şekil 2.39: Lehim maskesi ile kaplama 119
Şekil 2.40: Perde uygulaması ve lehim maskesinin sertleştirilmesi 120
Şekil 2.41: Sıcak hava tesviyesi..... 121
Şekil 2.42: Tipik bir atık su arıtma tesisi için akış çizelgesi..... 126
Şekil 2.43: İyon değişimini kullanan atık su arıtma tesisi örneği (Productmetal S.A. ve Agence de l'eau Seine-Normandie)..... 128
Şekil 2.44: Çözünmüş metal çözünürlüğünün pH ile değişimi 129
Şekil 3.1: Elektrolitik kalay levha ve krom kaplama (ECCS) işlemlerinde sürekli kütle akışına genel bakış.....166
Şekil 3.2: Çinko ve çinko-nikel için sürekli kaplamada kütle akışına genel bakış 168
Şekil 4.1. Durulama aşamasının tanımı..... 188
Şekil 4.2 Kapalı-mühürlü bütünleşmiş krom kaplama hattı..... 194
Şekil 4.3 Akı kilit vanası örneği (Menoni SA, Fransa ve Agence de l'eau Seine-Normandie) 208
Şekil 4.4 Durulama suyunun içe-sürüklenmesinden ve işlem çözeltisinin dışa-sürüklenmesinden dolayı yenilenmeyen işlem çözeltisinde kimyasal derişim azalması 219
Şekil 4.5. Eko durulama yoluyla dışa-sürüklenme geri kazanımı 220
Şekil 4.6. El ile püskürtmeli durulama (Producmetal S.A., Fransa)..... 222
Şekil 4.7 Çok-aşamalı durulama teknolojisi..... 227
Şekil 4.8 Üçlü karşı akışlı durulama ile dışa-sürüklenmenin geri kazanımı..... 229
Şekil 4.9 Üçlü ve dörtlü karşı akış durulamalarına özgü su tüketimi 'w'..... 230
Şekil 4.10 Üçlü statik durulama ile dışa-sürüklenmenin geri kazanımı 230
Şekil 4.11 W1 üçlü sabit akışlı durulamaya karşı W2 üçlü ters akışlı durulamada dışa-sürüklenme litresi başına özgül su harcamaları 231
Şekil 4.12 Çift statik durulama ve ardından sirkülasyonlu su ile tek akışlı durulama, devamında sürekli iyon değiştiricilerde (IEX) saflaştırma 232
Şekil 4.13 Durulanan tambur sayısına bağlı olarak C1 ve C2 kimyasal derişiminin artması..... 232
Şekil 4.14 Dış kademeli sistem: Dış kademeli ve yoğunlaşmış sıvı geri dönüşümlü tek püskürtme bölmesi 233
Şekil 4.15 Yoğunlaştırma ile kimyasal ve durulama suyu kurtarımı..... 234
Şekil 4.16 İşlem tankında duman çeker ile işlem çözeltisinden özgül su buharlaşması..... 237
Şekil 4.17 Buharlaştırıcı taslak çizimi 239
Şekil 4.18 Elektriksel diyalizin çalışma prensibi..... 240
Şekil 4.19 Ters ozmos tesisi 241
Şekil 4.20 İyon değişiminden önce durulamada kaybolan metalin ayrılması..... 245
Şekil 4.21 Temizlik için tutma depolu zayıf emülsiyon yağ giderme sistemi 271
Şekil 4.22 İşlem çözeltilerinin filtrelenmesi..... 285
Şekil 4.23 Engelleme (Retardasyon) süreci 286
Şekil 4.24 Soğuk kristalleşme çalışma prensibi 289
Şekil 4.25: İyon değişimi ile kromik asit elektrolit yenilenmesi..... 292
Şekil 4.26 Fazlalık ve kirletici metallerin elektrolitik çıkarılması 293
Şekil 4.27 Biyolojik sulu, yağ-alma işlemi 300
Şekil 4.28 Yağ-alma çözeltisi servis ömrünün uzatılması için yan-akışlı mikro filtreleme yapılması..... 303
Şekil 4.29 Diyaliz yoluyla asitleme çözeltilerinin yenilenmesi..... 307
Şekil 4.30 Akışkan yatak teknolojisini kullanan optimize edilmiş hücre..... 310

Şekil 4.31 Baskılı devre kartı imalatında alkali aşındırıcı geri dönüşümü [49, Fransa, 2003]. 328
Şekil 4.32 Ultrafiltrasyon ve ters osmoz bileşiminde kullanılan işlem 347
Şekil 4.33 Tekne üzeri kapaklı ve hava-çekerli Askı hattı 353
Şekil 4.34 Arıtma tankının üstünde duman çıkarımı örneği 355
Şekil 4.35 Tek-taraflı çekiş (W <0,5 m) 356
Şekil 4.36 Çift-taraflı çekiş (W> 0,5 m) 356
Şekil 4.37 Serbest yüzey alanını koruyan, taşıma çubuğuna sabitlenip birlikte hareket eden kapak 356
Şekil 4.38 Taşıyıcı tarafından hareket ettirilip, çeker-ocak üzerindeki serbest yüzey alanını koruyan kapak..... 356
Şekil 8.1: Tesis A süreç akış şeması 414
Şekil 8.2: Tesis A Nikel Girdileri 420
Şekil 8.3: Tesis A Nikel Çıktıları.....420
Şekil 8.4: Tesis C süreç akış diyagramı 422
Şekil 8.5: Tesis C atık su arıtma tesisi akış şeması 423
Şekil 8.6: Tesis D süreç akış diyagramı 426
Şekil 8.7: Tesis D atık su arıtma tesisi akış şeması 427
Şekil 8.8: Tesis E süreç akış diyagramı 429
Şekil 8.9: Tesis E atık su arıtma tesisi akış şeması.....431
Şekil 8.10: Tesis E çinko emisyonu.....433
Şekil 8.11: Tesis F süreç akış diyagramı.....434
Şekil 8.12: Tesis F atık su arıtma tesisi akış şeması.....437
Şekil 8.13: Tesis G süreç akış şeması 440
Şekil 8.14: Tesis G atık su arıtma tesisi akış şeması 443
Şekil 8.15: Tesis H süreç akış şeması 446
Şekil 8.16: Tesis H atık su arıtma tesisi akış şeması 448
Şekil 8.17: Tesis K'da süreç akış diyagramı 452
Şekil 8.18. Tesis K altı adımlı kaskat durulama 454
Şekil 8.19: Tesis K atık su arıtma tesisi akış şeması 455
Şekil 8.20: Tesis L'da süreç akış diyagramı.....458
Şekil 8.21: Tesis L atık su arıtma tesisi akış şeması.....460
Şekil 8.22: İngiltere sanayi için ortalama tesis şeması 475
Şekil 8.23: Endüstri için optimize edilmiş "iyi uygulama" tesisi, SE2000 475
Şekil 8.24: Ortalama (kıyaslama) tesisinden iyi uygulamalara yapılan iyileştirmelerin özeti. 476
Şekil 8.25: Hesaplama için standart faktörlerin girildiği sayfa.....477
Şekil 8.26: Sayfa ayarı sürükleme oranları 477
Şekil 8.27: Alkali temizleme istasyonu 478
Şekil 8.28: Asitli paklama istasyonu 479
Şekil 8.29: Asit paklama sonrası durulama; ortalama ve iyi uygulama tesisleri ve geri ödeme süresi için işletme ve maliyet karşılaştırması 480
Şekil 8.30: Elektro temizleme istasyonu 481
Şekil 8.31: Plakalama ve durulayıcılar.....482
Şekil 8.32: Plakalama istasyonu için soğutucu gereksinimleri.....483
Şekil 8.33: Pasivasyondan sonra durulama 484

Tablolar Listesi

Tablo 1.1: AB-15 ülkelerinde kalay levha ve ECCS için 2000 yılı üretim tonajları.....9
Tablo 1.2: AB-15'te hem kalay levha hem de ECCS üreten kesintisiz hat sayısı.....10
Tablo 1.3: Sektördeki temel kuşkulu maddeler ve etkilenebilecek ortamlar.....17
Tablo 3.1: Sıcak işlem çözeltilerinin yüzeyinden enerji kayıpları watt / m^2.....136
Tablo 3.2: Yağ giderme kimyasallarının özel tüketimi.....137
Tablo 3.3: Asitleyici maddenin özel tüketimi 138
Tablo 3.4: Asitleme ve ilgili süreçlerden kaynaklanan metal kayıpları [51, Fransa, 2003].....138
Tablo 3.5: Kaplama işlemlerinden kaynaklanan metal kayıpları [51, Fransa, 2003].....139
Tablo 3.6: Özgül elektrolit tüketimi.....139
Tablo 3.7: Farklı çinko kaplama tesisleri için verimlilik ölçütleri 139
Tablo 3.8: Otomotiv endüstrisinde fosfatlama verimi ve kayıpları.....140
Tablo 3.9: Kullanılan malzemelere göre süreç verimliliği.....141
Tablo 3.10: Atık su boşaltımları için veri kaynakları ve çeşitleri 142
Tablo 3.11: Fosfatlama tesisleri için ACEA salınım değerleri.....143
Tablo 3.12: CETS Hollanda (VOM) Bir sözleşmeli kaplamacı için akış ve yükleme verileri.144
Tablo 3.13: Finlandiya fosfat salınım değerleri.....144
Tablo 3.14: Galvanik tesislerden belediye kanalizasyon sistemlerine kadar giden ağır metal yükleri 145
Tablo 3.15: Ek 8.5'teki Alman örnek tesisleri: atık suya boşaltılan giriş metallerinin yüzdesi 145
Tablo 3.16: Alman yüzey arıtma atık su örneklerinden elde edilen özet veriler UBA 146
Tablo 3.17: Hollanda'da bir fabrikadan alınan atık su örnekleri için özet veriler 147
Tablo 3.18: İsveç'te dokuz tesiste atıksu verilerinin özeti.....148
Tablo 3.19: 30 IPPC'den izin başvurusundaki atık suya salınan değerler için İngiltere verileri. 149
Tablo 3.20: Potansiyel MET ile ilgili değerler dahil olmak üzere, suya salınıma ilişkin özet veriler 151
Tablo 3.21: Kaçak salınımların önlenmesini gerektirebilecek çözeltiler ve uygulamalar.....154
Tablo 3.22: Havaya salınımlar için veri kaynakları ve türleri.....155
Tablo 3.23: Alkali çinko tambur ve bakır-nikel tambur hatlarından havaya verilen salınımlar, Avusturya, Collini Gmbh, Avusturya 155
Tablo 3.24: Havaya salınım. CETS Hollanda CETS VOM.....156
Tablo 3.25: Üç değerlikli krom kaplamasından kaynaklanan havaya salınımlar C E T S İngiltere (SEA) 157
Tablo 3.26: Almanya'daki asitleme ve krom kaplama tesis örnekleri için hava salınım değerleri 158
Tablo 3.27: İsveç'te metallerin yüzey işlemine yönelik etkinlik örnekleri için hava salınım değerleri [104, UBA, 2003].....160
Tablo 3.28: Bazı tesislerden havaya verilen salınım değerleri için özet veriler 163
Tablo 3.29: Elektrolitik kalay veya ECCS ile sürekli çelik kaplanma için tipik girdi ve tüketim seviyeleri.....167
Tablo 3.30: Elektrolitik kalay veya ECCS ile sürekli çelik kaplama için tipik salınım değerleri 167
Tablo 3.31: Çinko ve çinko nikel ile sürekli çelik kaplama için tipik tüketim ve salınım seviyeleri.....169
Tablo 3.32: Baskılı devre kartları: Tüketim türleri ve atık çıktılarının özeti.....170
Tablo 3.33: PCB üretiminden kaynaklanan atıklar.....173
Tablo 3.34: PCB üretiminden kaynaklanan hava salınımları.....174

Tablo 4.1: Bu bölümde açıklanan her teknik için bilgi dökümü 175
Tablo 4.2. Askılar için çıkarma ve durma süreleri 213
Tablo 4.3 Tamburlarda çıkarma ve durma süreleri (CETS İtalya, Assogalvanica)..... 215
Tablo 4.4 Dışa-sürüklenmeli tutma, 8 mm delikli tambur çapı 380 mm..... 216
Tablo 4.5 Dışa-sürüklenmeli tutma, 2 mm delikli tambur çapı 380 mm..... 216
Tablo 4.6 Önerilen bazı durulama oranları [29, EA, 2001-3]..... 218
Tablo 4.7 Durulama oranı, belirli bir durulama suyunun ve kaskadların sayısı olarak ifade edilen bir fonksiyondur..... 226
Tablo 4.8 Bazı çoklu durulama teknikleri için elde edilebilir geri dönüşüm oranları..... 228
Tablo 4.9 Siyanür kullanan işlem çözeltileri..... 256
Tablo 4.10 İşlenmiş alttaştan krom (VI) salınımı..... 258
Tablo 4.11 Sert ve dekoratif krom banyoları için krom yerine geçenlerin özeti 264
Tablo 4.12 İşlem tekniklerinin uygulanmasını tartışan bölümler..... 277
Tablo 4.13 Sulu sistemlerin arıtılması için yaygın teknikler..... 278
Tablo 4.14 Süreç çözeltilerinin bakımı için uygulanan teknik örnekleri..... 283
Tablo 4.15 Yağ-alma çözeltilerinin bakımı için teknikler 297
Tablo 4.16 Aşındırma çözeltilerinde diyaliz işleminin sonuçları..... 307
Tablo 4.17 Akışkan yataklı elektrolitik hücre için tipik yatırım ve işletme maliyetleri..... 311
Tablo 4.18 Metal hidroksitlerin ve sülfürlerin çözünürlük ürünleri UBA..... 337
Tablo 4.19 Farklı kaynaklardan gelen elektroliz çamurunun tipik bileşimi UBA 350
Tablo 5.1: Süreç içi malzeme verimlilik seviyeleri 401
Tablo 5.2: Bazı tesisler için bazı MET'ler ile ilişkili salınım aralıkları 405
Tablo 5.3: Kaçak salınımların önlenmesini gerektirebilecek çözeltiler ve faaliyetler 406
Tablo 5.4: Bazı tesisler tarafından havaya salınım aralıkları..... 407
Tablo 6.1: Geleneksel Cr (VI) ve değiştirilebilen darbe akımlı Cr (III) ile sert krom kaplamaların karşılaştırılması 388
Tablo 8.1: İlgili mevzuat ve sözleşmelerdeki metaller ve bileşikler 400
Tablo 8.2: Avrupa'da yüzey arıtma atıksuları için emisyon sınır değerleri (mg/l cinsinden değerler) (CETS).....403
Tablo 8.3: Endüstriyel atık sular için Helsinki Water Co. ve Helcom emisyon sınır değerleri405
Tablo 8.4: Yüzey teknolojisinde hava kirleticileri [104, UBA, 2003].....405
Tablo 8.5: Atık suların PCB imalatından kamu kanalizasyonuna deşarjı için tipik sınır değerler 406
Tablo 8.6: PCB imalatından su yoluna kadar deşarj için tipik değerler ekleme parametreleri 406
Tablo 8.7: Tesis A giriş malzemeleri 415
Tablo 8.8: Tesis A'nın hizmet ömrü, izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması 416
Tablo 8.9: Tesis A süreç banyolarının hizmet ömrü.....416
Tablo 8.10: Tesiste ağır metaller için emisyon seviyeleri.....418
Tablo 8.11: Tesis A atık miktarları.....418
Tablo 8.12: Tesis A elektro kaplama çamurun metal bileşenleri.....419
Tablo 8.13: Tesis D atık su ve atık için metal kayıpları.....428
Tablo 8.14: Tesis E girdi malzemeleri.....429
Tablo 8.15: Tesis E'de kimyasalların hizmet ömrü, izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması 430
Tablo 8.16: Tesis E ağır metaller için atık su emisyon değerleri 432
Tablo 8.17: Tesis E üretilen atık.....432
Tablo 8.18: Tesis E'de birim maliyet, m^2 başına 433
Tablo 8.19: Tesis F'de girdi malzemeleri 434

Tablo 8.20: Tesis F'de atıksu arıtmada kullanılan kimyasallar 435
Tablo 8.21: Tesis F'de kimyasalların hizmet ömrü.....436
Tablo 8.22: Tesis F ağır metaller için atık su emisyon değerleri 436
Tablo 8.23: Tesis F'de üretilen çamur 437
Tablo 8.24: Tesis F'de üretilen çamur metal içeriği.....438
Tablo 8.25: Tesis G girdi malzemeleri.....441
Tablo 8.26: Tesis E'de izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması 442
Tablo 8.27: Tesis E'de kimyasalların hizmet ömrü 442
Tablo 8.28: Tesis G ağır metaller için atık su emisyon değerleri.....443
Tablo 8.29: Tesis G'de üretilen çamurun metal içeriği 444
Tablo 8.30: Tesis G'de birim maliyet, m^2 başına.....445
Tablo 8.31: Tesis H'de girdi malzemeleri.....446
Tablo 8.32: Tesis F'de süreç çözeltilerinin döngüsü ve servis ömrü 447
Tablo 8.33: Tesis H ağır metaller için atık su emisyon değerleri.....449
Tablo 8.34: Tesis H'de atık miktarı 449
Tablo 8.35: Tesis H'de birim maliyet, m^2 başına.....450
Tablo 8.36: Tesis K'da girdi malzemeleri.....451
Tablo 8.37: Tesis K'da kimyasalların hizmet ömrü 453
Tablo 8.38: Tesis E'de izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması 453
Tablo 8.40: Tesis E üretilen atık miktarları.....455
Tablo 8.41: Tesis L'da girdi malzemeleri ve atıksu arıtma 457
Tablo 8.42: Tesis E'de izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması 458
Tablo 8.43: Arıtma sonrası atık sudaki ağır metallerin konsantrasyonu.....459
Tablo 8.44: Tesis L'de ağır metaller için atık su emisyon değerleri 460
Tablo 8.45: Tesis L'de metalürjik geri dönüşüm için elektro kaplama çamur bileşimi 461
Tablo 8.46: Tesis L'de birim maliyet, m^2 başına 461
Tablo 8.47: Genel reçine tipleri için tipik iyon değişim kapasiteleri (litrede mili değerler, meq/l) 464
Tablo 8.48: NO_X'in Seçici Katalitik İndirgenmesi (SCR): EUR (2001) 'deki Maliyet [24, UBA-Avusturya, 2001]'den Veriler.....486

KAPSAM

Bu dokümanın kapsamı 96/61/EC sayılı IPPC Direktifinin Ek 1'nin 2.6 no.'lu kısmına dayanmaktadır: "İçinde muamele yapılan teknelerin hacminin 30 m^3'ü aştığı bir elektrolitik veya kimyasal işlem kullanılarak metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri için tesisler".

Belirli bir tesisin bir IPPC izni gerektirip gerektirmediğine karar verirken, uygulama teknelerinin hacminin 30 m^3'ü aşıp aşmadığı önemlidir. Bu belge, bu yorumlama ve karar verme konusunu ele almamaktadır. Teknik çalışma grubu bu tanımı tartışmış ve 30 m^3 eşiğinin tesisteki tüm proses tanklarının hacminin toplamı olduğunu kabul etmiştir. Buna spreyler dahildir. Yağ giderme faaliyetlerinin toplam hacme dahil olup olmadığı üzerine farklı görüşler vardır.

Birçok tesis, küçük ve büyük üretim hatlarının bir karışımını ve birleşik elektrolitik ve kimyasal proseslerin yanı sıra ilişkili faaliyetleri içerir. Direktif'in 1. Eki'nin 2. noktası şunu söyler: "Bir işletmeci aynı tesiste veya aynı sahada aynı alt-kategoriye giren çeşitli faaliyetleri gerçekleştirdiğinde, bu faaliyetlerin kapasitelerin hepsi toplanır". Bu, kapsam içerisindeki tüm proseslerin, üzerinde çalıştıkları ölçeğe bakılmaksızın, bilgi alışverişinde dikkate alındığı anlamına gelir.

Pratik anlamda, şu anda kullanılan elektrolitik ve kimyasal süreçler su bazlıdır. Doğrudan ilişkili faaliyetler de burada açıklanmaktadır. Aşağıdakiler bu belgenin içeriğinde yoktur:

- Sertleştirme (elektro-kaplama ile yapılan hidrojen kırılganlığının giderilmesi hariç)
- Metallerin buharla yüzeyde biriktirilmesi gibi diğer fiziksel yüzey işlemleri
- Sıcak daldırma ile galvanizleme ve demir ve çeliklerin dekapajı, demirli metal işleme endüstrisindeki en iyi teknikler referans belgesinde tartışılmıştır.
- Çözücü madde kullanarak yüzey işlemede mevcut en iyi teknikler referans belgesinde tartışılan yüzey işlem süreçleri, ancak çözücü ile yağ giderme de bu belgede bir yağ giderme seçeneği olarak kısaca tartışılmaktadır.
- Elektro-boyama (elektroforetik boyama), çözücüler kullanarak yüzey işlemede mevcut en iyi teknikler referans belgesinde tartışılmıştır.

1 METAL VE PLASTİK YÜZEY İŞLEMİ ÜZERİNE GENEL BİLGİLER

Metal yüzeylerinin işlenmesi

Metallerin yüzeylerinin işlenmesi, eski insanların MÖ 4000 yıllarında süs eşyası yapımına altın kullanmalarına kadar uzanır. Altın ve gümüş kaplamalar (amalgamlardan biriktirme dahil) MS 13. yüzyıla kadar tamamen biliniyordu ve MS 1200 yıllarında ise Bohemya'da kalay kaplama gerçekleştirilmiştir. 19. yüzyılın ortalarında metallerin elektrod pozisyonu keşfedildi ve böylece hala geliştirilen yeni uygulama alanları ortaya çıkmıştır [4, Cramb, 5, Hook ve Heimlich, 2003, 41, 2003].

Metallerin yüzey özelliklerinin değiştirilme amacı genellikle:

- Dekorasyon ve/veya yansıtma (parlaklık),
- Sertlik iyileştirme (kesme kenarlarını korumak ve hasara ve aşınmaya karşı direnci korumak için),
- Korozyonun önlenmesidir.

Halen, ana uygulama alanları şunlardır: otomotiv ve nakliye, paketleme, yapı ve inşaat (daha fazla bilgi için bkz. Bölüm 1.1) [118, ESTAL, 2003]. 1960'lardan bu yana iki ticari uygulama alanı daha ortaya çıkmıştır:

- Mikroelektronikte, özellikle telekomünikasyon ve mikroişlemci denetleyicilerin gelişimiyle birçok ortak cihazda uygulanmıştır. Bunlar, çok küçük elektrik akımları taşıyabilen yüksek iletkenliğe sahip, çok büyük miktarlarda (toplu üretim) üretilmiş bileşenler gerektirir. Bu daha ucuz alttaşlara değerli metal kaplama uygulanarak elde edilir.
- Baskıda, alüminyum genellikle litografik plakalar için tercih edilen alttaştır. Alüminyum ışığa duyarlı işlemlerden önce elektrokimyasal granülleme ve anodik oksitleme (anotlama) ile işlenir.

Plastik yüzeylerin işlenmesi

Plastikler sadece metallerin yerini almak için değil kendi başlarına da kullanılmaktadır. Kolaylıkla şekillendirilir, esnek veya sert olabilir ve korozyona dayanıklı ve yalıtkandır, ancak başka istenen özelliklerden yoksundurlar. Bu durum, yeni malzemelerin yüzey özelliklerini değiştirmek için aşağıdaki amaçlar doğrultusunda taleplere yol açmıştır:

- Altın, pirinç ve krom benzeri yüksek değerli metal benzeri bir görünüm elde etmek için dekorasyonda,
- Krom benzeri yansıtmada,
- Plastikler genellikle metallerden daha yumuşak olduğundan, dayanıklılıkta,
- Genellikle seçilmiş bölgelerdeki elektrik iletkenliktedir.

Bu gereksinimler, plastik yüzeyinde metal katmanları biriktirilerek karşılanmaktadır.

Baskılı devre kartları, karmaşık elektronik devrelerin plastik- genellikle reçine veya cam elyaf tahta yüzeyinde metaller kullanılarak üretildiği, ancak plastik filmlerin de kullanıldığı özel bir durumdur. Burada küçük delikleri metallerle bağlamak için bazı katmanların kaldırılıp bazı katmanların eklendiği karmaşık bir süreç dizisi vardır. Bu süreçler sırasında deliklerin iç yüzeyi, elektronik bileşenlerin daha sonra buralara lehimlenmesi amacıyla ayrıca metalle kaplanır.

1.1 Yüzey işlemlerini kullanan sanayiler

Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemesi, ayrı bir dikey endüstri sektörü oluşturmaz. Yüzey işlemleri ürün oluşturmaz; önceden oluşturulmuş bileşenlerin ya da ürünlerin sonraki kullanım için yüzey özelliklerini değiştirir. Baskılı devre kartları ürün olarak kabul edilebilir, ancak diğer ürünlerde kullanılmak üzere üretilmiş bileşenlerdir ve önemli sayıda birbirine bağlı üretim aşaması ile üretilir. Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri bu nedenle büyük ölçüde birçok endüstriye hizmettir ve başlıca müşteri örnekleri aşağıda verilmiştir:

- Otomotiv
- Havacılık
- Bilgi sistemleri
- Telekomünikasyon
- Ağır mühendislik
- İnşaat (bina)
- Banyo armatürleri
- Donanım
- yiyecek ve içecek kapları
- baskı
- ev aletleri
- mücevher, gözlük ve süs eşyaları
- mobilya
- giysi
- para basma
- tıbbi.

Pazar payı büyüklük olarak yaklaşık: %22 otomotiv, %9 inşaat, %8 yiyecek ve içecek kapları, %7 elektrik sanayi, %7 çelik yarı ürün, %7 elektronik sanayi, % 5 endüstriyel teçhizat, % 5 havacılık endüstrisi ve % 30 u ise belirtilmemiş yapıdadır [121, Fransa, 2003]. Tablo 1.1 de kilit öneme sahip sentezleme örnekleri ve kullanımları verilmiştir.

Tablo 1.1: Anahtar işlemlerin örnekleri ve kullanımları

Uygulama tipi	Alttaş	İş parçası örnekleri	Ulaşılan etki
Çinko kaplama ve krom pasifleştirme	Çelik	İnşaat, otomotiv, mobilya için bağlantı elemanları (somun, cıvata, vida, çivi, özel tasarım vb.). Otomobil fren sistemi bileşenleri, ön cam yıkama sistemi bileşenleri. Ev eşyaları için şase ve muhafazalar (TV'ler, Hi-fis, videolar, çamaşır makineleri, buzdolabı).	• Korozyonu önleme • Dekorasyon
Sert krom kaplama	Çelik	Ağır iş motorları (deniz, vb.). Haddehane yatakları (çelik ve demir dışı metal). Silindirler (kâğıt fabrikalarında). Havacılık alt takım ve kontrol bileşenleri. Tıbbi malzeme. Otomotiv amortisörleri [157, ACEA, 2004].	Dayanıklılık • Yapışmayı önleme • Mikro pürüzsüz yüzey
Krom kaplama	Çelik bobin	Gıda, evsel ve ticari ürünler ambalajı (kalay kutular)	• Korozyonu önleme • Dekorasyon
Nikel, otokatalitik kaplama (sonraki krom kaplama için)	Plastik, çelik, alüminyum, etc.	Banyo tesisatları. Mobilya parçaları Tekstil ve matbaa makineleri Otomotiv Döşeme [124, Almanya, 2003].	• Dekorasyon • Korozyonu önleme
Nikel, elektrolit	Çelik	Metal Paralar (tüm AB para birimleri). Bağlantı parçaları (vidalar, vb.). Otomotiv Döşeme [157, ACEA, 2004].	Korozyonu önleme • Dekorasyon
Bakır ve bakır alaşımı (pirinç) kaplama	Çelik	Metal Paralar (tüm AB para birimleri). Teçhizat Bağlantı parçaları.	• Dekorasyon
Kadmiyum kaplama	Çelik	Havacılık tesisatları.	• Korozyonu önleme • Yapışmayı önleme
Altın kaplama	Bakır, baskılı devre kartları	Telekomünikasyon ve IS donanımı için konnektörler ve teller.	• Korozyonu önleme • Yüksek iletkenlik
Değerli metal kaplama (altın, gümüş, iridyum, platin)	Çelik, bakır, pirinç, alaşımlar	Mücevherat, süs eşyaları (içi boş), gözlük çerçeveleri.	Korozyon koruması • Dekorasyon
Anotlama	Alüminyum	Otomotiv bileşenleri [111, ACEA, 2003]. Havacılık kanat ve gövde panelleri. Kapı ve pencere çerçeveleri, kaplama panelleri. Ambalaj ve tüketim malları	• Korozyon koruması • Dekorasyon (renkli veya renksiz)
Sert Anotlama	Alüminyum	Otomotiv motorları için türbin kompresör gövdelerindeki yatak yüzeyleri.	• Dayanıklılık, artan sertlik
Fosfatlama, kromatlama ve diğerleri gibi dönüşüm kaplamaları [118, ESTAL, 2003]	Çelik, alüminyum ve diğer metaller	Somunlar, cıvatalar, vidalar, borular. Motor piyonları, eksantrik milleri, pistonlar, dişliler, vanalar. Tellerin, tüplerin vb. soğuk şekillendirilmesi Gıda ve ev eşyaları ambalajı. Otomotiv gövdeleri ve paneller [111, ACEA, 2003]. Elektrikli ev eşyaları vb.	• Korozyon koruması • Dayanıklılık (soğuk çekme veya şekillendirme için yüzey yağlama) • Yüzey düzensizliklerinin üstesinden gelir
Baskılı devre kartları (kalay ve bakır kaplama, aşındırma, vb.)	Plastik üzerine bakır	Havacılık, otomotiv ürünleri (motor yönetimi, frenleme vb.), telekomünikasyon ve IS, yerli mallar için kontrol sistemleri.	• Devre sistemleri

1.2 Sanayi yapısı ve ekonomik arka plan

1.2.1 Tesislerin tipi ve boyutu

Bu belgede, küçük özel şirketlerden çokuluslu şirketlere kadar Avrupa'da 18300'den fazla tesiste (hem IPPC hem de IPPC olmayan) gerçekleştirilen metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri tartışılmıştır. Bunlardan büyük çoğunluğu küçük veya orta ölçekli işletmelerdir (KOBİ'ler, [61, AT, 2002]); Almanya'da tipik çalışan sayısı 10 ile 80 arasındadır. Metal ve plastik yüzey işleme endüstrisi, Avrupa'da yaklaşık 440000 kişiyi istihdam etmektedir. Bu rakamlar baskılı devre kartı üreticilerini de içerir. 10000'den fazlası (% 55) uzman yüzey işleme tesisleridir (sürekli iş ya da geçici (kontratlı) iş atölyeleri olarak bilinir). Kalan 8300 (% 45) tanesi, başka tesislerdeki yüzey işleme atölyeleridir ve tipik olarak bir KOBİ'dir. Kontratlı atölyelerin çoğunluğu birden fazla endüstriye hizmet verir (Tablo 1.1'de listelenenlere bakınız). Tüm faaliyetleri içeren tipik bir tesis yoktur ve aynı faaliyetlerde bulunanlar arasında güçlü benzerlikler olsa bile, iki tesis bile aynı olmayacaktır. [3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003]. Ekonomik istatistiklerin toplanması için, galvanik-kaplama, kaplama, polisaj, eloksal ve renklendirme, Standart Endüstriyel Sınıflandırma (SIC) kodu 3471 kapsamında sınıflandırılır, ancak bu, her türlü metal son işlemine katılan işyerlerini de kapsar. Ürünlerin hem üretim hem de parlatma (yüzey işleme) işini yapan firmalar ürettikleri ürünlere göre sınıflandırılır. Salınım kaynakları ile ilgili veriler için ise, endüstri, genel amaçlı üretim süreçleri temelinde sınıflandırılır (salınımlar için, NOSE-P 105.01 [2, EC, 2000]). Bu gruplamalar, diğer mühendislik çalışmalarından kolayca ayırt edilemediklerinden ötürü belirli yüzey işlemleri veya tüm sektör için verilerin çıkarılmasını zorlaştırmaktadır.

Yüzey işleme süreci, ilk iş parçası veya alttaş imalatı ile nihai ürün montajı, tamamlanması ve paketlenmesi arasında yer alır. Önemli istisnalar olmakla birlikte, yüzey işleme (kontratlı atölyelerin ve birçok işletme-içi atölyelerin her ikisinde) üretim zincirinde genellikle düşük önceliğe sahiptir. Düşük öncelik, doğru ve güncel teknik özelliklere dikkat edilmemesine, ürün tasarımında tüketimin azaltılmasına ve asgariye indirilmesine dikkat edilmemesine ve aynı zamanda yatırım eksikliğine neden olabilir.

Yüzey işlemi genellikle ana metal veya plastik parçaların, somun, cıvata, preslenmiş veya kalıplanmış bileşen, tabaka veya kablo gibi iş parçaları ya da şekillendirilmiş alttaşlar halinde oluşturulmasından sonra gerçekleştirilir. Bu alttaşlar, hatta, sıklıkla farklı malzemelerin kullanıldığı çeşitli bileşenlerden oluşan alt-montajlar olabilirler. Burada bileşenler ve alt-montajlar, preslenmiş, dökülmüş ve / veya işlenmiş karmaşık şekillerde olabilir. Bununla birlikte, rulo(bobin) işlemede yüzey işlemleri, alttaş kullanımından önce uygulanır. Boyutları, ince tellerden başlayarak genişliği 2008 mm olan çelik şeritlere kadar değişir. Daha küçük ölçekli makaradan-makaraya uygulamalarda, bakır, pirinç veya diğer alaşımlar da kaplanır. Baskılı devre kartları, zaten plastik veya yassılaştırılmış (genellikle bakır ile) cam elyaf levhalardan veya plastik filmlerden yapılır.

İşlem hatları genellikle modüler ve küçük dizilerden oluştuğundan bir tank dizisi olarak kolayca monte edilebilir. Bununla birlikte, büyük otomatik hatlar ve bu tesislerdeki büyük çaplı çelik bobinler veya uçak kanatlarının parçaları gibi büyük bileşenler kullanan modüller tipik olarak uzmanlık, büyüklük ve sermaye gerektirir.

Çoğu tesis, özellikle de kontratlı işletmeler, yan yana çoklu hatlar kullanacaktır. Bu, teslimatın (üretimin) artırılmış kapasitesine ve güvenilirliğine yardımcı olur ve tesisin farklı ürünler ve fiyatlar için farklı işlemler (askı, bobin veya küçük ölçekli bobin, bkz. Bölüm 2) ve / veya farklı yüzeyler sunmasına izin verir. Bu gibi durumlarda, IPPC Yönergesinin Ek 1'inci 2. paragrafı geçerlidir: “Bir kullanıcının aynı tesis veya aynı şantiyede aynı alt başlık altında yer alan birkaç faaliyet gerçekleştirmesi durumunda, bu tür faaliyetlerin kapasiteleri bir araya getirilir.”. [1, EC, 1996].

Coğrafi dağılıma ve endüstrinin yapısına bir örnek olarak, Fransa'da sanayi yayılmış olup, güneydoğuda (% 21) ve Paris bölgesinde (% 24) yoğunlaşmaktadır. İşlem teknelerinin hacminin 1,5 m^3'ü aştığı yüzey işleme tesislerinin sayısı 2250 (Fransız ulusal mevzuatının eşik seviyesi) ve işlem teknelerinin hacminin 10 m^3'ü aştığı sayı ise 1260'tır [121, Fransa, 2003].

1.2.2 Teçhizat ömrü

İşlem hatlarının büyük çoğunluğu modülerdir ve tek tek modüller gerektiğinde tamir edildiğinden ya da değiştirildiğinden tesis ömrünün gerçek ölçümü zordur. Tipik olarak, komple üretim hatları sadece çok uzun aralıklarla (bireysel modüllerin bakımı artık yeterli olmadığında) veya radikal olarak yeni teknoloji kullanıldığında değiştirilir. Bununla birlikte, çelik saç (bobin) kaplama ve otomotiv gövdeleri ve panelleri gibi büyük ölçekli yüzey işleme işlemleri için, sermaye yatırımı milyonlarca avro (ve tam bir boyahane kurulumu için 500 milyon avro'ya kadar) kadar olabildiği gibi ömürleri de 20 ila 40 yıl civarı olabilir. Amortismanlar ise genellikle 20 yıldan fazladır [111, ACEA, 2003].

1.2.3 Tesislerin teknik özellikleri

İşlem hatlarının modüler yapısı nedeniyle, bazı teknikler nispeten hızlı ve ucuz bir şekilde kurulabilir veya değiştirilebilir. Örneğin, bazı süreç çözeltileri düzenli olarak değiştirilir, diğerleri, yani uzun bir ömürlü olanlar ise pahalı olup değişimleri yatırım kararı gerektirir. Bazı teknikler üretim hatlarında değişiklik veya uzantı gerektirebilir. Modüler doğanın bu tür değişiklikleri kolaylaştırmasına rağmen, bu işler, taşıyıcı mekanizmaların ve kontrol sistemlerinin kapasitesi ve mevcut alan sınırlaması gibi birçok durumdan etkilenecektir. İşletme içi operasyonlar ise belirli ürünler için olma eğilimindedir. Bunların yanında çelik saç (bobin) kaplama, havacılık parçaları veya otomotiv gövdeleri gibi daha büyük ürünleri işleyen tesisler için değişikliklerin yapılması teknik olarak daha zor olabilir ve / veya daha yüksek sermaye maliyetleri gerektirebilir. Büyük tesisler için amortisman genellikle 6 ila 20 yıl arasındadır [157, ACEA, 2004].

Sektördeki fazla kapasite nedeniyle, tamamen yeni tesislerin inşa edilmesi nadirdir. Mevcut tesislerdeki modüllerin veya hatların değiştirilmesi daha yaygındır.

1.2.4 Piyasa yapısı

1.2.4.1 Rekabet

Hatların modüler, yapımının düşük maliyeti ve kolaylığı, başlangıçta düşük engel oluşturur. Metallerin ve plastiklerin yüzeylerini, genellikle küçük çözelti teknesi (vat) hacimlerinde bir ya da iki işlem hattını kullanarak işleyen işletmeler, bazı müşteriler için daha fazla azaltma tekniği uygulayıp büyük süreç hatları kullanan tesisler ile doğrudan rekabet halindedir.

Bu endüstri birçok ana üretim alanına hizmet verirken, müşteri yoğunluğunun çok olduğu bazı alanlarda (otomotiv endüstrisi gibi) yüksek rekabet ve yüzey işleme kapasitelerinde fazlalık söz konusudur. Çok az sayıda çalışma atölyesi üç- dört endüstri tipinden daha fazlasına hizmet edecek kadar yayılmış ya da üç parlatma seçeneğinden daha fazlasını sunabilir; yani çoğu şirketin iş stratejisi, belirli parlatma türlerinde uzmanlaşmaya odaklanmış durumdadır. İşleri, özel işlemli parlatma ve / veya yüksek kalite standartları ya da işlenecek bileşenleri üretmek gibi dikey entegrasyon sağlayanlar bazlarında ayırma konusundaki fırsatlar sınırlıdır. Kurum içi tesis, işin tamamen dikey entegrasyonudur. Çelik saç bobin kaplama gibi çok özel yüzey parlatmasına dayanan büyük ölçekli üretim hatları için tipik çeşitlendirme veya yeni pazarlar oluşturulma fırsatları son derece sınırlıdır.

1.2.4.2 Pazar kapsamı

Pazarın coğrafi boyutu genellikle işlemlerdeki uzmanlaşma derecesiyle orantılıdır. Genellikle fiyatının müşteriler arafından kontrol edildiği iş atölyeleri tarafından (krom pasifleştirme ile çinko kaplama gibi) yürütülen bu işlemler çok yerel bazda gerçekleştirilmektedir. Diğerleri daha ihtisaslaşmış ve dolayısıyla daha yüksek fiyatın (örneğin kadmiyum kaplama veya büyük bileşenlerin havacılık şartnamelerine getirilmesi gibi) nakliye maliyetlerini uygun hale getirdiği parlatma işlemleri, ulusal ölçekte veya hatta komşu ülkeler arasında gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte, Avrupa'daki yüzey işleme tesislerinin yoğunluğu, genellikle fiziksel olarak genişleyen pazarların menzili içinde daha fazla rekabetçi bulunması anlamına gelir.

Müşteri malları için pazarın kapsamı da önemli bir faktördür. 2001 ve 2002 yıllarında, hafif mühendislik endüstrilerindeki iş hacmi, Avrupa'da% 30 oranında azalmıştır. Bunun nedeni ise, üretilen işlenmiş parçaların ve teçhizatın Asya'ya ihracındaki artıştır (Sözel tartışmalar, TWG).

Baskılı devre kartı (PCB) üretimi için şimdiki tahminler, 2005 / 6'ya kadar dünya çapındaki PCB üretiminin 2000 yılında gerçekleşen patlama seviyesine ulaşabileceği yönündedir. Asya'daki rakiplerin maliyet yapısı nedeniyle, Avrupa'da standart teknolojiler kullanıldığında yüksek hacimli PCB üretiminin uzun vadeli rekabet gücü, küresel müşteriler açısından sorgulanmaya açıktır. Avrupa'da daha fazla büyüme sağlanmadıkça dünya çapındaki kapasite fazlası, birleşmelerle ve iflaslarla sonuçlanabilir. [122, UBA, 2003]

Çok katmanlı devre kartları (MLB'ler) ile orantısız büyüyen HDI (yüksek yoğunluklu ara bağlantı) veya “microvia” kartların da içinde olduğu diğer yüksek teknoloji ürünlerinin büyüme oranı, Avrupa PCB üretiminin teknolojik gelişimini göstermektedir. Avrupa PCB imalatçılarının, sensör teknolojisi, endüstriyel uygulamalar, telekomünikasyon, otomotiv elektroniği ile medikal ve havacılık endüstrileri gibi işlere yoğunlaşarak yüksek teknoloji alanlarına yönelmeye devam etmeleri beklenmektedir (bkz. Bölüm 1.3.5).

1.2.4.3 Piyasa (Pazar) yedekleri (ikame)

Bu bağlamdaki yedekler [88, EIPPCB], müşteri için istenen sonucu elde etmek için alternatif ve rekabetçi yollar anlamına gelir ve Madde 4.9'da tanımlanan kimyasallar veya diğer işlemlerin yedeği anlamına gelmez. Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemlerinin çoğu için alternatifler mevcuttur. Müşteri, fiyat veya tasarım nedeniyle bu alternatiflerden birine yönelebilir. Bu tür bir yedekleme (ikame), üç biçimde olabilir:

- Farklı bir yüzey işleme sistemi. Örneğin, elektrolitik veya kimyasal işlemler, çözücü boyamalı yüzey işlemleriyle rekabet eder: boyalı araba kapı kolları yerine büyük oranda krom kaplı olanlar kullanılmaktadır; Alüminyum levhalardan litografik baskı yerine küçük çaplı çalışmalar için lazer veya mürekkep püskürtmeli baskı kullanılabilir.
- Farklı bir malzemeden parça imalatı. Müşteri, ürünleri veya parçaları alternatif malzemelerden yeniden tasarlayarak yüzey işleme ihtiyacını azaltabilir. Örneğin, boya veya gıda maddeleri metal kutular yerine plastik kaplarda satılabilir; litografik plakalar plastik gibi farklı alttaşlara üretilebilir
- Yukarıdakilerin bir bileşimi. Araba ışık reflektörleri artık çelik presleme ve bakır / nikel / krom kaplama yerine bir plastikten kalıplanabilir ve üzerine buhar metal kaplama uygulanabilir.

Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de müşterilerin tasarım akımlarına, müşteri şartnamesine ve maliyetine göre anotlama ve diğer kaplamalar arasında geçiş yapabildiği örnek uygulamalar gösterilmektedir.

1.2.5 Genel ekonomik durumun özeti

Artan maliyetlerin müşterilere aktarılma fırsatları şu nedenlerle sınırlıdır:

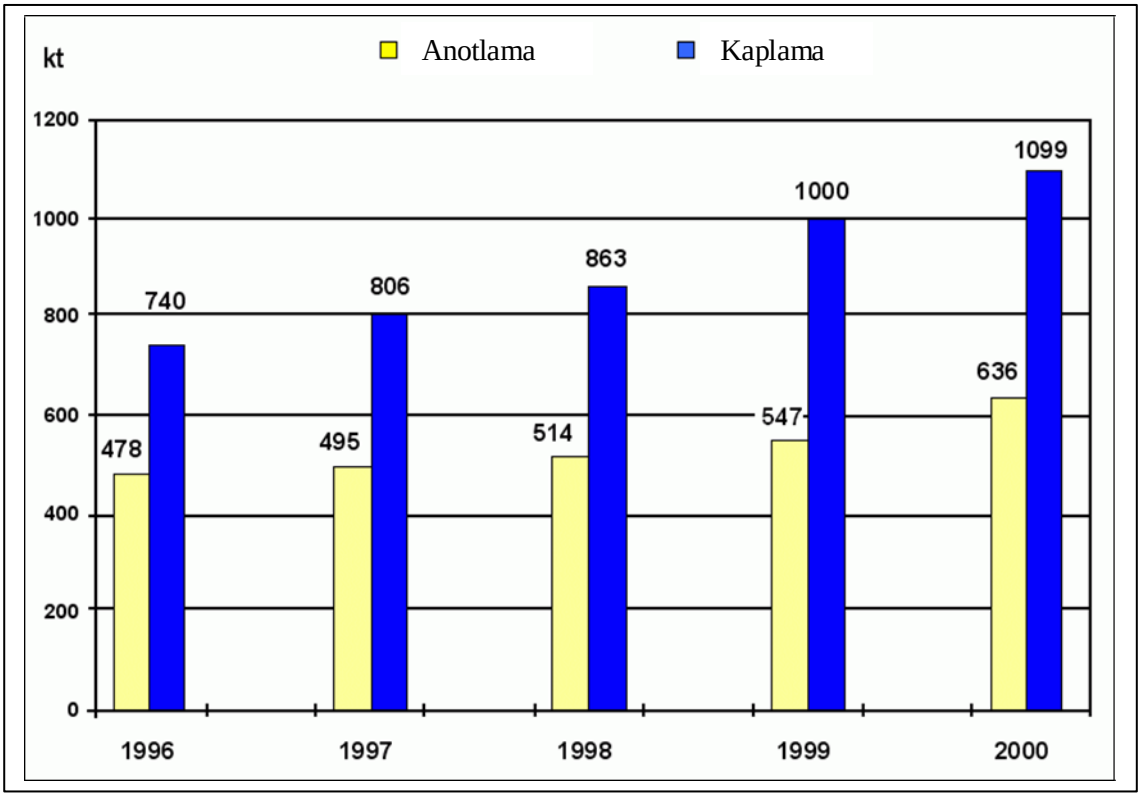
- Azalan müşteri sayısı için rekabet eden çok sayıda yüzey işleme tesisi
- Avrupa'da mühendislik işlerinin azalması
- Artan ikame seçenekleri (yukarıda açıklandığı gibi).

1.3 Belirli sektör faaliyetleri

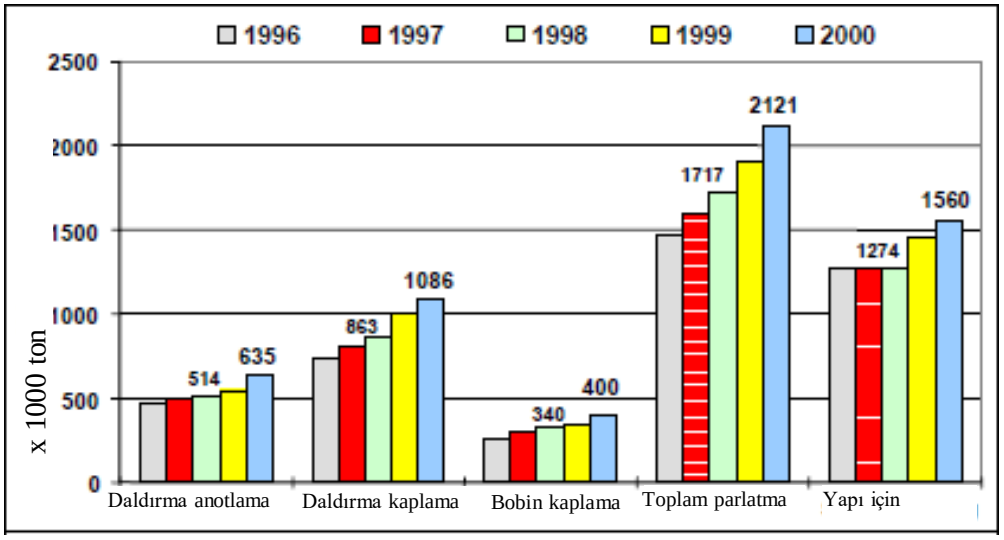
1.3.1 Alüminyum mimari panellerin ve profillerin eloksallanması

Ağırlıklı biçimde mimari profil olarak inşaatlarda kullanılan alüminyumun yüzey işlemi, AB-15 üyesi ve 6 AB-15 üyesi olmayan ülkelerde 460'tan fazla tesiste yürütülmektedir. Yine, bunlar çoğunlukla küçük veya orta ölçekli girişimlerdir [9, ESTAL, 2002]. Avrupa'da, eloksallı alüminyum tüketimi yılda kişi başına yaklaşık bir metrekareye denk gelmektedir [118, ESTAL, 2003].

Şekil 1.1, Avrupa'da alüminyum profiller için hem eloksal hem de diğer kaplamaların toplam üretimini göstermektedir.



Şekil 1.1: Alüminyum için toplam kaplama üretimi [9, ESTAL, 2002]

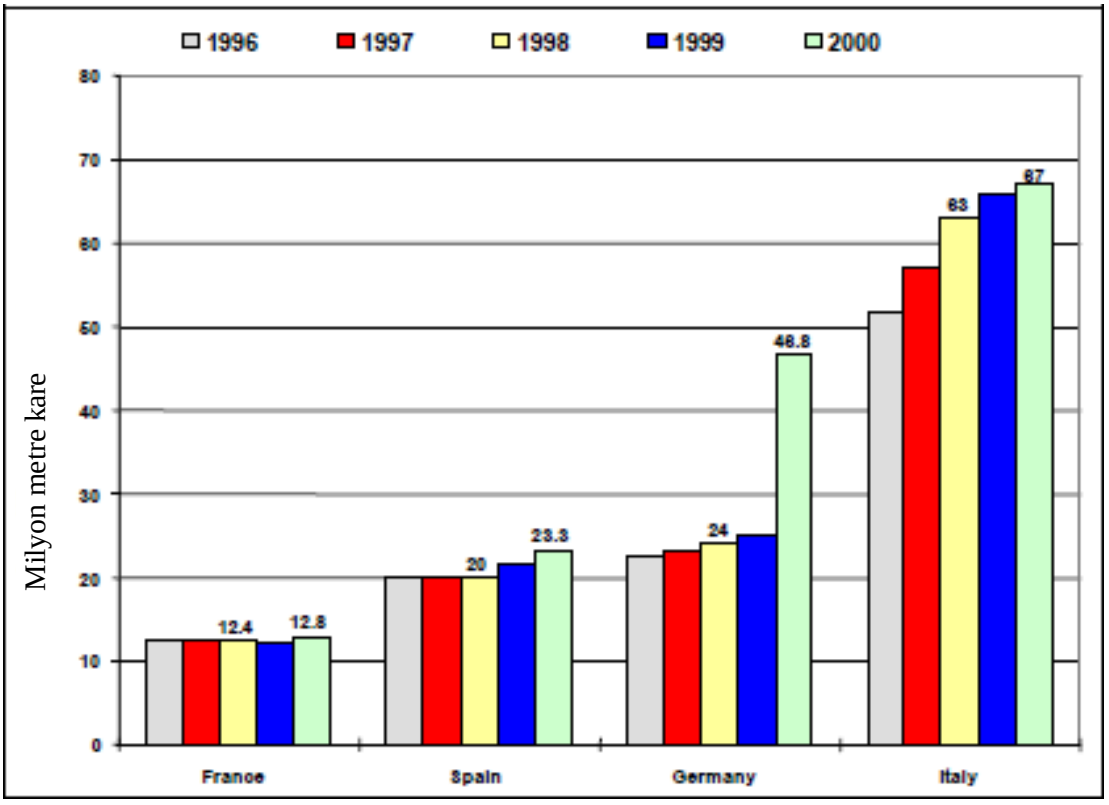


Şekil 1.2: Avrupa'da mimari alüminyum profillerin yüzey parlatılması toplamı

[9, ESTAL, 2002]

Şekil 1.2, 1996'dan 2000'e kadar banyolu eloksal üretimini (askı hattı, Bölüm 2'ye bakınız), banyolu diğer kaplamaları ve rulo (bobin) üzerine diğer kaplamaları göstermektedir.

Şekil 1.3, 1996'dan 2000'e kadar profillerin eloksallanması konusunda öne çıkan dört Avrupa ülkesinin üretimini göstermektedir.



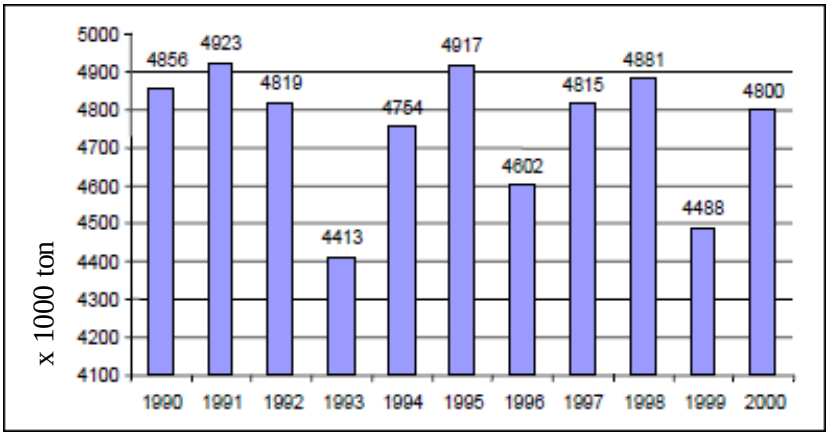
Şekil 1.3: Avrupa'nın eloksallama konusunda öne çıkan ülkeleri [9, ESTAL, 2002].

1.3.2 Büyük ölçekte sürekli çelik kaplama

AB-15 ülkelerinde çelik ruloya (bobine) uygulanan dört tip elektrolitik işleme sistemi vardır: kalay levha, krom (ECCS: elektrolitik krom kaplı çelik), çinko veya çinko-nikel alaşımı ve kurşun [19, Eurofer, 2003]. Çek Cumhuriyeti'nde, 145- 265 mm genişliğinde çelik şeritlere bakır, pirinç, nikel ve çinko uygulanır. [116, Çek Cumhuriyeti, 2003] Diğer Avrupa ülkeleri için veri yoktur.

Elektrolitik kalay levha ve elektrolitik krom kaplı çelik (ECCS)

Bu işlemde alttaş için ana uygulama ambalajlamadır. 2000 yılında AB-15 ülkelerinde sürekli elektrolitik kalay levha ve elektrolitik krom (ECCS) üretimi 4800 kt olmuştur. Hem kalay levha hem de ECCS için üretimdeki eğilim Şekil 1.4'te, ülkeye göre ise Tablo 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.4: AB-15'te ambalajlama (kalay levha ve ECCS) üretimi için çelik miktarı (kt cinsinden) APEAL[1] [19, Eurofer, 2003] [1]

Tablo 1.1: AB-15 ülkelerinde kalay levha ve ECCS için 2000 yılı üretim tonajları

Ülke	2000 yılında kurşun kaplama üretimi (kt) nd = veri yok	2000 yılında ECCS üretimi (kt) nd = veri yok
Avusturya	nd	nd
Belçika	281	12
Danimarka	nd	nd
Finlandiya	nd	nd
Fransa	886	207
Almanya	802	147
Yunanistan	69	nd
İrlanda	nd	nd
İtalya	283	67
Lüksemburg	nd	nd
Hollanda	612	51
Portekiz	76	nd
İspanya	494	61
İsveç	nd	nd
Birleşik Krallık	588	147
Verilerin toplamı	4091	692

[1] APEAL:- Avrupa Çelik Ambalaj Üreticileri Birliği- Avrupa'da yedi ülkedeki dört çok uluslu çelik ambalaj üreticisinin oluşturduğu birlik. Bu birlik, toplam Avrupa ambalaj çeliği üretiminin% 90'ını ve dolayısıyla kalay levha ve ECCS hatlarını temsil etmektedir

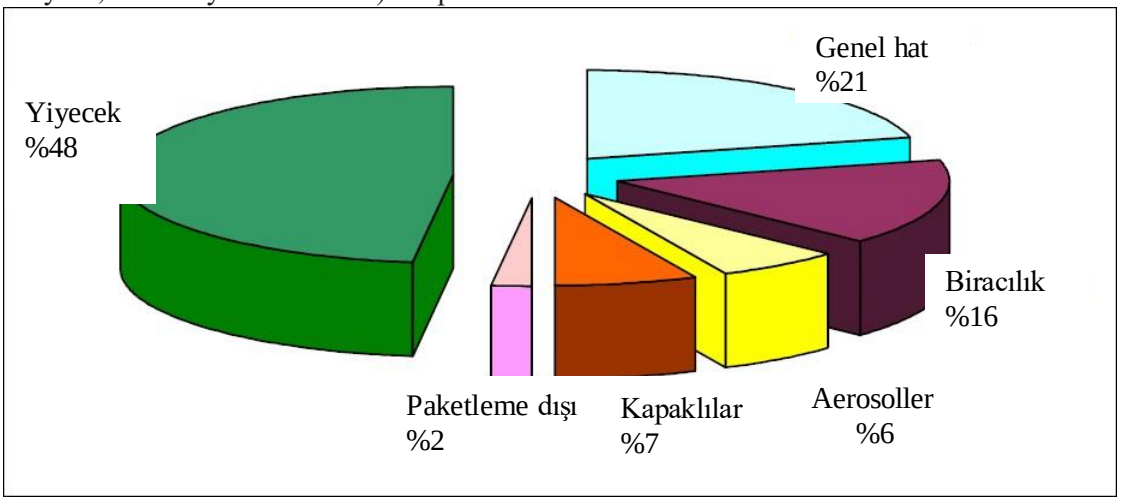
EUROFER İSTATİSTİKLERİ [19, Eurofer, 2003]
Kalay levha ve ECCS faaliyetleri yıllık cirosu 3000 milyon Euro seviyesindedir. Doğrudan ve dolaylı olarak 15000 kişi istihdam edilmektedir.

Dokuz Üye Devlette tesisler vardır. AB Üye Ülkelerinde çalışan, yapılmakta olan ve planlanan sürekli rulo üretim hatlarının sayısı Tablo 1.3'te gösterilmiştir.

Tablo 1.2: AB-15'te hem kalay levha hem de ECCS üreten kesintisiz hat sayısı. [19, Eurofer, 2003]

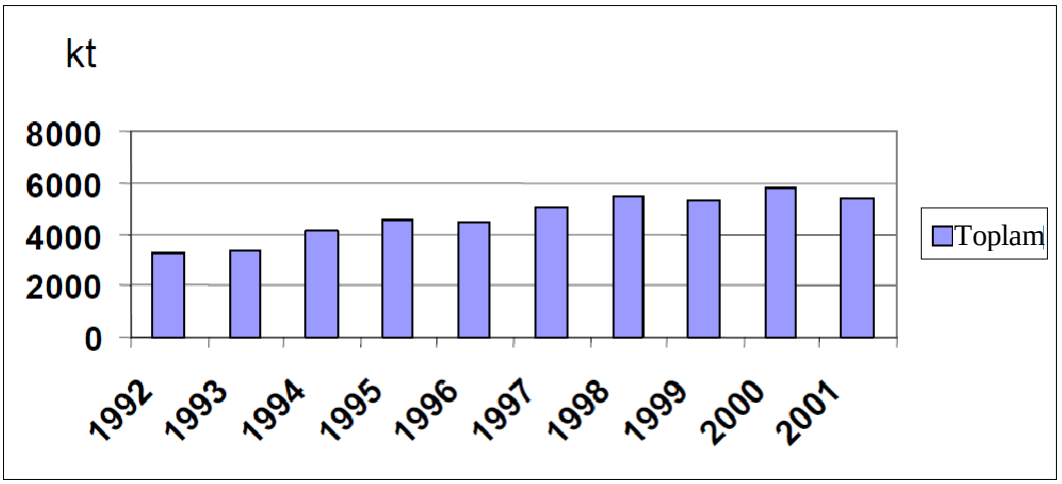
Ülke	Kalay kaplama hatlarının sayısı nd= veri yok	ECCS hatlarının sayısı nd = veri yok
Avusturya	nd	nd
Belçika	1	1*
Danimarka	nd	nd
Finlandiya	nd	nd-
Fransa	5	5*
Almanya	3	1
Yunanistan	1	
İrlanda	nd	nd
İtalya	nd	nd
Lüksemburg	nd	nd
Hollanda	4	2 kalaylama içerir*
Portekiz	1	0
İspanya	4	1*
İsveç	nd	nd
Birleşik Krallık	2	1
* Kalay kaplama yapabilen hatları göstermektedir. ECCS [119, Eurofer, 2003].		

Şekil 1.5, AB-15'teki sanayiler tarafından kalay levha ve ECCS tüketiminin, yıllık ortalama olan beş milyon tona yakın kullanım payını göstermektedir. İnsan ve evcil hayvan gıdalarının çelik ambalajı % 48'lik bir payla ana uygulamayı temsil etmekte, bunu genel üretim hatları (boya kalayları, endüstriyel kutular vb.) takip etmektedir.



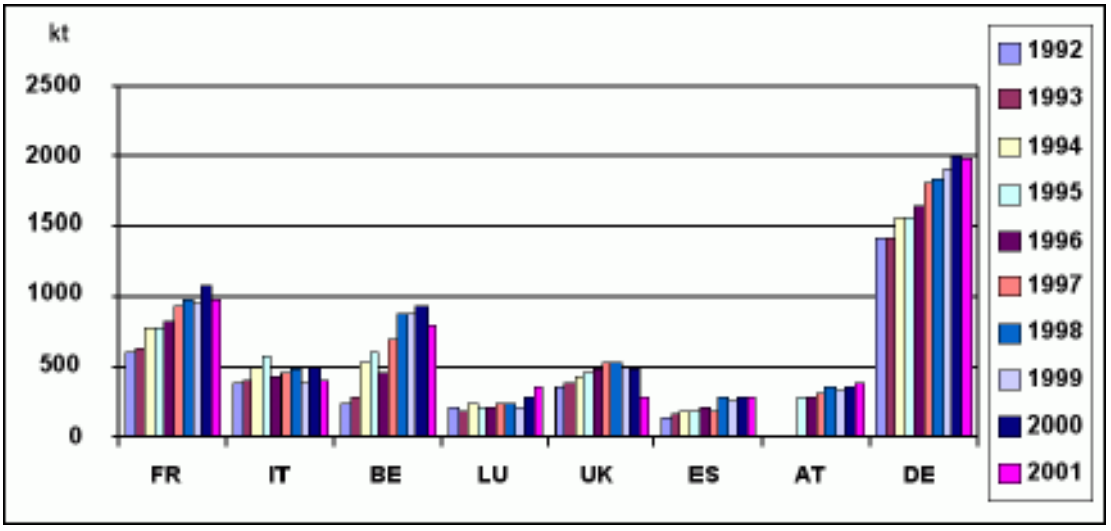
Şekil 1.5: Kalay levha ve ECCS için ana tüketim endüstrileri APEAL [19, Eurofer, 2003]

Sürekli elektrolitik yöntemle çeliğe çinko ve çinko nikel (Zn ve Zn-Ni) kaplama
1970'lerden beri çinko ve çinko alaşımı kaplı çelik saç üretimi önemli ölçüde artmıştır. Bu büyük ölçüde otomotiv endüstrisinin korozyon önleyici garantiler ve daha uzun araç ömürleri talebi doğrultusunda olmuştur.



Şekil 1.6: AB-15'te sürekli elektrolitik çinko / çinko-nikel üretimi (kt cinsinden) [19, Eurofer, 2003]

Sürekli elektrolitik yöntemle Zn veya Zn-Ni kaplanmış çeliğinin üretimi 2001 yılında 5.37 Mt olmuştur. AB-15'teki üretimin gelişimi Şekil 1.7'de gösterilmiştir.



Şekil 1.7: AB-15'te sürekli çinko ve çinko-nikel kaplama çeliği üretimi (kt cinsinden) [19, Eurofer, 2003]

Sürekli elektrolitik yöntemle çeliklere kurşun kaplanması

Avrupa'da bir adet (Avusturya) sürekli kurşun kaplama tesisi bulunmaktadır. Bu tesis ana müşterisi olan Avrupalı otomotiv üreticilerini kaybedecektir, bu nedenle 2005-6 yılına kadar kapanır. Bunun sebebi ise, araçlardaki kurşun miktarını ömür boyu denetleyen Avrupa mevzuatından kaynaklanmaktadır [99, EC, 2000].

Diğer sürekli elektrolitik yöntemle çeliklerin kaplanması

Çek Cumhuriyeti'nde, çelik şerit üzerine (genişlik 145- 265 mm) sürekli metalik kaplama (bakır, pirinç, nikel, çinko) uygulayan bir tesisin toplam kapasitesi 8000 ton / yıldır. [116, Çek Cumhuriyeti, 2003]

1.3.3 Litografik (ofset) baskı plakaları için rulo ve plaka anodik kaplama

Litografik veya ofset baskı, mürekkebi bir levhadan kâğıda aktarmak için bir ara merdane kullanır. Basit, hızlı ve ekonomik bir plaka yapımı gerektirir. Alüminyum, tercih edilen normal alttaştır. İki tip plaka vardır: [38, Ullmann, 2002/3]

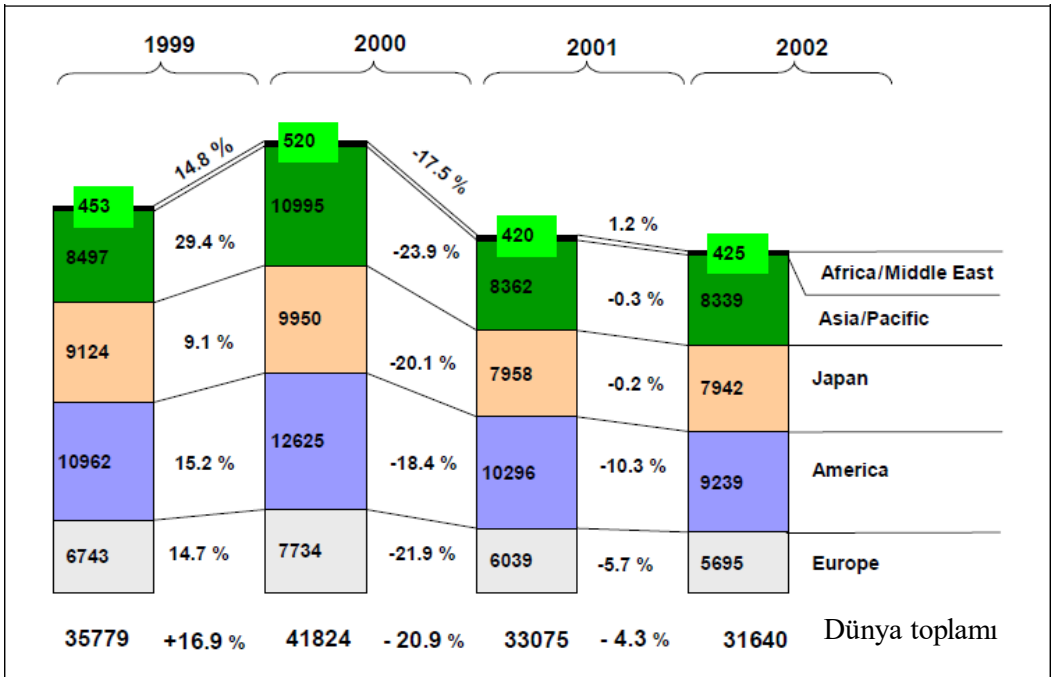
- Önceden hassaslaştırılmış (PS) plakalar (ışığa duyarlı bir kaplama ile üretilmiştir). Mevcut dünya satışları yaklaşık 180×10^6 m^2'dir
- Önceden kaplanmamış ve gerektiğinde yazıcı tarafından kaplanan üstüne-sürülme plakaları. Halen bazı ülkelerde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Doğu Avrupa'da kullanılıyorlar. Dünya çapında tüketim yaklaşık 30×10^6 m^2'dir.

1.3.4 Alüminyumun sürekli rulo işlenmesi

Yılda yüzlerce kilotonluk alüminyum rulo ana haddehanelerin ve diğer firmaların hatları ile işlenir. İşlemler arasında temizlik, ön arıtma, gravür, eloksal, renklendirme, sızdırmazlık, elektro-parlatma ve tünel aşındırma yer alır [118, ESTAL, 2003].

1.3.5 Baskılı devre kartları

2002 yılında PCB'ler için dünya piyasası, elektronik piyasada bir patlama yılı olan 41824 milyon ABD doları olan pazardaki zirveden% 24.3 düşüşle 31640 milyon ABD doları olmuştur (bkz. Şekil 1.8) [122, UBA, 2003].
2002 yılında dünya pazarının Avrupa payı % 18.0 olmuştur. Diğer bölgelerdeki paylar ise: Afrika ve Orta Doğu: % 1.3, Güney Doğu Asya: % 26,4, Japonya: % 25,1 ve Amerika% 29,2 olmuştur.

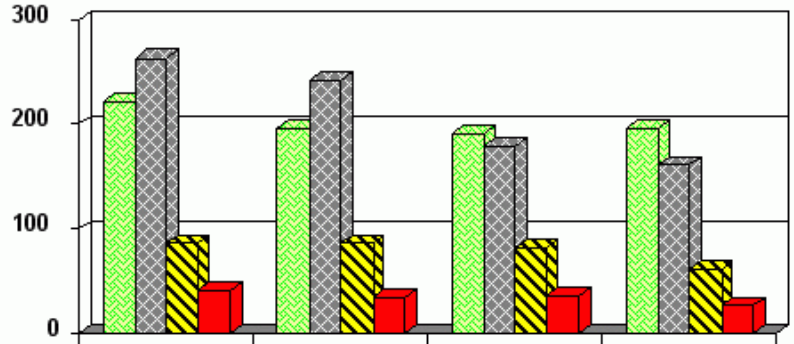


Şekil 1.8: Her bölge bazında 1999- 2002 PCB'ler için dünya pazarı, milyon ABD doları cinsinden değeri [122, UBA, 2003]

Avrupa'da PCB Üretimi

2002 yılında, Avrupa'da toplam PCB üretimi 3422 milyon avrodur ve 434 fabrikada 29000 kişi çalışmaktadır.

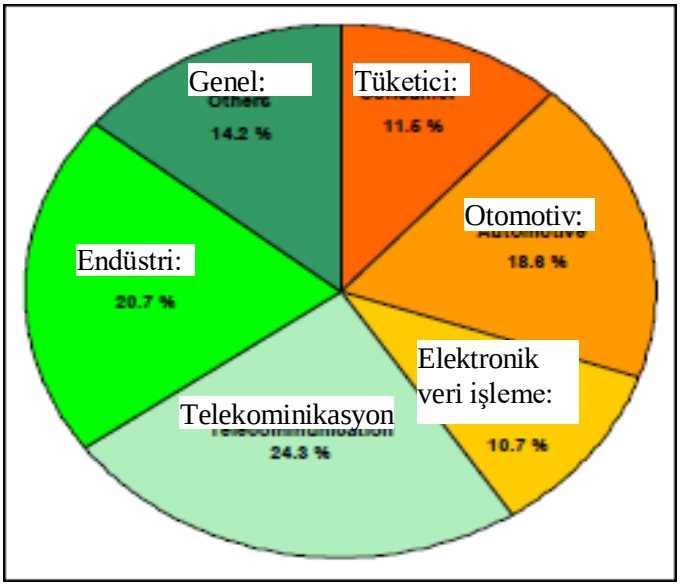
Avrupalı üreticilerin sayısı önemli ölçüde değişti. 1999 yılında 612 üretici varken, 2002 yılına kadar 434'e düşmüştür. Bunların % 80'inden fazlası7.5 milyon Euro / yıldan az bir ciroya sahiptir ki, bu durum yüksek teknoloji seviyesine rağmen Avrupa sanayisinde KOBİ'lerin (SME) başat olduğunu gösterir (bkz. Şekil 1.9).



	1999	2000	2001	2002
EUR <1.5 million	221	196	191	195
EUR 1.5-7.5 million	263	242	178	161
EUR 7.5-25 million	87	87	82	62
EUR >25 million	41	36	37	28
EU – 15 Toplam:	612	561	488	446

Şekil 1.9: Avrupa'da PCB üreticilerinin ciro bazında sayısı [122, UBA, 2003]

Şekil 1.10 ise 2002 yılında hizmet verilen sanayi sektörlerini göstermektedir.



Şekil 1.10: 2002 yılında Avrupa PCB üretimi ile hizmet verilen sanayi sektörleri [122, UBA, 2003].

Avrupa'da, yüksek teknolojili PCB üretimi yüzdesinin, toplamın bir oranı olarak artması, Avrupa PCB endüstrisinin teknolojik gücünü gösterir. Bu, mümkün olan en küçük boyutlarda daha detaylı yapılara sahip daha yüksek özellikli ürünlere olan eğilimin altını çizmektedir (bkz. Bölüm 1.2.4.2).

1.4 Önemli çevre sorunları

1.4.1 Genel

STM (metal yüzey işlemleri) endüstrisi, otomotiv organları ve inşaat malzemeleri gibi sektörlerde metallerin ömrünü uzatmada önemli bir rol oynar. Aynı zamanda güvenliği artıran veya diğer hammaddelerin tüketimini azaltan teçhizatlarda (örneğin, uzay ve otomotiv frenleme ve süspansiyon sistemlerinin kaplanması, yakıt tüketimini azaltmak için otomotiv motorlarında hassas yakıt enjektörlerinin kaplanması, vb.) kullanılır. Metallerin ve plastiklerin yüzey işleminden kaynaklanan ana çevresel konular, enerji ve su tüketimi, hammadde tüketimi, yüzey ve yeraltı suları, katı ve sıvı atıklar ve faaliyetlerin kapanması durumunda saha koşulları ile ilgilidir.

Yüzey işlemleri geleneksel olarak büyük bir su kullanımıyla ilişkilendirilmiştir, ancak çoğu tesis bu çalışma şeklinden uzaklaşmıştır. Kullanılan kimyasallar, özellikle yüzey sularına, yer altı sularına ve toprağa çevresel zarar verme potansiyeline sahiptir. Atık sulardan çıkan metaller katı atıklarla sonuçlanır ve bazı kullanılmış işlem çözeltileriyle birlikte geri kazanım veya bertaraf için özel yönteme ihtiyaç duyabilirler. Endüstri, duman ve tozları havaya yaydığı gibi, gürültü de üretebilir. Sektör önemli bir elektrik, su ve yenilenemeyen kaynak (metaller) kullanıcısıdır. Aşağıdaki konular çok önemlidir:

- Hammadde, enerji ve su tüketiminin en aza indirilmesi
- Süreç yönetimi ve kirlilik kontrolü ile salınımların en aza indirilmesi
- Atık üretiminin en aza indirilmesi ve yönetimi
- Kimyasal güvenliğin iyileştirilmesi ve çevresel kazaların azaltılması.

Daha iyi çevresel performans elde etmek için alınan tedbirler genellikle karmaşıktır. Bunlar, ürün ve diğer süreçler (hem işlem öncesi hem de sonrası) üzerindeki potansiyel etkiler, tesis yaşı ve türü ile ilişkili olduğu kadar, çevreye faydaları açısından da bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Mevcut en iyi teknikler bu kriterlere göre dengelenecek ve bu nedenle süreç birimlerindeki değişiklikleri içerdiği kadar hat (boru) sonu (salınım) azaltma tekniklerindeki değişiklikleri de içerecektir.

Gelişmiş süreç ve işlem teknikleri, geliştirilmiş çevresel başarımın sağlanmasında önemli bir rol oynar. Yetkin çalışma ve düzenli bakım, teknoloji seçimi kadar önemlidir. Bu nedenle önemli hususlar, iyi yönetim ve çalışma uygulamaları, iyi süreç ve saha tasarımı, iş gücünün çevre ve süreç başarım eğitimi, işyeri güvenliği ve kaza önleme ile sonuçta sürecin ve çevresel başarımın izlenmesidir.

1.4.2 Su

Bu dokümanın kapsamında yer alan faaliyetler ağırlıklı olarak sulu çözelti ortamı kullanmakta ve bu yüzden suyun, su yollarının ve hedeflerinin yönetimi- yüzey suyunun, yeraltı sularının ve toprakların korunması- merkezi temalardır. Hem işlem içi teknikler hem de boru sonu işlemleri, üretilen katı ve sıvı atıkların türünü ve miktarını (bazen olumsuz olarak) ve atık suların kalitesini değiştirebilir.

İşlem suları genellikle yerinde, atık su arıtma tesislerinde arıtılmaktadır. Boşaltım genellikle belediye (kentsel) atık su (kanalizasyon) arıtma tesislerine veya atık sular uygun bir standartta arıtılmışsa doğrudan yüzey sularına boşaltılır. Burada kronik kirlilik için ana yol, zayıf işlem denetimleri ve / veya yetersiz boru sonu denetimlerinden kaynaklanır. Bu kötü yönetim ve bakım veya yatırım eksikliği nedeniyle olabilir.

Her ne kadar endüstri birçok alanda pratiğini ve altyapısını geliştirmiş olsa da hala önemli sayıda çevre kazasının kaynağıdır [44, Fransa, 2003]. Fransa'da 1992'den 2002'ye kadar, % 1,2'si bu sektöre doğrudan atfedilen tüm ciddi endüstriyel su kirliliği olayları, "hemen hemen-yakın" durumlar için% 5'e yükselir [121, Fransa, 2003]. İngiltere'deki Thames Water plc, sektörün kanalizasyon ve su kaynaklarının işletilmesi konusunun yüksek risk teşkil ettiğini belirtmiştir [Tempany, 2002 # 18]. Etkiler, biyolojik atık su arıtma işlemlerinin kaybını, kanalizasyon çamur yönetiminin bozulmasını ve ayrıca sucul ekosistemler ve içme suyu sağlayan su kaynaklarının zarar görmesini içerebilir.

Depolama tankları ve işlem tanklarının arızalanması da dahil olmak üzere çözeltilerin işlenmesi ve depolanmasındaki kötü temizlik veya kazalar, yeraltı sularına ve toprağa etki eden hem devamlı hem de aşırı (akut) kirlilik olaylarının yanı sıra yüzey sularına akan aşırı kirletici boşaltımlara neden olur. Yeterli işleme tabi tutulmadan kullanılmış işlem çözeltilerinin toplu boşaltımı [113, Avusturya, 2003] ya da aşırı yüklenen arıtma tesisleri de yüzey suları kirliliğine neden olmaktadır. Aşırı yük, yetersiz tasarlanmış veya güncel olmayan tesislerden, öngörülen tasarım kapasitesinin üstünde üretim kapasitesinden, işlem tipindeki değişikliklerden ve / veya suyun zayıf kontrolünden ve süreçlerde malzeme kullanımından kaynaklanabilir [158, Portekiz, 2004].

Su kullanımı da önemli bir konudur. Su alımının en büyük oranı işlem aşamaları arasında durulamada kullanılır ve daha sonra da boşaltılır. Bazı işletmelerde, soğutma amaçlı önemli miktarda su kullanılır. Atıklarda önemsiz miktarda su bulunabilir. Dahası kurutulan bileşenlerden buharlaşma, açık tanklardaki sıcak çözeltiler ve bazı geri kazanım işlemlerinden kaynaklanan kayıplar söz konusudur. Bir miktar su, süreçte kullanılan taze çözeltilerde kullanılır (telafi); bu çözeltilerin hizmet ömrü, uygulamaya ve üretime göre değişir.

1.4.3 Enerji

Elektrik, elektrolitik ve diğer elektrokimyasal reaksiyonlarda (diğerlerinin yanı sıra, elektro kaplama ve anodik oksitleme) tüketilir. Elektrik aynı zamanda, pompalar, taşıyıcı teçhizatlar, diğer motorlar ve kompresörler gibi işlem tesis ve teçhizatlarını çalıştırmak için de kullanılır. Aynı zamanda tesiste alan ısıtma ve aydınlatmanın yanı sıra ek kazan ısıtmak (daldırma ısıtıcıları ile) için de kullanılabilir.

Elektrik, yüksek voltajdan düşük voltajlara dönüştürüldüğünde iletim kayıpları vardır [111, ACEA, 2003]. Enerji, aynı zamanda, işlem hatlarına DC (doğru akım) verilirken kaybolduğu gibi birden fazla fazdan (reaktif enerji) çekilirken de kaybolabilir. Enerji, elektrik akımı işlem çözeltilerinden geçtiğinde ısı olarak kaybolur: Bazı işlem kimyaları diğerlerinden daha az enerji verimlidir.

Enerji işlem banyolarının sıcaklığını yükseltmek için, kurutma bileşenlerinde ve diğer ısıtma aktivitelerinde de tüketilir. Kayıplar buharlaşmadan ve teçhizattan yayılan ısıdan meydana gelir. Bazı süreç kimyasalları diğerlerinden daha fazla ısı enerjisi gerektirir. Enerji ayrıca, iş parçalarının veya alttaşların kurutulmasında ve işlem dumanlarının çıkarılmasında kullanılır. [158, Portekiz, 2004]

Soğutma, açık akışta veya bazı soğutma kulelerinde önemli miktarda su tüketebilir ve elektrik ise kapalı soğutma sistemlerinde tüketilir.

1.4.4 Kuşkulu Maddeler

Çok çeşitli süreç uygulamaları nedeniyle, endüstri tarafından kullanılan ve yayılan maddelerin kapsamı önemlidir. Ancak, çoğu tesis sadece bu maddelerin bazılarını (tümünü değil) kullanır ya da üretir [111, ACEA, 2003]. Tablo 1.4, kullanılan temel zararlı maddeleri ve yayıldıkları zaman etkileyebilecekleri ortamları tanımlamaktadır. Çoğu maddeler, sulu çözeltilerde kullanıldığı için, atık süreç sularında ve tesis içi sızıntı ve dökülmelerde bulunurlar. Süreçlerdeki bozulma sonucu yayılma çok az bilinmektedir.

Metaller, siyanürler, yüzey aktif maddeler, kompleksleştiriciler, asitler, alkaliler ve bunların tuzları ile ilgili süreçlerdeki atık problemleri, alttaşları işleyen çözeltiden dışarı atılan kimyasalların miktarını azaltmak için süreçlerin ve / veya kimyasalların değiştirilmesi ile işlemlerin ve durulama sistemlerinin denetiminin geliştirilmesiyle birlikte ele alınabilir. Boru sonu işlemleri de uygulanabilir.

Tablo 1.3: Sektördeki temel kuşkulu maddeler ve etkilenebilecek ortamlar.

İlgili maddelerin başlıcaları	Etkilenen ortam			
Not Tüm maddelerin kullanılması mümkün değildir. İşlem bağımlı oldukları için tek tesiste kullanılacak veya ortaya çıkacaktır	Su	Toprak	Hava	Dikkate alınacak hususlar.
Metaller:				Bakınız Ek 8.1
Çinko	X	X		
Bakır	X	X		
Nikel	X	X		Kullanım sırasında ve ürünlerde sağlık sorunları
Krom	X	X	X	Cr (VI) çözeltilerinin aerosolleri ile ilgili sağlık sorunları
Kurşun	X	X		Pb ve Cd AB önceliği olan kirleticiler
Kadmiyum	X	X	X	
Metal olmayanlar:				
Siyanürler	X	X	X	Zehirli (Toksik)
Hipoklorit	X		X	Diğer maddeler ile AOX oluşumu için endişe. Belirli koşullar altında klor salabilir
AOX (absorban edilebilir organikler)	X	X		Bazı atık su arıtmalarında oluşabilirler
Peroksidazlar				Oksitleyici madde: depolama sorunları
Sürfaktanlar:				
Dispersiyon maddeleri, emülsiyonlaştırıcılar, deterjanlar, ıslatıcı maddeler (nonil ve diğer alkil fenil etoksilatlar (NP / NPE'ler) parlatıcı maddeler (parlatıcılar dahil), PFOS	X			NPE yasaklandı. PFOS ile sağlık ve çevre sorunları, bkz. Ek 8.2
Karmaşık ajanlar:				
EDTA	X			
Tartarat, EDDS, NTA, glukonat, Quadrol	X			
Sodyum dithionit	X			Depolama sorunları
Asitler ve alkaliler:				
Hidroklorik, nitrik, fosforik, sülfürik, hidroflorik, asetik	X	X	X	Asit buharları, özellikle NOX
Sodyum ve potasyum hidroksideler, kireç	X	X	X	Dumanlar
Diğer iyonlar	X	X		Yerel çevre konuları
Çözeltiler:				
Trikloroetilen (TRI)	X	X	X	Diğer mevzuat hava salınımları için geçerlidir
Tetrakloroetilen (PER)	X	X	X	
Trichlorotrifluoroethane (CFC-113)	X	X	X	
Metil Klorür	X	X	X	
Gazlar:				
Klor			X	Siyanür uygulamasında kullanılır
Dumanlar		X	X	Parlatma ve cilalamada
Atıklar	X	X	X	

1.4.4.1 Metaller

Metallerin ana etkisi, çözünebilir tuzlardır. Metaller korunumlu malzemelerdir, yani yaratılamaz ya da yok edilemezler: işlem süreçlerinde ya da atık su arıtımında ne yaratılır ne de yok edilirler. Formları değiştirilebilir ve / veya denetlenebilir, böylece çevreyi kolayca etkileyemezler, ancak atıklarda, metaller hala ortamın bir parçası olarak kalır. Dışarıdan geri kazanım için olduğu kadar işlem içi geri kazanımı ve geri dönüşümü en üst düzeye çıkarmak için seçenekler vardır. Boru sonu sistemlerinde çamura da ayrılabilirler. Atık sudan ayrılmayan metaller, atık çamurunda veya su ekosistemlerinde birikir. Yerel yönetimlerin atık su arıtma çamurları için denetim yolları, tüm Üye Devletlerde değişiklik gösterir ve bu çamurun metal içeriğinin önemli bir belirleyici faktör olduğu tarım arazilerine uygulanmasının kabul edilebilirliğine büyük ölçüde bağlıdır.

Yüzey işleminde (alttaşlar dahil) kullanılan tüm metaller, türlerine bağlı olarak olumsuz etkilere sahip olsa da çevre ve / veya sağlık etkileri açısından en çok tehlikeyi bunların altısı yaratır: kadmiyum, kurşun, nikel, krom, bakır ve çinko [114, Belçika, 2003]. IPPC tesislerinden ortaya çıkan metal kaynağı ve salınımların bir envanterini oluşturan Komisyon Kararı [2, EC, 2000] belirli eşiklerin üzerinde salınan miktarların raporlanmasını gerektirmektedir. Bunlardan altısı temel AB çevre yönergeleri PARCOM (şu anda OPSAR) tarafından belirlenmiştir [12, PARCOM, 1992] ve dördü ise ürünle ilgili yönergelerde sınırlandırılmıştır (bkz. Ek 8.1).

Kadmiyumun zehirli özellikleri iyi belirlenmiştir ve Su Çerçeve Yönergesine (Water Framework Directive) göre öncelikli tehlikeli maddedir [93, EC, 2000]. Bununla birlikte, havacılık ile uzay, nükleer, madencilik ve iletişim uygulamaları gibi yüksek güvenlik gereksinimleri olan uygulamalar için yapılan yüzey işlemlerinde önemli özelliklere sahiptir (bkz. Bölüm 2.5.5). Dolayısıyla kullanımı, değiştirilmiş olan Pazarlama ve Kullanım Yönergesi ile sınırlandırılmıştır [144, EC, 1976]. Bu denetlemeler yıllardır yürürlüktedir ve yüzey işleme endüstrisinden kaynaklı kadmiyum salınımları önemli ölçüde azaltılmıştır.

Altı değerlikli kromun sağlığı olumsuz yönde etkilemesi, ciltte ve mukus zarında tahrişe ve bazı kansere neden olur. Aerosoller, elektro kaplama işlemi çözeltisinden katodik hidrojen evrimi ile üretilir (bkz. Bölüm 2.5.3). İşyeri sağlığı ve güvenliği düzenlemeleri genellikle izin verilen maksimum derişimleri (MAC) karşılamak için önlemler gerektirir. Altı değerlikli krom, aynı zamanda, yüksek su zehirliliğini artıran geniş bir pH aralığında çözünür. Çözünürlüğü ve kimyası nedeniyle, atık su arıtma tesislerinde çökeltilmeden ilk önce üç değerlikli kroma indirgenmelidir. Son Yönetmelikler [99, EC, 2000, EC, 2003 # 98], bu endüstri tarafından işlenen bazı ürünlerde altı değerlikli krom (metali değil) miktarını sınırlandırmıştır.

Nikel metali ve onun tuzlarının sağlıkla ilgili olumsuz etkileri vardır: nikel sülfat şu anda kategori 3 kanserojen[2] olarak sınıflandırılmıştır [105, EC, 1967]. Aerosoller ve havadaki partiküller, elektro kaplama ve otokatalitik (elektro katalitik) işlemleri yanı sıra tesis ve çözelti bakım işlemlerinden de kaynaklanabilir. Yine, işyeri sağlığı ve güvenliği kuralları genellikle izin verilen maksimum derişimleri (MAC) karşılamak için önlemler gerektirir. Nikel ve tuzları alerjik kontak dermatite yol açabildiğinden iş uygulamalarında iyi sağlık ve güvenlik önlemleri kullanılarak temastan kaçınılabilir [144, EC, 1976, CETS, 2003 # 115].

Kurşun, öncelikli tehlikeli madde olarak olası tanımlama için inceleme altındadır. Son Yönergeler [99, EC, 2000, EC, 2003 # 98], bu endüstri tarafından işlenen belirli ürünlerde kurşun miktarını da sınırlar.

---

[2] R40: geri dönülemez risk olasılığı. R42/43; Solunduğunda ve cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.

1.4.4.2 Siyanürler

Siyanürler iyi bilinen tehlikeli maddelerdir, ancak bazı süreçlerde hala önemlidir. Doğal zehirliliklerinin yanı sıra, siyanürler asit koşullarında siyanür gazı açığa çıkarırlar. Siyanürler, nikel gibi bazı metalleri kuvvetli bir şekilde kompleks haline getirerek atık su arıtma işleminde sorunlara neden olabilir ve bu da hem siyanürün kolay oksitlenmesine hem de metalin çökelmeyle ayrışmasına neden olabilir (bkz. Kompleksleştirici maddeler, Kısım 1.4.4.5). Siyanür yerine kullanılabilen madde için PARCOM önerisi vardır [12, PARCOM, 1992].

1.4.4.3 Hipoklorit, klor ve AOX

Atık su arıtma tesislerinde siyanürün oksitlenmesinde hipoklorit ve klor kullanılmaktadır. Bunlar organik maddelerle tepkimeye girebilme kapasitesine sahip oldukları için AOX (emilebilir organik halojenler) oluşturabilirler. [104, UBA, 2003] Hipoklorit, öncelikli olarak salınımın durdurulması için OSPAR tarafından aday madde olarak işaretlenmiştir [131, OSPAR, 2002 devam ediyor]. Klorür, siyanürün oksitlenmesi için yüzey arıtma tesislerinde kullanılması muhtemel tek gazdır ve yaygın olarak kullanılmamaktadır. Hipoklorit düşük pH gibi belirli koşullarda klor salabilir.

1.4.4.4 Yüzey aktifleştiriciler

Yüzey aktifleştiren maddeler, yağ giderme, yüzeylerin ıslanması ile aşındırma gibi diğer işlemlere yardımcı olma ve ince parçalanmış metal birikmesini artırarak parlaklaştırıcı işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı yüzey aktifleştiriciler su sistemlerinde düşük oranda parçalanabilirliğe sahiptir ve parçalanırken ortaya çıkan ürünler yan etkilere sahip olabilir. Nonil fenil etoksilat (NPE) kimyasalının endüstride kullanıldığı belirtilmektedir. [38, Ullmann, 2002/3] Metal işleme için 17 Ocak 2005'ten beri [115, CETS, 2003], NPE ve nonylphenol, OSPAR tarafindan öncelikli çalışmalar için belirlenen kimyasallardır ve "yıkama sıvısının geri dönüştürüldüğü veya yakıldığı kontrollü sistemlerde" kullanılması dışında yasaklanmıştır [30, EC, 2003]. PFOS (perflorooktan sülfonat), özellikle altı değerlikli krom elektro kaplama ve alkali siyanür / çinko banyosunda buğu oluşumunu önleyen köpük bastırma ve yüzey aktif maddesi olarak kullanılır. Ancak, şimdi incelenmektedir (bkz. Ek 8.2, [109, DEFRA, 2004]) ve mevcut kimyasallar üzerindeki OECD Görev Gücü tarafindan kalıcı, biyo- birikimli ve toksik olduğuna karar verilmiştir.

1.4.4.5 Kompleksleştirici (metal bağlayıcı) maddeler

Siyanürler ve EDTA içeren kompleks oluşturucu maddeler [73, BSTSA], metalleri kompleksler biçiminde tutarak metalin çökeltilere veya asılı tortulara emilmesine engel olur. Çözünebilir metaller atık arıtma sistemlerinden geçerek kanalizasyona ve su sistemlerine yayılabilir. EDTA, güçlü bir kompleks oluşturucudur ve düşük biyo-bozunurluğa sahiptir. Kompleks olmayan EDTA maddesinin su sistemlerine fazla verilmesi, metalleri yüksek metal yüklü çökeltilerden uzaklaştırabilir [22, Fraunhofer, 2002].

1.4.4.6 Asitler ve alkaliler

Asitler ve alkaliler yaygın kullanılan endüstriyel kimyasallardır ve nötrleştirme olmaksızın boşaltımları kanalizasyon veya su yollarını etkileyebilir. Dökülme ve sızıntı da toprağı kirletebilir. Sıcak çözeltilerde kullanıldığında, ortaya çıkan dumanlar işyerinde veya havaya karıştığında yerel sorunlara neden olabilir. Hidroklorik asit en yaygın kullanılan asittir ve buharı tesisatın içinde korozyon hasarına neden olarak teçhizat denetimlerini etkileyebilir. Metallerle temas ettiğinde NOx açığa çıkarabileceği için, nitrik asit ile ilgili spesifik problemler ortaya çıkar. Çoğu tesiste önemli NOx çıkışı olmadığından, bu sadece yerel çevre ve işyeri sağlık sorunudur. Özellikle eloksalda sülfürik asit yaygın olarak kullanılır. Bununla birlikte derişimleri, duman salınımı seviyesinden daha düşüktür.

1.4.4.7 Diğer iyonlar

Klorürler, sülfatlar, fosfatlar ve diğer tuzlar, arıtma çözeltilerinde gerekli anyonlardır ve genellikle belediye atık su arıtma tesislerine boşaltıldığında sorun oluşturmazlar. Ancak, bazen tuzluluk problemlerine ve fosfat ve nitratlara neden olarak [121, Fransa, 2003] özellikle yüzey sularına karıştığında oksijen azalmasına (ötrofikasyona) yol açabilirler.

1.4.4.8 Çözücüler

Çözücüler gelen parçaların yağını gidermek için kullanılır. 1,1,1, -trichloroetan yaygın olarak kullanılmış, ancak ozon tabakasına zarar veren bir madde olduğundan ötürü denetim altına alınmıştır. Daha ağır çözücüler olan trikloroetilen ve tetrakloroetilen, kanalizasyon sistemlerinde birikme ve sızıntı gibi sorunlara neden olabilir [70, Ellis, 2001]. Bu, bakım işçilerinde sağlık ve güvenlik sorunları ile yeraltı sularında kirlilik sorunlarına neden olabilir. Halojen içermeyen çözücüler de kullanılır, ancak daha düşük çevresel etkilere sahiptir. Çözücü Salınımları Yönergesi [97, EC, 1999], VOC'lerin kullanımını ve salınımlarını denetimler. Solüsyonların kullanıldığı Yüzey İşlemleri ile ilgili Referans Dokümanı (STS BREF) ise çözücü bazlı süreçler için BAT'ı tartışır. Organik çözücüler kullanımda sağlık ve güvenlik konularında da etkilere sahiptir ve denetim derecesi ve türü kullanılan maddeye bağlıdır [113, Avusturya, 2003].

1.4.4.9 Tozlar

Tozlar, kaplama ve parlatma sırasında üretilir ve doğrudan ilgili faaliyeti yapan üzerinde etkilidir. Genellikle aşındırılmış alttaş ile aşındırıcı parçacıklarının bir karışımıdır. İşyerinde sağlık ve güvenlik problemleri olabilir, ancak dış ortama açıldığında ise olumsuz çevresel etkileri olabilir. Toplanan tozlar atık olarak bertaraf edilmeli yoksa tehlikeli olabilir.

1.4.4.10 Atıklar

İşlem faaliyetlerinden üretilen atıkların büyük bir kısmının tehlikeli olarak sınıflandırılması muhtemeldir [92, EC,1991, 100, EC, 2000]. Endüstri, Avrupa'da yılda 300000 ton tehlikeli atık üretmektedir[3] (tesis başına yılda yaklaşık 16 ton). Sıvı atıklar, işlenemeyen veya boşaltılamayan artık işlem çözeltileridir ve katı atıklar ise büyük ölçüde atık su arıtma tesislerinden ve işlem çözeltileri arıtılmasından kaynaklanan tortulardan oluşur. Metaller hem katı hem de sıvı atıklardan geri kazanılabilir. Diğer katı atıklar, askılar (geri kazanılabilir malzemeler içerebilir) ve iş parçası ambalajları gibi kırık teçhizatlar yanında kullanılmış kimyasalları da içerir (bkz. Bölüm 2.13.2).

1.4.5 Diğer salınımlar

1.4.5.1 1.4.5.1 Gürültü

Yüzey işleme, büyük bir gürültü yayan endüstri değildir. Bununla birlikte, bazı faaliyetler ve ilgili işlemler önemli ölçüde gürültü üretir. Bunlar, metal parçaların paletten boşaltılması gibi ani veya taşlama, cilalama veya dışarıdan yerleştirilmiş fanlar ve motorlar gibi sürekli gürültü kaynaklarıdır.

1.4.5.2 Koku

Yine, bu endüstri için koku önemli bir faktör değildir. Bununla birlikte, koku, ayrıntılı olarak asit dumanları ve özellikle metal tabakaların soyulması gibi bazı aktiviteler ile ilintili olabilir. Etki, gerçekleştirilen faaliyetin tipi ve büyüklüğüne, herhangi bir çekici sistemin (örneğin baca yüksekliği) tasarımı ve çalışmasına ve kutu-muhafaza gibi alıcıların yakınlığına bağlı olacaktır.

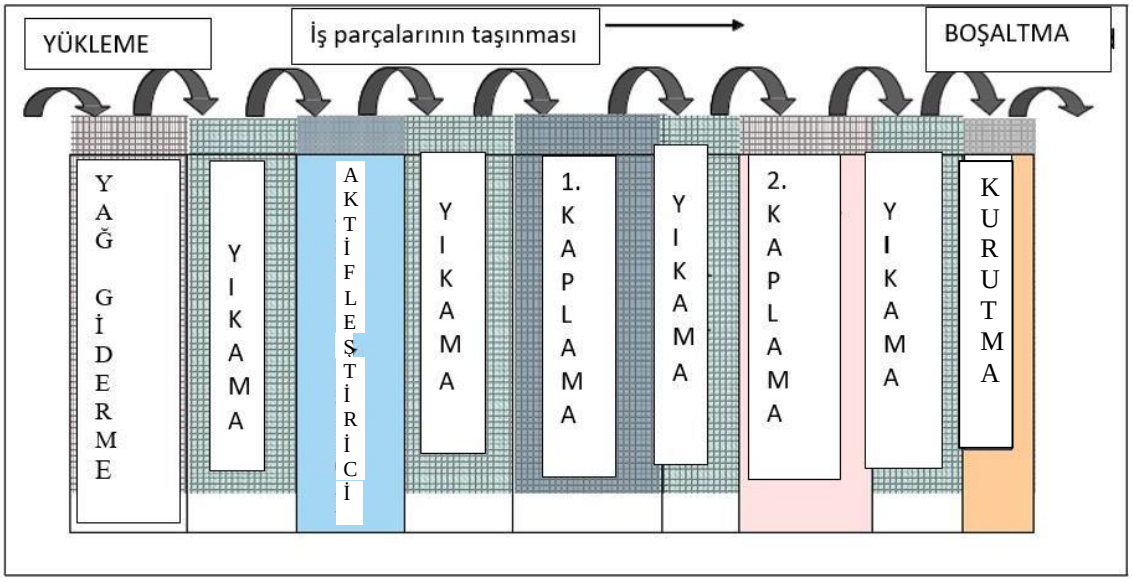
---

[3] Bu, Avrupa'daki tehlikeli atıkların% 1'inden küçük endüstri tahmininden ve AB-15'teki tehlikeli atık yönetiminden elde edilen Eurostat rakamlarından elde edilmiştir

2 UYGULANAN İŞLEMLER VE TEKNİKLER

Faaliyetlerin genel tanımı

Bu belgede anlatılan plastiklerin ve metallerin yüzey işlemleri çoğunlukla su bazlı olup, kuruluşlar genellikle bir dizi tekne (hazne) veya işlemlerden oluşan süreç hatlarında faaliyetlerini sıralı olarak gerçekleştirmektedir. Şekil 2.1, tipik bir süreç hattının basitleştirilmiş işlem iş akışını göstermektedir. Tüm hatlar (bazı basit demir fosfatlama hatları hariç, Kısım 2.5.16'ya bakınız), genellikle aralarında durulama hazneleri bulunan birden fazla işlem veya aktivite tipi içerir. Kurutma ve baskılı devre kartları için delme gibi bazı faaliyetler susuzdur. Bir haznenin büyüklüğü, değerli metal kaplama için gerekli birkaç litreden başlayıp, havacılık iş parçalarını işleyen bazı tesisler için 500 m^3'e kadar veya daha fazla olabilir. Tarihsel olarak, yüzey işleme endüstrisi, işlemlerde kullanılan büyük su hacmiyle ayrıt edilir ki bu suların genellikle işlem alanı tabanında aktığı görülmekteydi: bu durum artık olağan görülmez [124, Almanya, 2003] [111, ACEA, 2003].



Şekil 2.1: Basitleştirilmiş işlem hattı iş akış şeması

Yüzey işleme tesislerinin yaygın bir özelliği, özellikle proje bazlı atölyelerde (Şekil 2.2'de gösterildiği gibi) ve tek amaçlı tesislerde (Şekil 2.27), tesisatta gerçekleştirilen çok sayıda ve karmaşık işlem ve faaliyet karışımıdır. Şekil 2.7, çok sayıda işlem ve aktiviteye sahip tipik bir askılı (askı) kaplama süreci hattının bir bölümünü göstermektedir (taşıyıcı programlanması nedeniyle faaliyetlerin sayısal sırayla yapılmadığını unutmayın). Şekil 4.33 ise bir kuruluşta iki büyük ölçekli askı hattını göstermektedir.

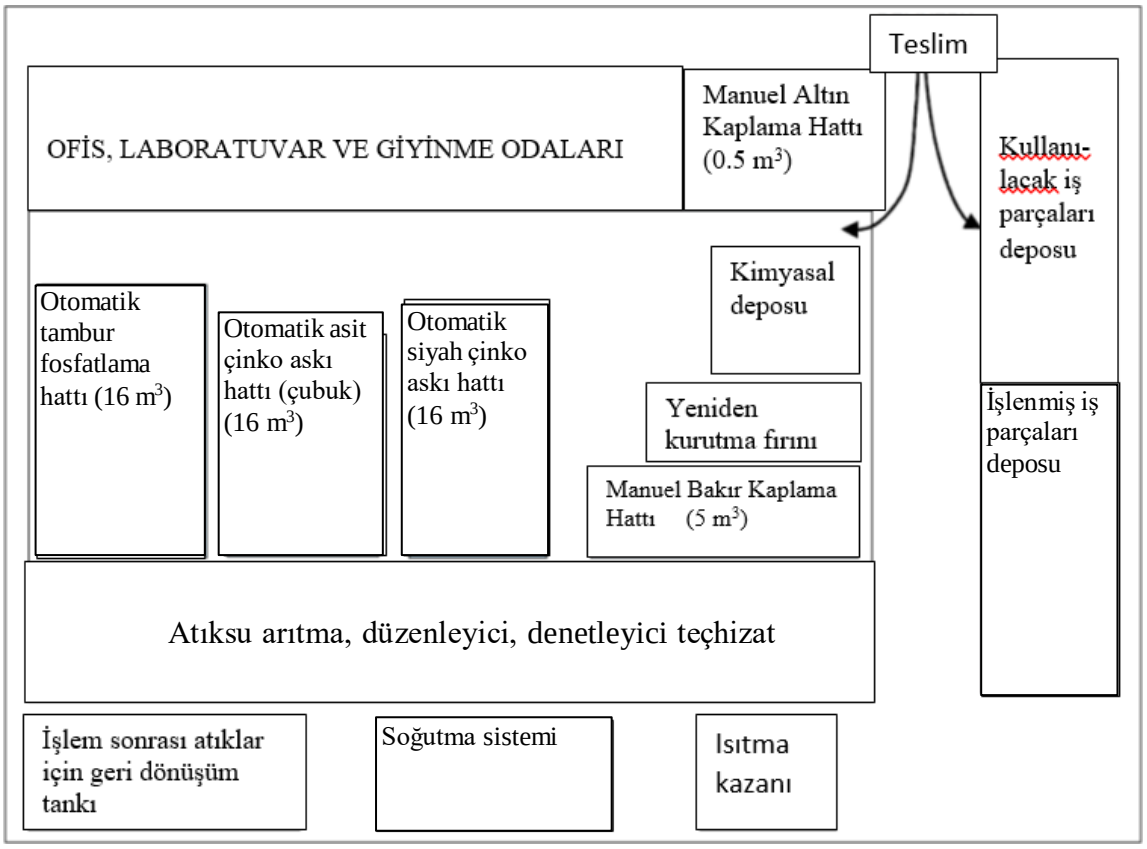
Tesis büyüklüğü ve karmaşıklığı, temel faaliyetler ve ilgili faaliyetler şu şekilde belirlenir:

- Gerçekleştirilecek yüzey işlemlerinin türü,
- Çalışılan kalite standartları,
- İşlem görecek iş parçasının tipi, boyutu ve miktarı (alttaşlar),
- İş parçalarını işlemek için gerekli taşıma sistemleri.

Bunların hepsi de tesisten kaynaklanan kirlilik potansiyelini etkiler.

Burada anlatılan faaliyetlerden önce ve sonra iş parçası veya alttaş üzerinde, presleme, şekillendirme, bükme, sıkma, delme, kaynaklama, lehimleme, vb. işlemler gerçekleştirilebilir. Bu ardışık işlemler ile işlem görmüş ürünün nihai kullanımı, uygulanacak yüzey işleminin özelliklerini ve türünü belirlemede kritik faktör olacaktır.

Baskılı devre kartlarının üretimi en karmaşık olanıdır ve 40'ın üzerinde işlem içerebilir.

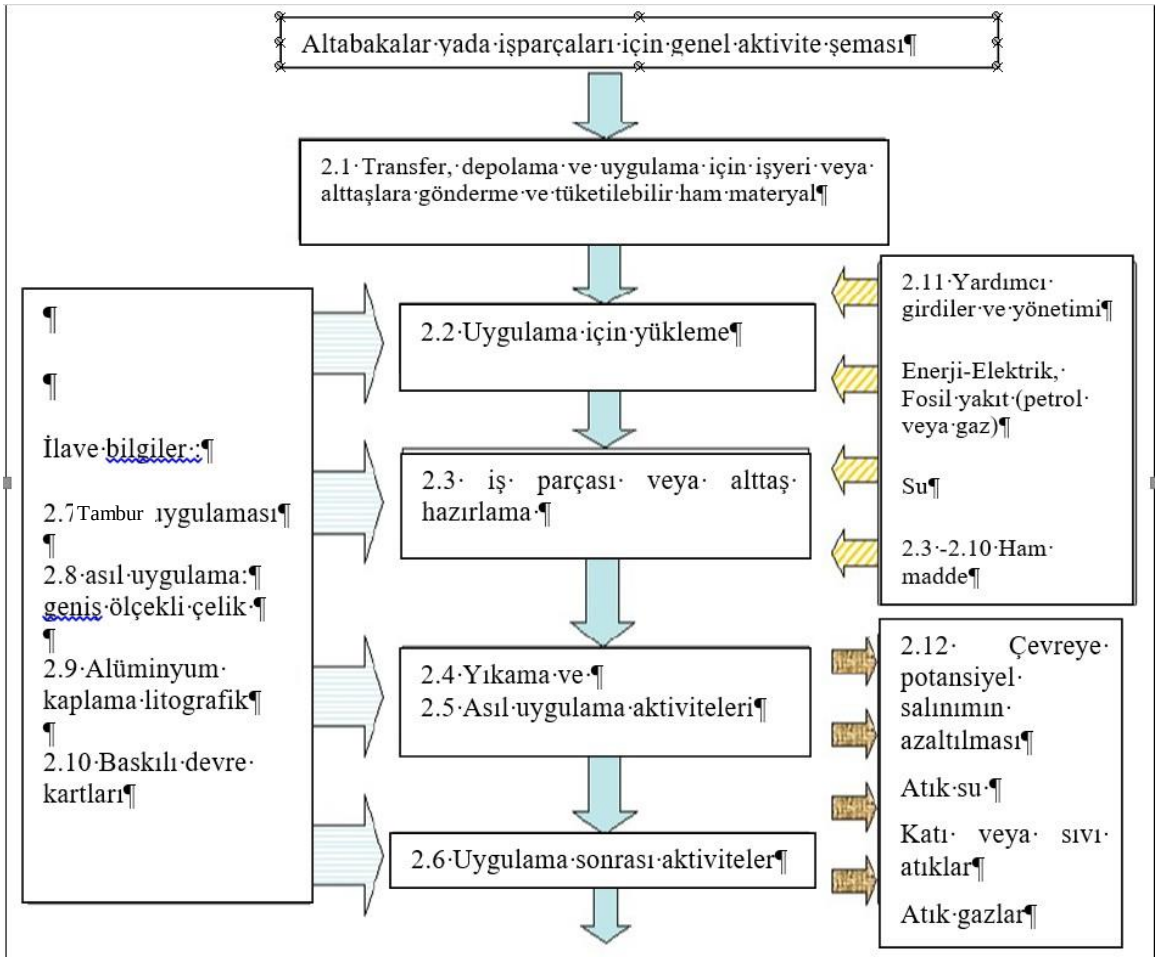


Şekil 2.2: Bir iş atölyesi düzeni örneği

Bu bölümde tarif edilen faaliyet alanlarına ve karmaşıklığa rağmen, tüm iş parçaları veya altaşlar Şekil 2.3'te tarif edilen genel bir çalışma hattı boyunca ilerler. Sahadaki ilk faaliyet, gelen iş parçalarının, alttaşların ve hammaddelerin teslimatı ve depolanmasıdır (Bölüm 2.1). İş parçaları veya bileşenler, yağ giderme gibi ön işlemden önce uygun taşıma sistemlerine (bkz. Bölüm 2.2) yüklenir. Çoğu iş parçası veya altaşa birden fazla ön arıtma uygulanır (bkz. Bölüm 2.3) ve bunlardan bazıları bir işlem hattına yüklenmeden önce olabilir. İş parçaları veya alttaşlar daha sonra temel işlemlerde tarif edilen aktivitelerin bir veya daha fazlası ile yüzey işleme uygulamasına tabi tutulur. Durulama (bkz. Bölüm 2.4), genellikle ister ön işlem ister temel işlem aşamaları olsun, işlem adımları arasında gerçekleştirilir. Asıl işlem, kurutma (Bölüm 2.6'ya bakınız) gibi işlem sonrası uygulamalar ile takip edilir ve son olarak iş parçaları veya alttaşlar depolanır ve gönderilir (Bölüm 2.1'de açıklandığı gibi gelen mallarla birlikte).

Tüm temel işlem süreçleri ve diğer uygulamalar tarihsel olarak askı hatları için geliştirilmiştir. Gerçekten de askı hatları hala etkinliklerin en büyük çoğunluğunu gerçekleştirmektedir. **Bu nedenle uygulamalar genel olarak askı hatları için tarif edilir. Tambur ve bobin işleme ve baskılı devre kartları için özel konular aşağıda belirtilmiştir:** Bölüm 2.8'de tambur işleme, Bölüm 2.9'da büyük ölçekli çelik bobinler için bobin (rulo) işleme, Bölüm 2.10'da alüminyum litografik plakalar için bobin ve sac işleme ve Bölüm 2.11'de baskılı devre kartları verilmiştir.

Ayrıca, yüzey işleme tesislerinde (Bölüm 3.2'de tarif edilen) su, atık ve hava salınımlarının arıtılması için azaltma tekniklerinin kullanılmasının yanı sıra enerji ve su gibi verim sağlayan girdiler de bulunmaktadır (bkz. Bölüm 2.13).



Şekil 2.3: İş parçaları ve alttaşlar için Bölüm 2'de verilen ortak rota ve işlem tanımları

Elektrolitik süreçler

Bir elektrolitik işlemin ihtiyacı:

- bir elektrolit çözeltisi, yani bir akımı taşıyabilen çözelti
- en az iki elektrik iletken (elektrot) ve bir devre oluşturma kabiliyeti
- akım- genellikle doğru akım (DC), yine de belirli durumlarda voltaj, AC veya ters DC olabilir.

Elektrolitik süreç, elektrolitin elektrotlar arasında elektrik devresini tamamlamasını gerektirir. Elektrotlar bir doğru akım kaynağına (DC) bağlandığında, katot olan elektrod negatif olurken (-) anot olan diğeri pozitif (+) yüklü hale gelir. Elektrolit içindeki pozitif iyonlar (katyonlar) katoda doğru ve negatif yüklü iyonlar ise (anyonlar) anoda doğru hareket edecektir. Elektrolitte iyonların yer değiştirmesi, devrenin o kısmındaki elektrik akımını oluşturur. Elektronların, anottan gelerek bir elektrik güç kaynağı (redresörlerden yapılmıştır) ve kablolardan geçip en sonunda katoda geri dönmesi dış devredeki akımı oluşturur. Böylece, elektroliz elektrik enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürür [11, Tempany, 2002, 34, Brett, 2002, 35, Columbia,2002, 36, IUPAC, 1997].

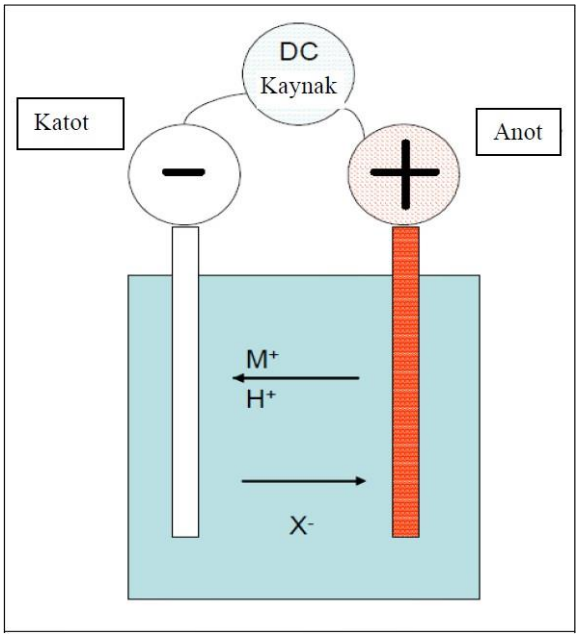
Elektrolitik tepkimelerdeki kimyasal enerji, devrenin bir bölümünde (elektrolitte, anotlarda veya arayüzde) oksitleme durumundaki değişikliklerle ilişkilidir ve aşağıdakilerin bazıları veya tümü olarak ortaya çıkabilir:

- metal iyonlarının elektrolit içine çözünmesi
- elektrolitten metal birikimi
- bazı katman dönüştürme kaplamaları, ör. anotlama, anot yüzeyindeki oksitleme durumunu değiştirir (bkz. Bölüm 2.5.13).
- gaz salınması. Burada tartışılan devrelerde, salınan gazlar genellikle hidrojen ve/veya oksijendir.

Elektrolitik hücreler ve tepkimeler

İş parçası veya alttaş elektro-biriktirme hücresindeki devreye bağlandığında, katyonlar (örnek, M^+ ve H^+) katoda (- yüklü) doğru hareket eder. Hidrojen ikincil katodik tepkime olarak üretilirken metal biriktirilir. Anyonlar (örn. Cl-) anoda (+ yüklü) doğru hareket eder [118, ESTAL, 2003, İrlanda, 2003 # 125].

Basit bir örnek olarak M, elektroliz edilen metaldir ve X, çözelti içindeki anyondur:



- asit çözeltisinde:

  anot tepkimesi: $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 \uparrow + 4e^-$ Su elektrolizi

  katot tepkimesi: $M^+ + e^- \rightarrow M\downarrow$ Metallere indirgeme

- alkali çözeltide:

  anot tepkimesi: $4OH^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$

  katot tepkimesi: $M^+ + e^- \rightarrow M\downarrow$

Diğer hat bileşenlerinin seçimi ve tasarımı ve ilgili faaliyetler, elektrolitik hücrenin ve bileşenlerinin seçimine bağlıdır. Elektrolitik hücrenin seçimi ise şunlara bağlıdır:

- üreticinin sağlamak istediği endüstriyel uygulamalar
- gereken katman tipi ve kalınlığı (biriktirme ve/veya dönüştürme) ve gereken çıktı kapasitesi
- işlenecek alttaşların (iş parçaları) türü
- bunları taşımak için gereken taşıma türü: askı, tambur (hazne) veya rulo.

Elektrolitik hücreler işlevlerine göre dört ana parametre ile sınıflandırılabilir:

- elektrolitik hücre geometrisi,
- akım yoğunluğu,
- elektrolit banyosu türleri (aşağıda her bir işlem için açıklanmıştır),
- anot tipleri.

Anotların iki grubu vardır:

- iki işlevi olan çözünebilir anotlar: elektrolit banyosuna metal iyonları sağlamak ve pozitif iyonları alttaşa doğru itmek (katodun oluşturulması). Anotlar işlem sırasında tüketilir ve çözelti gücünü korumak için düzenli olarak değiştirilmeleri gerekir. Bunlar elektrik akımını kendilerine taşıyan bir destek rayına sabitlenirler.
- çözünmeyen anotlar sadece tek bir fonksiyona sahiptir: pozitif iyonları çelik şerite (katot) doğru itmek. Çözelti tepkimesinde yer almayan akım taşıyıcı malzemelerden üretilirler. Elektrolitik yağ giderme gibi anot materyalinin işlemde yer almadığı elektrokimyasal işlemlerde kullanılırlar. Malzemenin biriktirilmesi (kaplanması) durumunda, işlem çözeltisi mukavemeti, genellikle ayrı bir besleme tankından karşılanır; ör. bir çinko çözünme tankı.

2.1 Teslim ve depolama- iş parçaları ve sarf hammaddeleri

2.1.1 Getirilen, işlenecek iş parçası ve/veya alttaşlar

İşleme tabi tutulacak olan iş parçası ve/veya alttaşlar, boyut, alttaş malzemesi, kalite ve maliyete göre ve başka bir sahaya veya alt yükleniciye dışarıdan sevk edilmek üzere veya kuruluş içi işlemeye yönelik olup olmadıklarına göre farklı şekillerde teslim edilir. Askı işlemi en maliyetlidir ve iş parçaları, daha ucuz çelik bileşenler için ayaklı taşıyıcılara paketlenebilir, ancak daha değerli iş parçaları için daha dikkatli paketleme yapılır: ayaklı taşıyıcılara aralarında koruyucu katman bulunan tabakalar halinde (fiziksel hasar ve/veya korozyona karşı korumak için) yerleştirmekten, alüminyum alaşımlı uçak kanat bölümleri gibi yüksek değerli bileşenler için ayrı ayrı ve özel kutulara kadar paketleme yapılır. Otomotiv gövdeleri, ön işlemlere ve asıl işlemlere büyük askılarda (veya kızaklarda) tek tek taşınırlar, bkz. Şekil 2.4 [111, ACEA, 2003]. İş parçalarının taşınması mekanik veya manuel olabilir. Daldırma (banyo) kaplama daha ucuz olma eğilimindedir. Burada yüzey kalitesi daha az kritik ve alttaşlar sağlam olduğundan, iş parçaları genellikle ayaklı taşıyıcılarda gevşek olarak taşınır ve çoğu zaman mekanik olarak boşaltılır. Rulolarda en dıştaki kısım rulonun kalan kısmını korur. Küçük rulolar (makaradan makaraya işlemede) elle hareket ettirilebilirken, büyük ölçekli rulolar (ağırlıklarından dolayı) hava yastıklı taşıyıcı ve tepe vinçleri gibi özel teçhizatlara ihtiyaç duyarlar.

Çevresel hususlar

Kullanılan ambalaj miktarı ve türü ile iş parçaları veya alttaşlara verilen hasarın oluşturduğu malzeme kaybının en aza indirilmesidir.

Şekil 2.4: Ana işlem öncesi püskürtme (duş sprey) işlemi gören otomotiv gövdesi [ACEA]

2.1.2 Tüketilebilir ham hammaddeler

Hammadde girdileri, tesislere göre değişecektir ve yapılan çeşitli işlemlerin kimyasına ve iş parçasının veya alttaşın şekli ile yüzey alanı verimi koşullarına bağlı olacaktır. Daha büyük tesisler bazı sıvı kimyasalları tankerle büyük miktarda alacaktır. Çoğu IPPC tesisleri ise en azından bazı kimyasalları, IBC (İntermediate Bulk Container; Orta Büyüklükte Kap) içinde alacaklar ve kısaca her türlü tesis, her biri 2,5 ila 210 litrelik kaplarda sıvı alacaktır. Sıvılar büyük tanklarda veya az hacimli IBC kaplarında "taşındığı gibi" depolanır ve bu taşınabilen kaplardan kullanılır.

Büyük ölçekli katıların dağıtımı büyük tankerle (konteyner) yapılabilir, ancak genel olarak büyük paketler biçiminde daha çok gönderilir. 25 kg'lık çuvallar, torbalar, tamburlar ve tek kullanımlık ambalajlar dahil olmak üzere diğer kaplar en yaygın olarak tozlar, peletler ve ince parçacıklar için kullanılır. Büyük hacimli katıların depolanması silolarda olabilir. Diğer katılar ise teslim alındığı kaplarda saklanır. [111, ACEA, 2003].

Kaplama metalleri genellikle anot çubukları veya anot topları olarak veya tuzlar halinde (yukarıdaki katılara bakınız) alınır, ancak kimyasal işlemler (otokatalitik işlemler dahil) veya değerli metal kaplamalar için ise özel çözeltiler içinde alınır.

Laboratuvarlarda ve altın çözeltileri ya da bazı ender bileşenlerin süreç çözeltileri gibi pahalı bileşenlerin yenilenmesi için daha az miktarlarda kimyasallar kullanılır.

Bir tesisteki en büyük kimyasal madde miktarı genellikle kullanımdaki süreç hattı teknelerinde ve bu kimyasalların kaplarında bulunur. Çözeltilerin yenilenmesi ve sızıntılar için kimyasal maddelerin kullanımı, hammadde girdileri ile karşılaştırılır.

Kimyasalların depolanması ve işlenmesi ile ilgili tanımlama, depolamadan kaynaklanan salınımlar için MET referans dokümanında verilmiştir [23, EIPPCB, 2002].

Çevresel hususlar

Yüzey ve yeraltı sularına ve topraklara plansız salınımların önlenmesi.

2.2 İşleme için taşıma teknikleri ve işleme için yükleme

İş parçaları, temel işlemler için uygun bir durumda olduğunda, işlem için aşağıda açıklanan üç taşıma tipinden biri kullanılarak yüklenirler: [104, UBA, 2003]

- askılar veya raflar- iş parçalarını tek başına veya grup halinde taşıyan çerçeveler
- tamburlar- birçok iş parçasını tutan plastik silindir
- bobinler- sürekli beslemeli çalışan alttaş bobinleri veya şerit makaraları.

Sınırlı sayıdaki durumda, bileşenler yerinde (havuzda, çözelti teknesinde vs..) işlemden geçirilir (aşağıdaki fırça elektro kaplama ve anotlama bölümüne bakınız).

Askılar veya raflar

Askılar (aynı zamanda raflar veya çerçeveler olarak da bilinir) hem işlem sırasında, işleme için fiziksel destek, hem de elektrolitik işlemlerde gerektiğinde elektrik teması sağlar. Askılar, mücevher ve küçük hassas mühendislik parçaları gibi küçük parçalardan, büyük tesislerdeki uçak ve otomotiv gövdelerinin parçalarına kadar her boyutta kullanılabilir (bkz. Şekil 2.4). Küçük parçalar askılara ya askı parçasını oluşturan ya da bakır tel kullanılarak sabitlenen yay tutucular üzerine mandallayıp elle tutturulur: her iki sistem de akımı elektrolitik işlemlere taşır. Askılar, taşıma kızaklarına asılır: bu düzenekler, hem askıları temel işlem basamaklarında hareket ettirmek için, hem de (akımların elektrik akımına bağlı olduğu yerlerde) elektrik akımını askıya taşımak için kullanılır [128, Portekiz, 2003]. Akımın taşındığı yerde, taşıma kızaklarının iyi bir elektriksel temas kurması gerekir: örneğin, askılar her işlem teknesinde U veya V şekilli bakır kızaklara asılır. Çok büyük parçalar için, ayrı bir taşıyıcı kızaksız büyük bir platform veya çerçeve askı olabilir ve gerektiğinde elektrik konektörleri askıya bağlanır.

Şekil 2.5, yaylı mandalı olan askıdan indirilip görsel olarak incelenen ve özel plastik tablalarda paketlenen parlatılmış altın kaplama parçaları göstermektedir. Taşıma kızağına asılı iki askı vardır.

Taşıma kızakları iki tür mekanizma ile hareket ettirilebilir:

- taşıyıcılar, işlem hattı uzunluğu boyunca çalışan raylar üzerinde hareket eder. Bu, sistemin en esnek tipidir ve farklı teknelerde farklı daldırma süreleriyle farklı kaplama seçenekleri için programlanabilir veya manuel olarak çalıştırılabilir.
- kirişler, taşıma kızakları bir kirişe asılır. Kiriş belirlenmiş zaman aralıklarıyla yukarı ve aşağı hareket eder. Yukarı konumda, taşıma kızakları bir sonraki işlem teknesi konumuna taşınır. Bununla birlikte, farklı teknelerde işlem süresini değiştirmenin tek yolu tekne uzunluğunu değiştirmektir.

Düşük iş hacmi veya küçük bileşenlere sahip işlem hatlarında askılar da elle hareket ettirilebilir. Uçak parçaları ya da otomotiv organları gibi büyük, tek tek bileşenler, konveyör sistemlerinde ya da yukarıdaki taşıyıcılarla taşınabilir.

Şekil 2.5: Askı veya raf kaplama: parlatılmış bileşenlerin boşaltılması. Graingorge S.A., France ve Agence de l'eau Seine-Normandie.

Tamburlar (Bariller)

Tambur hatları, yüksek hacimli, somun ve cıvata gibi düşük maliyetli işler için kullanılma eğilimindedir ve sadece askıdan daha düşük kaliteli parlatma elde edebilir. Tamburlar genellikle altıgen veya sekizgen plastik davul şeklinde olup uzun plakalarında süreç sıvılarının rahat girebileceği birçok delik bulunur. Çok küçük parçalar için (altın kaplı kontak pimleri gibi) küçük tambur üniteleri elle hareket ettirilebilmesine rağmen, tamburlar genellikle taşıyıcı sistemlerle taşınır. Parçalar ayaklı paletlerle yüklenir. Genellikle parçalar paletlerden zeminlere boşaltılır ve tamburlar daha sonra bir kürek yardımıyla elle yüklenir. Büyük çaplı tambur işlemleri mekanik bir yükleyici veya mekanize bir sistem kullanabilir. Tambur, uygun işlem teknelerinde akım taşıyan kızaklara asılır. Tambur mili, merkezi mile bağlı tambur boyunca uzanan ve böylece ilgili işlem teknelerindeki yüklü bileşenlere akım taşıyan esnek bir elektrota akım taşır. Tambur, genellikle yandaki bir sürücü mekanizma vasıtasıyla sürekli olarak döndürülür. Akım daha sonra dönen tambur içinde uzayan ve temas eden iş parçalarına akım taşıyan esnek bir inert anottan geçirilir.

Çelik bobinler

Bobinler 32 ton çelik ruloya ve 2080 mm genişliğe kadar olabilir [119, Eurofer, 2003]. Bobinler bir giriş yükleyici bölümüne yüklenir ve önceki rulonun ucuna kaynaklanır, bkz. Bölüm 2.9.

Alüminyum bobinler

Yaklaşık 25 ton, 2200 mm genişliğe ve yaklaşık 3 mm kalınlığa kadar alüminyum bobinler işlenir [118, ESTAL, 2003].

Baskılı devre kartı

Levhaların nakliyesi, üretim sırasında farklılık gösterebilir; bir kısmı işlem hatlarının silindirleri arasında tek tek, bir kısmı ise askı setleri halinde hareket ettirilir.

Fırçalı elektro kaplama ve anotlama

Bu, taşınabilir teçhizat ve daldırma gerektirmeyen emici malzeme ile sınırlanmış anotlar kullanılarak malzemenin seçici kaplanması için geliştirilmiş özel bir tekniktir. Metot genellikle üretim için kullanılmaz, ancak yıpranmış veya kusurlu parçaların onarımı, örn. büyük baskı silindirleri, büyük rulmanlar, askeri ve havacılık parçaları, heykeller ve daldırma teknikleriyle işlenemeyecek kadar büyük parçalar için kullanılır. [38, Ullmann, 2002/3]

2.3 İş parçası veya alttaşların ön işlemi

Yüzey işlemine tabi tutulacak iş parçaları veya alttaşlar, yüzey işleminin düzgün bir şekilde uygulanmasını ve kalıcı bir şekilde yapışmasını sağlamak için, aşınma ve yağdan arındırılmasının yanı sıra, üzerinde toz, talaş ve döküm talaşı (moulding flaş) bulunmayıp temiz olmalıdır. Birçok iş parçası veya alttaş, nakliye sırasında veya pres gibi bir önceki işlemden kaynaklanan korozyonu önlemek için yağlanır. Yüksek kalitede işlenmiş bir yüzey elde etmek için iş parçalarının genellikle (ancak zorunlu değil) tamamen düz olması gerekir. İş parçaları üzerindeki bazı hazırlıklar üretim alanlarında yapılabilir, ancak bu çalışmalar yüzey işleme tesislerinde de gerçekleştirilir [6, IHOBE, 1997].

Bobin kaplama süreci hatlarında yüzey işleminden önce çelik bobin ve tellerin hazırlanmasına yönelik faaliyetler, BREF'de verilen demirli metal işleme endüstrisinde açıklanmaktadır [86, EIPPCB,].

Parçaların (bileşenlerin) ağır bir şekilde yağlandığı ya da yüzey hazırlığının kritik olduğu durumlarda, hemen hemen tüm işlem hatları, temizleme ya da yağ giderme süreçlerini içermesine rağmen, bunu bir ön yağ giderme işlem adımı ile takviye etmek gerekli olabilir. [104, UBA, 2003]

Ön işlem adımları sadece gresleri ve yağı gidermekle kalmaz, aynı zamanda oksitleri giderir ve sonraki işlem için kimyasal olarak aktif yüzeyler sağlar [73, BSTSA,].

Genel çevresel hususlar

Temizleme işlemi ana işlemden ayrı bir çalışma olursa, artan kullanım (örneğin, konteynırların boşaltılması vs.) ek gürültüye neden olabilir [73, BSTSA,].

2.3.1 Mekanik ön işlem

2.3.1.1 Cila ve parlatma

Mekanik cilalama, basınç ve yüksek yerel sıcaklıkların etkisi altında akan amorf bir yüzey oluşturur [121, Fransa, 2003, Finlandiya, 2003 # 120]. Tek bileşenler aşındırıcı bantlar kullanılarak zımparalanır ve daha sonra ince çizikleri giderilerek son derece parlak bir yüzey veren keçe üzerine uygulanan bir aşındırıcı macun ile parlatılır. Modern üretim teknikleri geçmişte olduğundan daha iyi tasarlanmış parçalar ya da hassas şekilde kalıplanabilen plastikler gibi alternatif malzemeler ürettiğinden ötürü bu faaliyetler daha az sıklıkta yapılmaktadır. Çok sayıda iş parçasının işlendiği yerlerde, cila ve parlatma genellikle otomatiktir.

Şekil 2.6: Cilalama. Producmetal S.A., Fransa ve Agence de l'eau Seine-Normandie

Çevresel hususlar

Gürültü ve toz bu çalışma ile ilişkilidir.

Atıklar, alttaş malzemesine bağlı olarak tehlikeli olabilir.

2.3.1.2 Aşındırıcı kumlama

Bu metot geleneksel olarak kum veya çakıl kullanır, ancak yer fıstığı kabukları gibi daha yumuşak, daha ince aşındırıcılar da kullanabilir. Bu teknikler, iş parçalarının yüzey gerginliğini gidermek için kullanılabilir.

Çevresel hususlar

Gürültü ve toz bu işlemler ile ilişkilidir.

Aşındırıcı kumlama katı atık oluşturur. Demir dışı metallerle atıklar (aşındırıcılar ve metallerden aşındırılmış malzeme karışımı) tehlikeli olabilir [113, Avusturya, 2003].

2.3.1.3 Çapak alma ve/veya altüst etme (döndürme)

Toplu üretilen küçük bileşenlere uygulanır ve bunu tambur işlemleri izler. İş parçaları aşındırıcı taşlarla karıştırılır ve birkaç saate kadar döndürülür veya titreştirilir [73, BSTSA,]. Bu teknikler ayrıca, parçaların temizlenmesi, çapak giderme ve asitli yıkama için kimyasal katkı maddeleri olan sulu ortamlarda da kullanılabilir.

Çevresel hususlar

Gürültü ve toz bu işlemlerle ile ilişkilidir.

Doğrudan üretilen atıklar, özellikle titreşimli son işlemlerde yağlar, yüzey aktif maddeleri ve aşındırıcı parçacıklar ile kirlenebilir [73, BSTSA,].

Bir sulu sistemle kullanıldığında, çözelti ve KOİ içindeki metalleri gidermek için akışkan özel bir işlem gerektirebilir. Bu atık sıvı genellikle santrifüj, basit filtreleme veya ultrafiltreleme sonrasında geri dönüştürülür. Uygulamadan elde edilen artıklar uygun bir atık arıtma tesisinde veya bir fiziko-kimyasal atık su arıtma tesisinde işleme tabi tutulabilir. Kalıntılar tehlikeli atık olabilir [121, Fransa, 2003].

2.3.2 Elektrolitik ve kimyasal parlatma

Mekanik yöntemlerin yanı sıra, pürüzsüz, parlak yüzeylerin üretiminde elektrolitik ve kimyasal işlemler kullanılır. Endüstrideki işlevleri benzer olmasına rağmen, parlatma işleminin gerçekleştirildiği ilkeler çok farklıdır. Mekanik parlatma, basınç ve yüksek yerel sıcaklıkların etkisi altında akan biçimsiz bir yüzey meydana getirirken, kimyasal ve elektrolitik parlatma, pürüzlü yüzeyin yüksek noktalarının, çöküntülerden daha hızlı eritildiği seçici çözünme süreçleridir. Bu yöntemlerin potansiyel avantajları şunlardır [118, ESTAL, 2003, Finlandiya, 2003 # 120, P G Sheasby, 2002 # 132]:

- mekanik parlatma işlemlerinin genellikle tamamen değiştirilmesi gerekebilirken, anotlama ve elektro kaplama işlemleri benzer bir şekilde çalıştıklarından ötürü tesis içinde önemli bir azalma ve basitleştirilmiş denetim ile tek bir üretim hattında birlikte kullanılabilirler,
- toplu işleme için uygundur ve özellikle otomatik cilalama makinelerine uygun olmayan bileşenler için işçilik maliyetleri oldukça düşüktür.
- yüzey temizdir ve bir sonraki yapışmayı ve yüksek korozyon direncini daha iyi sağlar.
- yansıtma ve renklenme genellikle mükemmeldir ve “ham demir oluşma” eğilimi yoktur.

Genel çevresel hususlar

Elektro-parlatmada kullanılan kimyasalların bir kısmı zehirlidir ve bu hem işyerinde hem de kullanılmış banyoların atılmasında dikkate alınmalıdır. Krom bileşiklerinin, sağlık etkileri için Bölüm 1.4.4.1'e ve genel çevresel hususlar için Bölüm 2.5.3'e bakınız.

Tüketilen elektrolitler ve asitler düşük bir pH'a ve yüksek oranda çözünmüş metallerin krom ve nikel içeren derişimlerine sahip olduğundan, atık olarak bertaraf edilmeden önce arıtılması gerekebilir (bkz. Bölüm 4.16.2.). Alternatif olarak, kullanılan elektrolitler tehlikeli atık olarak yönetilebilir. Paslanmaz çelikler için kullanılan elektrolitler çözeltideki aşırı demir nedeniyle bozulur [73, BSTSA,].

Durulama suları da aynı sebeplerden dolayı arıtma gerektirebilir.

Asit dumanları, özellikle altı değerlikli krom içerenler, hava çekere ve arıtılmaya ihtiyaç duyabilirler. Nitrik asit kullanıldığı zaman, azot oksitleri (NOX) gidermek için bir hava- ovalayıcısı kullanılabilir.

Mekanik parlatma işlemlerinin aksine, söz konusu işlemlerde toz ve gürültü yoktur.

2.3.2.1 Elektro-parlatma

Elektro-parlatma genellikle çelik, paslanmaz çelik, bakır ve alaşımları ile alüminyum ve alüminyum alaşımları olmak üzere çeşitli metallerin yumuşatılması, parlatılması, çapak alma ve temizlenmesi için yaygın olarak kullanılan bir elektrokimyasal yöntemdir. Gıda teçhizatı, cerrahi teçhizat ve implantlar, ilaç, kâğıt, kâğıt hamuru ve gıda endüstrilerinde ve ayrıca otomotiv ve mimari uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektro-parlatma, elektrolitik olarak ince bir yüzey tabakasını çıkardığı için çok pürüzsüz ve parlak yüzeylerin gerekli olduğu durumlarda sıklıkla kullanılır. Elektro-parlatmada, iş parçası (anot) elektrolite batırılır ve iş parçası ile katot arasında elektrik akımı (genellikle DC) bağlanır. İş parçası kutuplanır ve anottan çıkarılan metal iyonları katoda yayılmaya başlar. Bu tepkime, banyo ve işlem parametrelerinin ayarlanması ve elektro-parlatılacak metal veya alaşımın seçilmesiyle denetlenebilir.

Bu elektro-parlatma işlemlerinde farklı elektrolitler kullanılmaktadır. Elektrolitler genellikle çeşitli asitlerin (sülfürik asit, kromik asit, sitrik asit ve/veya fosforik asit) karışımlarıdır ve bazen organik bileşikler (gliserin veya dietilenglikolonobutileter gibi) eklenir. [133, Hensel, 2002, 134, CEN/BSI, 1997, 135, Swain, 1996, 136, Webber ve Nathan, 2000], [137, ISO/BSI, 2000]

Çevresel ve diğer hususlar

Paslanmaz çeliklerin elektro-parlatılması sırasında, çözelti yüzeyinde oksijen ile karışan hidrojen oluşur. Bir kıvılcım ile tutuşursa, bu bir patlama meydana getirebilir. Bu nedenle çözeltinin üstüne çıkan gazların uzaklaştırılması tavsiye edilir. Kapalı boruların iç yüzeylerini işlerken bu çok önemli olur, aksi halde ciddi, muhtemelen ölümcül bir yaralanma meydana gelebilir. Bu türden tekrarlanan gürültü, tesisatın çevresinin ötesinde bir etkiye sahip olabilir (ayrıca bir iş sağlığı sorunu da olabilir).

2.3.2.2 Elektrik deşarjı ile elektro-parlatma (plazma elektrolitik parlatma olarak da bilinir)

Plazma elektrolitik parlatma bazı uygulamalar için alternatif bir yöntemdir. Süreç, çoğunlukla kullanılan elektrolitler ve kullanılan işlem parametreleri nedeniyle geleneksel elektro- parlatmadan önemli oranda farklıdır. Karışık asitler yerine kullanılan elektrolitler farklı tuz çözeltileri olup çalışanlar ve çevre için daha az zararlıdır. Bu işlemde, anot ve katot arasındaki kullanılan elektrik potansiyeli, kullanılan çözeltiye ve sıcaklığa (40- 95 °C) bağlı olarak 200 - 400 V DC aralığındadır.

Aynı işlem, sert oksit-seramik kaplamalar elde etmek için plazma elektrolitik oksitleme için de kullanılabilir.

2.3.2.3 Alüminyum için elektrolitik ve kimyasal parlatma işlemleri

Alüminyum için endüstriyel elektrolitik ve kimyasal parlatma işlemleri iki tiptir:

- mekanik cilalamayı değiştirmek veya azaltmak için tasarlanmış işlemler. Bunlar pürüzsüz, "ayna" kadar olmayan parlak yüzey sağlar ve özellikleri yüksek çözünme oranları ile ilintilidir (dakikada 2.5 ila 5.0 µm). Çoğu durumda, en iyi sonuçlar yüksek saflıkta alüminyum veya bunun alaşımları üzerinde elde edilir. Fakat daha düşük bir yüzey kalitesi veren ticari saflıktaki alüminyum üzerinde de uygulanabilir.
- mekanik parlatma arkasından uygulanan işlemler. Bu süreçler düşük bir aşındırma hızına sahip olup alüminyum yansıtıcılar ile sadece mekanik yöntemlerle elde edilenden daha yüksek bir ayna yansıtması gerektiren diğer bileşenler üzerinde uygulanır. Yansıtma, ikinci faz bileşenlerinin miktarı arttıkça keskin bir şekilde düştüğünden ötürü bunların kullanımı genellikle yüksek saflık bazlı malzemeler ile sınırlıdır.

Sıcak ve oldukça yüksek konsantre asit karışımları normal olarak kullanılır: özellikle fosforik asit, sülfürik asit ve bazen nitrik asit. Sıcaklık> 80 ºC'dir.

2.3.3 Çözücülü yağ giderme

Çözücülü yağ giderme işlemi genellikle klorlu hidrokarbonlar (CHC), alkoller, terpenler, ketonlar, mineral alkoller veya hidrokarbonlar vasıtasıyla yapılır [90, EIPPCB, 104, UBA, 2003], [73, BSTSA,]. CHC'ler hızlı kuruma ve yanmazlıklarının yanı sıra iyi temizleme verimi ve genel uygulanabilirliği nedeniyle kullanılır, ancak kullanımları çevre ve sağlık mevzuatı ile sınırlandırılır. Tüm çözücüler merkezi sinir sistemini etkiler ve teması denetlenmelidir (aşağıdaki çevresel hususlara bakınız) [73, BSTSA, 90, EIPPCB,].

İki tip işlem vardır:

- **soğuk temizleme:** İş parçaları ve/veya alttaşlar çözücüye daldırılır veya bir çözücü akışında temizlenir. Bazı durumlarda, çözücü tutma tankının üst kısmına yakın bir yerden pompalanarak alınır ve böylece alt kısmında içindeki kirler çöker. Tank düzenli aralıklarla temizlenir
- **buhar fazı:** Çözücü, amaca-uygun bir banyoda buharlaştırılır ve soğuk parça buhar içinde askıda bırakılır. Buhar, parça üzerinde yoğuşup yağın çözülmesini sağlar ve kir ve yağ ile atılarak parçayı temiz ve kuru bırakır. En yaygın çözücüler CHC'lerdir. Buharlar havadan ağır olduğundan, banyoda bulunurlar. Hidrokarbon çözücü kullanılabilir.

Çözücülerin seçimi, temizlenecek alttaş, giderilecek yağ veya gresin türü, önceki üretim işlemi ve sonraki yüzey işlemlerinin gereklilikleri gibi bir dizi faktöre bağlı olacaktır. Klorlu etanlar ve etilenler, alüminyumu aşındırdığı için, alüminyumdan mamul alt katmanlar, tanklar, konteynerler, vanalar vb. ile temas ettirilmemelidir. Patlayıcı asetiller oluşturulabileceğinden ötürü her durumda bakır ile temas eden dikloroetilenlerden kaçınılmalıdır.

Klorlu çözücülerin parlama noktası yoktur [73, BSTSA,]. Ketonlar ve mineral alkoller kullanılabilir, ancak yanıcıdırlar. Dar bir damıtma aralığına sahip daha yüksek hidrokarbonlar en yüksek parlama noktalarını verdiğinden, iş parçaları ve/veya alttaştan çözücü kurutulması ile uyumludur

Çevresel hususlar

Bazı CHC'lar potansiyel olarak kanserojen malzemeler, sular için potansiyel tehlikeli ve havaya yayılan salınımları problemli olarak sınıflandırılmasından dolayı, bunların kullanımı güçlü bir şekilde düzenleme altına alınmıştır [93, EC, 2000, 97, AT, 1999]. Diğer çözücülerin çoğu ya yanıcıdır ya da kendi-kendine kurumaz [73, BSTSA,]

2.3.4 Sulu temizlik

İş parçaları dakikalarca bu işlem çözeltisine ya da bir püskürtme banyosuna yerleştirilir. Çözelti genellikle alkalik veya nötrdür, ancak asidik olabilir ve genellikle geliştirilmiş temizleme etkisi nedeniyle yükseltilmiş sıcaklıklarda (40 - 90 °C) çalışabilir. Sulu temizleme sisteminin ana bileşenleri alkaliler veya asitler, silikatlar, fosfatlar ve kompleks ve ıslatıcı maddelerdir. Sulu temizleme sistemleri, kararsız karışımlar (zayıf karışım sistemleri olarak bilinir) veya kararlı karışımlar oluşturarak çalışır. [3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003]

Sulu kimyasal sistemler çözücülerin kullanılmasını önler. Sonraki işlem elektro kaplama gibi su bazlı ise, temizlenen maddeler ıslak kalabilir. İşlem çözeltileri, işlenecek parçalara ve iş parçasındaki yağ veya gres miktarına bağlı olarak kısa bir ömre sahiptir. Sulu temizleme sistemlerinin verimliliği, kimyasalların türüne ve derişimine, mekanik etkiye, sıcaklığa ve zamana bağlıdır. Mekanik etki, püskürtme basıncı veya akış hızı, parçaların veya çözeltinin çalkalanması veya ultrasonik çalkalama kullanılarak uygulanabilir.

Özellikle çelik panellerden yağ ve gresi çıkarmak için sıcak su etkili bir şekilde kullanılır. Otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Güçlü alkaliler ve silikatlar alüminyum için uygun değildir. Alüminyum temizlik maddelerinde kompleksleştirici maddeler (tensitler) kullanılmaz. Islatıcı maddeler için sadece çok spesifik maddeler uygulanabilir (örneğin, anyonik olmayan maddeler). Düşük sıcaklıkta temizlik 40° den yukarıda mümkündür [160, ESTAL, 2004]

Çevresel hususlar

Enerji kullanımı: işlem tankları 50 - 90 °C'de çalışır ve su buharı ve alkali veya asit dumanlarını atmak için duman çeker gerektirebilir.

Durulama suları (hava ovucu ünitelerden olanlar dahil) atık su arıtma tesislerinde basit pH uygulaması gerektirebilir.

Metaller, alttaş yüzeyinden soyulabilir (toksik etkilere sahip olabilecek kurşun gibi eser elementler dahil). Bunlar pH ayarlanması sonucu ayrılabilirler.

Alkali yağ giderme maddeleri, nonil fenoller gibi az miktarda dikkat edilmesi gereken madde içerebilir [161, Assogalvanica, 2004].

Kullanılan asit veya alkali çözeltiler, sürekli akışlı atık su arıtma tesislerinin içermediği büyük bir pH değişimi oluşturdukları için genellikle ayrı ayrı arıtılırlar.

Çözelti bakımının tüketilen bileşenleri değiştirerek ve biriken yağ kirini, yağ ve gresleri ayırarak yapılması, çeşitli seçeneklerle çözeltinin ömrünü büyük ölçüde artırabilir [73, BSTSA,].

Atık su arıtma tesislerinde oluşabilecek fazla yüzey aktif madde ile etkileşimden kaçınmak için temizleme çözeltilerinin diğer süreç atıklarından ayrılması gerekebilir. Kompleksleştirici maddeler içeren temizleme çözeltileri, metal iyonları içeren diğer atık su akışlarından ayrılmalıdır [73, BSTSA,], bkz. Bölüm 4.16.2.

2.3.5 Diğer temizlik teknikleri

2.3.5.1 Hava bıçakları

Hava bıçakları, parçalardan fazla yağı ve gresi arındırmak için kullanılabilir [73, BSTSA,]. Bunlar, hassas yarıklar yoluyla havanın üflenerek laminer hava perdesi oluşturduğu düşük basınç, yüksek hacimli sistemlerdir. Bu sistemde paçalar el ya da konveyör kayışı üzerinde hava perdesinin içinden geçirilebilir. Hava, sistemdeki sıkıştırma ve hareket nedeniyle ısınır ve bu da yağların ve greslerin ısıtılarak çıkarılmasına yardımcı olur. Hem laminer hava hareketi hem de sıcaklık, bileşenlerin kurumasını da kolaylaştırır.

2.3.5.2 Santrifüjler

Santrifüjler, fazla gresi gidermek için gruplama temelinde kullanılır ve genellikle daha küçük iş parçalarına tamburlu işlemlerden önce uygulanır.

2.3.5.3 Kuru buz

'Cryoclean' denilen, kuru buz pelletleri püskürtülen bu işlem yağ ve gresin yanı sıra partikül, boya vb. gidermek için kullanılabilir. Temizleme etkisi, kirletici tabakaların soğutulmasından ve parçalanmasından, mekanik etkinin ve kuru buzun katı-buharlaşmasından oluşan gazın kaldırmasından kaynaklanır. [115, CETS, 2003, 116, Çek Cumhuriyeti, 2003].

Pelletler, -78 °C'lik bir sıcaklıkta 3 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda sıvı CO_2'den yapılır. Hava ile ivmelenerek 100 ila 300 m/s'lik bir hıza ulaşırlar. Pelletler kinetik enerjilerini yüzeyde serbest bırakır. Çarpma sırasında hemen buharlaşırlar. Yüzey yerel olarak soğutulur ve alttaş ile herhangi bir kaplama ve/veya kirletici maddenin farklı ısıl genleşme katsayıları nedeniyle temizlenme kabiliyeti artırılır.

Kullanımdan sonra, kuru buz pelletleri buharlaşır, böylece oluşan tek atık, soyulmuş kaplamaların katı atığı olur. Bu yöntem esas olarak presleme kalıplarının ve diğer özel parçaların temizliğinde kullanılır. Özel durumlarda, kaplamaları (organik ve metalik) soymak için kullanılır.

Çevresel hususlar

Yöntem gürültülüdür ve çalışanların korunmasını gerektirir. Atık, toksik bileşikler (ağır metaller, kurşun, kadmiyum vb. içeren boyalar) içerebilir. İşçiler gözlerini ve solunum yollarını korumalıdır. Hava çeker ve filtreleme gerekli olabilir.

2.3.5.4 Elle silme

Elle silmede, temiz bir bez ve çözücü veya öğütülmüş tebeşir veya kireç taşı gibi bir emici madde kullanılır. Bu, havacılık parçaları gibi büyük, yüksek değerli iş parçaları üzerinde gerçekleştirilir. Küçük, kaliteli kritik bileşenler için de kullanılır [73, BSTSA,].

2.3.6 Asitleme, kireç ve is giderme

Asitle yıkama ve kireç giderme, diğer yüzey işleme süreçlerinden önce yağı giderilmiş metal yüzeylerin parlatılması ve/veya oksitlerin temizlenmesi için kullanılan kimyasal metal-soyma işlemleridir [73, BSTSA,]. Çeliklerin toplu olarak asitlenmesi demirli metallerin işlenmesi konusundaki BREF'de tanımlanmıştır [86, EIPPCB,]. Asitleme işlemleri sırasında kazan taşı, oksit filmleri ve metalin diğer korozyon ürünleri gibi rahatsız edici veya yapışan tabakalar, asit bazlı bir asitleme maddesi ile kimyasal tepkime yoluyla uzaklaştırılır. Güçlü oksit tabakalarını etkili bir şekilde gidermek için, belirli asit derişimleri, sıcaklık ve asitleme zamanlarına uyulmalıdır. Hidroklorik veya sülfürik asitler normal olarak kullanılır. Özel durumlarda nitrik, hidroflorik veya fosforik asit veya asit karışımları kullanılır. Bazı alaşımları güvenilir bir şekilde asitle yıkamak için florür içeren çözeltiler gereklidir. Tipik asitleme tepkimesi, aşağıdaki kimyasal denklem ile tanımlanır:

- metal oksit + asitleme çözeltisi ➔ metal iyonu + su

Metalik yüzeyin bir miktar aşınması arzu edilir, ancak asidin temel malzeme üzerine aşırı saldırısı istenmez. Hidrojen genellikle oluşur:

- metal + asitleme çözeltisi -➔ metal iyonu + hidrojen

Saldırı, asitli yıkama sonlandırıcıları kullanılarak azaltılabilir. Bunlar aynı zamanda hidrojen gelişiminin engellenmesine de neden olurlar, böylece yüzeydeki kristal metal yapı içine hidrojenin sıkışması ve malzemedeki yoğun gerilme olan bölgelere difüzyonu ile oluşan hidrojen (veya asitleme) gevrekleşmesini (veya kırılganlığını) en aza indirir. Bu, yüksek dayanımlı çeliklerde önemli zararlara neden olabilir [73, BSTSA,].

Yıkama asitti çözeltisinde serbest asit sertliği azalırken, çözülmüş metal iyonlarının derişimi artar. Metal ve metal oksittin çözünmesiyle ilişkili asit tüketimi, taze yıkama asidi çözeltisi ilave edilerek desteklenebilir [73, BSTSA,]. Ancak, bu teknik sürekli artan metal içeriği ile sınırlıdır. Sülfürik asit için %8, hidroklorik asit için %12 ve fosforik asit için %2.5 maksimum demir içeriği tavsiye edilir. Sınırlayıcı derişimlere ulaşıldığında, asitle yıkama çözeltisi tamamen veya kısmen bertaraf edilmelidir. [104, UBA, 2003]

Asitlenecek iş parçaları tamamen yağdan arındırılmış olmalıdır, aksi takdirde asit sadece yağsız bölgelere saldırarak düzensiz asitleme meydana gelir. Islatıcı etkenlerin kullanımı ile iş parçaları daha iyi ve daha hızlı ıslandığından, asitleme süreçlerini hızlandırır. Demir malzemeler, önceden yağdan arındırılmadan, asit yağ giderici maddeler olarak bilinen sıvı içinde paslarından ve kireçtaşlarından temizlenebilir. Ticari asit yağ giderici maddeler, kuvvetli asit ortamında katı ve sıvı yağların çözünmesini destekleyebilen, çözücü ve ıslatıcı maddelerin karışımlarını içerir.

Asitleme süresi, artan asit derişimi ve sıcaklık ile azalır. Asitleme etkisine en çok %25 sülfürik asit derişimi ile ulaşılır. Bunun üstünde, asitleme hızları düşer. En uygun sıcaklık 60 °C'dir.

Asitleme etkileri, iş parçalarının asitleme çözeltisindeki hareketi veya çözelti püskürtülmesi yöntemiyle asitleme çözeltisinin hareketi ile hızlandırılabilir [159, TWG, 2004].

Hidroklorik asit de kireç çözücü ve asitleme için iyidir. Çoğu durumda, %18 - 22'lik bir derişim hızla çalışır. Bununla birlikte, onun dezavantajı agresif buhardır. 30 - 35 °C 'ye kadar ısıtma sadece asitleme etkisini arttırmaz, aynı zamanda havaya salınımda hidroklorik asit oluşumunu da arttırır.

Hidroflorik asit neredeyse sadece dökme demir, örneğin motor blokları için kullanılır. Genellikle %20 - 25 (HF) arası derişim ve 35 - 40 °C arası sıcaklık tercih edilir.

Alüminyum için işlem is (islenme) giderme olarak adlandırılır ve nitrik asit derişimi 150 g/l'nin altındadır.

Çevre sorunları

Üretilen aerosolleri ve hidroklorik asit gazını ve nitrik asit kullanılıyorsa nitröz oksitleri atmak için işlem tanklarının duman çekerler ile donatılmış olması gerekebilir.

Kullanılmış asitleme-yıkama çözeltileri, atık arıtma sisteminde işlenerek (arıtılarak) veya sıvı atık olarak atılır. Metal yüzeyin aşırı aşınması önemli miktarda demir çıkarır ki bu durum atık su işleme sistemlerinde önemli ölçüde artan çamur üretimi gibi olumsuz etkilere neden olabilir [158, Portekiz, 2004].

Atık sular tipik atık su tesislerinde kolaylıkla işlenebilir.

Asit geciktirme ve difüzyon diyaliziyle (süzme) asitleme elektrolitlerinin bakımı Almanya'da anotlama gibi bazı uygulamalarda kullanılır; elektro kaplamada yaygın olarak kullanılmamaktadır [124, Almanya, 2003].

2.3.7 Alüminyum aşındırma ve tortu giderme

Tortu giderme ve asitleme, alüminyum işlemlerinde normal olarak uygulanmaz, çünkü alüminyum üzerindeki doğal oksit, çelikten farklı olarak çok incedir. Alüminyum oksit giderme, ön işlem sırasında gerekli olmayabilir, ancak bir sonucu olabilir [118, ESTAL, 2003].

Alüminyum ve alaşımlarının aşındırma işlemi genellikle sodyum hidroksit çözeltilerinde gerçekleştirilir, gerektiğinde florürler ilave edilir. Otokatalitik veya elektrolitik metal kaplamadan önce iyi yapışma için zinkat (çinko asidi) işlemi gereklidir. Bu çözelti, <20 g/l zinkat içeren sodyum hidroksit bazlıdır.

2.3.8 Elektrolitik yardımlı yağ giderme, aktifleştirme ve asitleme

Alttaş anodik yapılarak asitleme artırılabilir. Metallerin elektrolitik olmayan asitleme işlemini, genellikle alttaş yüzeyinin mikro-pürüzlülüğüne tuzaklanmış yağ ve kir gibi istenmeyen kalıntıları uzaklaştırmak için elektrolitik aktivasyon izler. Bunlar, anodun yüzeyindeki O_2 ve katot yüzeyinde H_2 gazının elektroliziyle giderilir [73, BSTSA,]. Kimyasal derişim genellikle iki kat daha yüksek olmasına rağmen, çözeltinin temel bileşimi, alkali yağ gidericilerle benzerdir. Köpüklenmeyi önlemek için ıslatıcı maddelerden kaçınılır; ancak, çeliklerin aktivasyonunu geliştirmek için siyanür veya başka kompleksleştirici maddeler eklenebilir. Normal uygulamalar için siyanür ve şelatlayıcı madde içermeyen elektrolitler yeterlidir. Çözelti ömrü, esas olarak durulama suyunun içe sürüklenmesi ve işlem çözeltisinin dışa sürüklenmesi yoluyla oluşan seyreltme ile belirlenir. [3, CETS, 2002]. Bu süreç anotlama da kullanılmamaktadır [159, TWG, 2004].

Çevresel hususlar

İşlem tankları, şiddetli üretilmiş aerosolleri yakalamak için duman çekici ile donatılabilir.

Durulama banyoları, kir, sıvı yağ ve katı yağlarla hızla doyuma ulaşabilir.

Durulama sıvıları ve kullanılmış çözeltiler atık su arıtma tesislerinde alkali veya siyanür çözeltileri olarak işlenebilir. Atık sular, içerdiği yağ ve gres miktarı ile çökelme süreçlerini etkileyebilen fosfatlar ve yüzey aktif maddeleri gibi bileşenlerin bileşimi ve derişimi nedeniyle atık su tesisine zarar verebilir. [20, VITO, 1998].

2.3.9 Metal soyma

Ana malzemenin özelliklerini kaybetmeden hatalı olarak elektro kaplama yapılmış parçaların işlenmesi için metal soyma işlemi gereklidir [73, BSTSA,]. Yeni ortaya çıkan iş parçalarının yeni işlemi için de [73, BSTSA]] kullanılabilir. Bu yöntem değerli metallerin (değerli metaller gibi) hem ana metallerden hem de kaplama malzemelerinden geri kazanımı için de kullanılabilir. Çoğunlukla hurda demir alt tabaka metali, ancak problemlere neden olan belirli metal kaplamalar çıkarıldığında yenilenebilir. Elektro kaplama işleminde kullanılan askıların ve/veya askı bağlantılarının metal soyma işlemi, askıların ömrünü uzatır ve biriken metali kurtarır.

Soyulacak yüzeyin formunu korumak için, metal soyma teknikleri kaplama malzemesini hızlı ve güvenli bir şekilde çıkarmalı ve ana metale zarar vermemelidir. Ender durumlarda, [73, BSTSA,] örneğin kimyasal krom soyma için kaplamanın elektrolitik aktivasyonu gerekli olabilir. Kimyasal süreçler uygulamada basittir ve tesis düzeneğinde daha az harcama gerektirir. Öte yandan, elektrolitik süreçler genellikle daha hızlı, daha ekonomik ve daha fazla denetimli çalışır. Bu nedenle, raf bağlantılarında metal soyulması gibi aktiviteler için tercih edilirler.

Çevresel hususlar

Kuvvetli asitlerin kullanılması, beton zeminlere zarar verebilecek ve daha sonra toprağı ve herhangi bir yeraltı suyunu asit ve çözünmüş metaller ile kirletecek dökülmelere neden olabilir. Kullanılmış asit soyma çözeltilerinin bertarafı, akışkan atık sistemlerinin arıtma kapasitesini aşabilir. Asit dumanları ve buharı, metaller ve alttaşla olan tepkimeler sonucu oluşabilir. Bunlar yerel hava sorunlarına, personelde sağlık etkilerine ve tesisteki teçhizatların bozulmasına neden olabilir.

Önceki işlemlerin sıyrılması, genellikle bir tesisteki normal süreç kontrollerinin dışında bir toplu işlem olarak gerçekleştirilir. Bunlar, endüstriden kaynaklanan kirliliğin ve izin verilen koşulların aşılmasının potansiyel olarak önemli bir kaynağıdır.

Yeniden çalışmak için hatalı parçalar sıyrıldığında, harcanan enerji, su ve ham maddenin yanı sıra atık üretiminde (arıtma ve kullanılmış asitlerden çamur) artış olabilir.

2.3.10 Plastiklerin ön işlemi (aşındırma)

Otokatalitik kaplama (bkz. Bölüm 2.5.8) kullanılan plastiklerin yüzey işlemlerinde ve baskılı devre kartları (bkz. Bölüm 2.11) yüzey işlemlerinde ön işlem gereklidir.

2.3.10.1 Plastiklerin hazırlanması

Bu, daha sonraki boşluksuz kaplama ve metal tabakaların iyi yapışması için yüzeyin düzgünlüğünü (ıslatılabilirliği) sağlar [3, CETS, 2002, 77, BSTSA,].

Süreç çözeltisi, sülfürik asit (hacmen %20) veya sodyum hidroksit ve karbonat (hacmen %10) ile suda çözünür organik biyo-bozunabilir çözücüler (alkol, glikol türevleri) içerir.

PCB levhalar için, daha sonra oluşturulacak tabakaların yapışması amacıyla mikro-pürüzlü bir yüzey sağlayan bir ponza ve su karışımı kullanılarak temizlik yapılabilir [125, İrlanda, 2003].

Çevresel hususlar
Asit akışkanlar, atık su arıtma tesislerinde pH ayarlaması gerektirebilir.

2.3.10.2 Plastik aşındırma veya asitleme

İyi metal yapışması için plastiğin asitle temizlenmesi bir ön şarttır. Bu işlem sulu bir kromik asit (380 g/l'ye kadar) [73, BSTSA,], sülfürik asit (380 g/l) ve ıslatma maddesi karışımı içinde gerçekleştirilir. Bütadien bileşenini oksitlemek ve çözmek için ABS tipi plastik yüzeylere uygulanır ve böylece mikro-pürüzlü bir yüzey oluşturur [3, CETS, 2002].

Çevresel hususlar

İşlem tankları, küçük miktarlarda üretilen aerosoller ve asit gazlarını çıkarmak için duman çekici ile donatılabilir.

Çözelti ömrü, Cr (III) ten Cr (VI) 'ya kadar krom oksitlemek için membran elektroliziyle uzatılabilir.

Atıklar, altı değerlikli krom içeren atık su arıtma tesislerinde diğer çözeltilere benzer şekilde kolayca işlenebilir.

2.4 Dışa-sürüklenme ve durulama

Dışa-sürüklenme, iş parçasına veya alt tabaka yüzeylerine yapışıp önceki işlemden gelen sıvıdır. Durulamanın gerekli olduğu yerler:

- işlem çözeltilerinin çapraz-kirlenmesini önlemek için çoğu işlem adımları arasında
- iş parçasının ve/veya alttaş yüzeyinin, aşırı tepkimeler veya çözünmüş kimyasalların kuruması ile lekelenmesi gibi artık (fazla kalan) kimyasal maddeler tarafından bozulmadığından emin olmak için.

Durulama sularında kimyasal kaybının önlenmesi, işletme maliyetlerinin ve çevre sorunlarının en aza indirilmesi için dışa-sürüklenmenin azaltılması birincil önlemdir. Anotlama sırasında aşındırma gibi bazı işlemlerde, alüminyum aşındırma gibi yan ürünlerin birikmesini önleyerek çözeltiyi korumak için belirli bir miktar dışa-sürüklenme kullanılır [159, TWG, 2004].

Bu nedenle durulama, yüzey işleminde hemen hemen tüm işlem aşamalarından sonra gerçekleştirilen ortak bir faaliyettir [3, CETS, 2002]. Şekil 2.7 altı durulama istasyonuna sahip tipik bir askı kaplama hattının kesitini göstermektedir [65, Atotech, 2001].

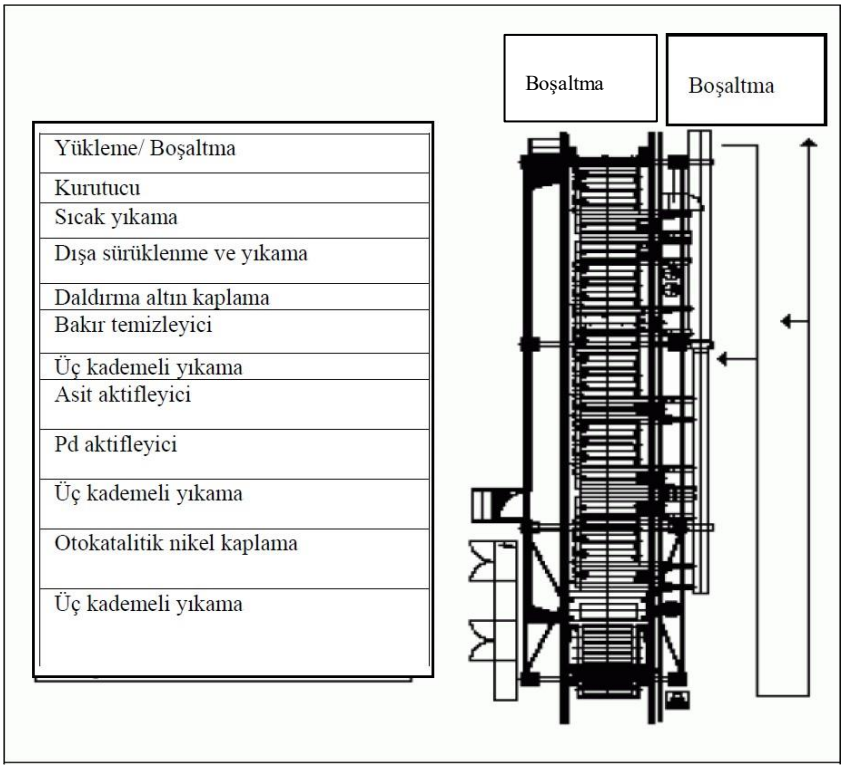
Durulama suyu işlem şartlarına bağlı olarak farklı kalitelerde olabilir (bkz. Bölüm 2.12.2). Su tüketimini en aza indirmek için birçok durulama tekniği geliştirilmiştir ve bunların bazıları Bölüm 4.6 ve 4.7'de tartışılmıştır. Yüzeyde istenen temizliğin sağlanması, kullanılan suyun kalitesi ile miktarı ve durulama işleminin gerçekleştirilme şekli arasında genellikle aranan bir denge vardır.

Çevresel hususlar

Durulama suları bir aktivitedeki tüm süreç kimyasallarını taşıyabildiğinden, su kirlenmesinin en büyük potansiyel kaynaklarından biridir. Çoğu durumda durulama suları boşaltılmadan önce arıtılır (arıtma seçenekleri Bölüm 4.16'da tartışılmaktadır). Önemli konular:

- durulama suyunun olası tekrar-kullanılması da dahil olmak üzere malzeme kaybının en aza indirilmesi
- metaller: bunlar korunumludur, yani sadece başka bir atık akışına taşınabilir ve işlenebilir, ancak yok edilemez.
- siyanürler: genellikle oksitleme ile arıtılır
- kompleksleştirici maddeler: (siyanürler dahil) daha sonra metallerin başarılı bir şekilde arıtılması için bunların ayrı ayrı arıtılması gerekebilir.
- yüzey aktif maddeler, parlatıcılar ve diğer katkı maddeleri atık su arıtımını etkileyebilir veya kendi çevresel etkilerine sahip olabilirler.
- diğer katyonlar yerel su kalitesi etkilerine sahip olabilir.

Tesislerdeki en fazla su kullanan iki işlemden biri de durulamadır (diğer büyük kullanım soğutmadır).



Şekil 2.7: PCB üretimi için bir askılı kaplama işlemi bölümü (Atotech Deutschland GmbH)

2.5 Temel faaliyetler

2.5.1 Bakır ve bakır alaşımlı kaplama

[3, CETS, 2002] Bakır kaplama, madeni paralar ve tuhafiyeler için tuğralı düğmeler veya fermuarlar gibi günlük kullanım eşyalarında yaygın olarak kullanılır. Bu tür iş parçaları, askılarda veya tamburlarda kaplanabilir. Bakır kaplama baskılı devre kartı üretiminde de gereklidir, bkz. Bölüm 2.11.

2.5.1.1 Siyanürlü bakır

Siyanürlü bakır düşük sıcaklık elektrolitleri, çelik ve çinko döküm kalıpları üstüne ince bakır kaplanırken bakırın kendiliğinden tortu oluşturmasını ve dolayısıyla üstüne biriktirilen metal kaplamanın zayıf yapışmasını önlemek için gereklidir. Bu tip bir çözelti, bakır derişimi 15 - 20 g/l olan bakır siyanür ve sodyum siyanüre dayanmaktadır. İnce Bakır tabakaları genellikle 2 - 3 µm'den daha kalın değildir.

Özellikle tambur kaplama ve diğerleri için yapılan daha kalın tabakalar (6 - 8 µm), metal içeriği 25 - 50 g/l arasında olan potasyum siyanür ve potasyum hidroksit temelinde yüksek performanslı elektrolitler ile elde edilir.

Diğer bir yüksek performanslı elektrolit, daha yüksek akım yoğunlukları sağlayan potasyum sodyum tartratlı bakır siyanür ve sodyum siyanüre dayanır, tabakaların parlaklığını arttırır ve anot pasifleştirmesine olan eğilimi azaltır. Metal içeriği 40 - 60 g/l'dir.

Potasyum karbonat, potasyum bazlı sistemlerde işlem sırasında üretilir. Bu, parlak bakır biriktirilmesini bozar ve 90 g/l'nin üzerindeki derişimlerde pürüzlülüğe neden olur.

Çevresel hususlar
İşlem tankları, üretilen aerosolleri çıkarmak için duman çeker ile donatılmış olabilir.

Sodyum bazlı çözeltiler, yığın veya sürekli sodyum karbonat çöktürmesi ile yenilenebilir.

Potasyum bazlı elektrolitler, potasyum karbonatın içeriği 90 g/l'yi aşar aşmaz boşaltılmalıdır.

Akışkan, tipik atık su tesislerinde bir siyanit oksitleme aşaması ile arıtılabilir.

2.5.1.2 Asitli bakır

Bu çözeltiler günümüzde bakır kaplama için genel olarak tercih edilen çözeltilerdir. [124, Almanya, 2003]. Mükemmel düzleştirme kabiliyetleri nedeniyle, bakır sülfat ve sülfürik aside dayanan asit-bakır elektrolitleri, mobilya çerçeveleri, banyo armatürleri, tel işleri gibi parçalar için dekoratif parlak nikel ve bakır kaplamadan önce parlatma ve cilalama yapma ihtiyacını ortadan kaldırmak için kullanılır. Normal bakır içeriği 50 - 60 g/l ve sülfürik asit içeriği 60 - 90 g/l'dir.

Asit bakır elektrolitlerin önemli bir teknik uygulaması, baskılı devre kartlarının ve çok katmanlıların delik içi, panel ve desen kaplanmasıdır. Sülfürik asit iletkenliği ve düzgün- kaplama gücünü arttırır ve ince kristal ve sünek tabakalar sağlar. Bu tür elektrolitlerde sülfürik asit derişimi 180 - 200 g/l aralığındadır ve bakır derişimi ise 20 g/l'dir.

Çözeltiler ayrıca siyanür içermez, karbonat biriktirmez ve elektrolitik olarak daha fazla etkilidir.

Çevresel hususlar
İşlem tanklarının, kaplama çözeltisindeki hava çalkalama ünitesi tarafından üretilen aerosolleri çekmek için duman çeker ünitesi ile donatılması gerekebilir.

Akışkanlar düşük pH için ve bakır atılması amacıyla tipik atık su tesislerinde arıtılabilir.

2.5.1.3 Pirofosfatlı bakır

Pirofosfatlı bakır elektrolitleri artık önemli bir rol oynamaz. Bakır pirofosfat (110 g/l) ve potasyum pirofosfat (400 g/l) bazlıdır. Katkı maddeleri sitrik asit (10 g/l) ve amonyaktır (3 g/l) [124, Almanya, 2003].

Bunlar özel uygulamalar için kullanılır. Örneğin; ısıl işlem görmüş parçalarda, kablo ve çok az veya hiç parlatma gerektirmeyen diğer kalın parlak katmanların çekilmesi için yardımcı olan koruyucu kalkan olarak, hidrojen gevrekleştirmesini önleme amacıyla, nikel ve gümüş kaplama altında ara tabaka olarak kullanılır.

Pirofosfat elektrolitler aynı zamanda baskılı devre levhalarının ve çoklu katmanların delik-içi ve panel kaplaması için de kullanılabilir, ancak şu anda esas olarak yerini asit bakır elektrolitleri almaktadır.

Eğer pH yeterince korunmazsa, Pirofosfat hidroliz ile sürekli olarak ayrışarak işlem çözeltisinin ömrünü kısaltır. Uygun yenilenme araçları şu anda mevcut değildir. Bununla birlikte, uygun bakımları yapılmış banyolar(çözeltiler) 10 yıldan fazla dayanabilir. [129, İspanya, 2003].

Çevresel hususlar
Duman çeker normal olarak işlem tanklarında kullanılır.

Sodyum veya potasyum hidroksitlerin pirofosfattan bakır çökeltmemesi nedeniyle, atık sular kireç ile işlenmelidir.

Amonyak içeriği nedeniyle, metal içeren diğer akışkanlardan ayrı işlem yapılması gerekmektedir.

2.5.1.4 Pirinç

Pirinç ağırlıklı olarak bakır ve çinko alaşımıdır, ancak nikel, kalay veya kurşun eklenebilir. Çözeltideki bakır ve çinko siyanürlerin bir karışımı, dekoratif amaçlar için bakır ve çinko alaşımlarının biriktirilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar 8 - 15 g/l bakır ve 5 - 30 g/l (kullanılan formülasyona bağlı) çinko içeren alkali elektrolitlerdir. Toplam sodyum siyanür içeriği 70 ila 90 g/l arasında değişebilir ve çalışma pH'ı 10 civarındadır. Depolanan alaşım %65 ila%80 bakır içerir ve rengi açık sarıdır. Parlak bir alttaş üzerinde bir parlatıcı olarak kullanılabilir veya daha ağır biriktirme kullanılırsa, birikintinin bir sonraki kimyasal renklendirilmesiyle farklı parlatmalar elde edilebilir.

2.5.1.5 Bronz

Bronz, kalay ve çinko ile alaşımlı bakırdır. Siyanürlü bronz alaşımı dekoratif olarak kaplama işlemlerinde kullanılır. Cilt alerjisinden korunmak için nikel yerine “nikel içermeyen” bir

kaplama olarak kullanılır. Asitli bronz geliştirilme aşamasındadır [124, Almanya, 2003].

Bu stanik asit (stannate) ve siyanür-bazlı elektrolit içindeki metal derişimi 4 - 10 g/l stanik asit, 4 - 20 g/l bakır ve 1 - 4 g/l çinko, 6 - 10 g/l potasyum siyanürdür. İki farklı renkte kullanılır: beyaz veya sarı bronz

Kurşun, bazı elektrolitlerde bir parlatıcı olarak düşük derişimde kullanılır. Pek çok üründe gelecekteki kullanımı yeni yönergelerle yasaklanmıştır [98, EC, 2003, 99, EC, 2000].

Siyanür, karbonata verilen akım ile oksitlenir. Karbonat seviyesi 40 g/l'yi aştığında çözeltiler atılmalıdır.

Çevresel hususlar

İşlem tanklarının, üretilen aerosolleri uzaklaştırmak için duman çeker ünitesi ile donatılmış olması gerekebilir.

Akışkan, bir siyanür oksitleme adımlı tipik bir atık su arıtma tesisinde pH, siyanür ve metaller için arıtılabilir.

2.5.2 Nikel elektro kaplama

[73, BSTSA,] Nikel elektro kaplama ve akımsız-kaplama işlemleri geniş bir yelpazede endüstriyel ve tüketici uygulamalarında kullanılmaktadır. Bunların ana işlevi, alttaşların korozyona, aşınmaya ve yıpranmaya karşı direncini arttırmak olsa da nikel dekoratif kaplamalar için, diğer kaplamaların altında pürüzsüz, yüksek oranda yansıtıcı ve korozyona dayanıklı bir kaplama sağlar.

Elektrolitik ve akımsız (otokatalitik) sistemlerin her ikisini de içeren nikel kaplama süreçleri yedi ayrı kategoride değerlendirilebilir.

Nikel/krom elektro kaplama
Nikelin en önemli uygulaması, genellikle "krom kaplama" olarak adlandırılan nikel/krom elektrolitik kaplamalardır. Bunlar nikel (%99) bir astar üzerine çok ince bir krom kaplama (%1) içerirler. Nikel çok pürüzsüz, parlak, korozyona-dayanıklı mükemmel bir kaplama sağlar.

Diğer üst kaplamalar ile nikel elektro kaplama
Pirinç, altın ve gümüş son kat kaplama sistemleri krom alternatifleri olarak kullanılmaktadır.

Nikel elektro kaplama
Nikel herhangi bir son kat olmadan kendi başına da kullanılabilir. Genel olarak, bu sadece aşınmış bileşenlerin yenilenmesi gibi mühendislik amaçlıdır.

Nikel kompozit elektro kaplama sistemleri
Neredeyse benzersiz olarak, sertlik, sürtünme direnci ve sürtünme katsayısı gibi mühendislik özelliklerini geliştirmek için, silikon karpit, elmas veya PTFE gibi metal-olmayan, asal parçacıkların eş-biriktirme yöntemiyle yapıya yerleştirildiği nikel matrisleri oluşturulabilir.

Nikel alaşımı elektro kaplama
Ticari önem taşıyan elektro-biriktirilen nikel alaşımları arasında çinko-nikel, nikel-kobalt ve nikel-demir bulunmaktadır.

Nikel elektro-biçimlendirme (oluşturma)
Nikel elektro-biçimlendirme, malzemelerin nispeten kalın nikel tabakalarının elektro biriktirme ile üretilmesine izin veren eşsiz bir süreçtir - kompakt diskler, DVD'ler, hologramlar ve serigrafi silindirlerinin üretim sürecinin önemli bir parçasıdır

Akımsız nikel kaplama

Bu, sert ve düzgün kaplamalar veren bir kimyasal işlemdir. Ayrıca, plastikler ve bazı alaşımlar gibi elektro kaplama yapılamayan malzemeler üzerinde de biriktirilebilir. Bu süreçlerin tam bir tanımı, Bölüm 2.5.8'de verilmiştir.

Genel çevre hususları
Nikel metali ve çözünebilir tuzları ile ilgili sağlık sorunları ve başlıca ilgi alanları Bölüm 1.4.4.1 'de açıklanmıştır.

Nikel çözeltilerinin çalkalama gerektirmesi muhtemeldir ve çalkalama seçimi havadaki kirletici

maddelerin miktarını etkileyebilir, bkz. Bölüm 4.3. Dağılımın etkinliği, ıslatıcı maddelerin eklenmesiyle iyileştirilebilir.

Egzoz çekişi düzenli olarak, buğu gidericiler ise sıklıkla kullanılır ve akışkanlar diğer atık sularla arıtılabilir (aşağıya bakınız).

Atık sular tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir. Bununla birlikte, nikel içeren atık sular siyanür içeren atık sulardan ayrılmalıdır, çünkü nikel, arıtılması zor olan siyanür ile kararlı kompleksler oluşturur. Diğer kompleks yapıcı maddelerle temasından da kaçınılmalıdır.

Katı atıkların tehlikeli atık olarak yönetimi gerekir [92, EC, 1991, 100, EC, 2000].

Alttaş hususları
Nikel, üretim işlemlerinde yaygın olarak kullanılan çelik, bakır, pirinç, çinko alaşımları, alüminyum ve magnezyum gibi çok çeşitli metalik alttaş malzemeler üstüne ve ayrıca çeşitli plastik yüzeylerine düzenli olarak biriktirilir.

Doğru temizlik ve diğer ön arıtma işlemleri (Bölüm 2.3'e bakınız) tam olarak gerçekleştirilirse, bu alttaşların bazılarının üzerine (çelik, bakır ve kurşunsuz pirinç) iyice yapıştığından, doğrudan doğruya kaplanabilir.

Bununla birlikte, çinko alaşımları, asitli nikel kaplama çözeltilerindeki aşındırıcı etkisine hassastır ve sonuç olarak, bunların üzerine başarılı bir şekilde nikel biriktirilmeden önce bir siyanür çözeltisinde (bkz. Bölüm 2.5.1) biriktirilen bakır tabakasına gerek duyulur.

Alüminyum ve alaşımlarının çok yüksek yüzey reaktiviteleri nedeniyle, bakır tabakası uygulamasından önce bir çinko tabakası ("çinkat" veya "çift çinkat" süreçler olarak bilinen akımsız kimyasal işlemlerle üretilir), yine siyanür bazlı bir çözeltide biriktirilmelidir. Magnezyum alaşımları benzer işlemler gerektirir.

2.5.2.1 Watt-tipi nikel çözeltileri

Watt-tipi nikel çözeltileri, nikel-krom kaplama ile kompozit nikel kaplama ve nikel kullanılan diğer son kat kaplama sistemlerini de içeren nikel kaplama endüstrisinde kullanılan çözeltilerin büyük bir kısmını kapsar. Nikel sülfat (240 - 375 g/l), nikel klorür (35 - 60 g/l) ve borik asit (30 - 45 g/l) ile birlikte kullanılır. Çalışma sıcaklıkları 25 ila 70 °C arasında değişebilir, ancak daha dar olan 50 ila 60 °C aralığı daha yaygındır. Normal olarak pH 3,5 – 4,5'tir. Aralığın üst ucunda nikel klorür içeren formülasyonlar, daha yüksek biriktirme oranları sağlamak için kullanılabilir.

Nikel yüzeyinde "çukurlaşmaya" sebep olan gaz kabarcığı tutulmasını azaltmak için ıslatıcı maddeler hemen hemen her zaman eklenmesine rağmen, mat nikel kaplama üretmek için watt- tipi çözeltiler herhangi bir ilave yapılmaksızın kullanılabilir. Ancak, Watt tipi çözeltiler en çok organik bileşiklerin eklenmesiyle kullanılır. Bunlar, parlak ve tam parlak bir görünüm veya alternatif olarak yarı parlak veya saten nikel kaplama üretmek için nikelin metalurjik yapısını değiştirir. Nikelin görsel görünümünü değiştirmenin yanı sıra, bu katkı maddeleri kaçınılmaz olarak birikimde süneklik, sertlik ve iç gerilimdeki değişimlere de neden olmaktadır. Tipik ilaveler nikel kaplamın gerekli özelliklerine bağlıdır ve yarı parlak bir yüzey için az miktarda organik yarı-parlaklaştırıcı (<1 ml/l) ve ıslatma maddesinin (<1 ml/l) kullanımından başlayıp, parlak bir yüzey için 10 - 20 ml/l asıl ve ikincil parlaklaştırıcı ile <10 ml/l ıslatma maddesi kullanımına kadar değişir.

Watt tipi çözeltilerden üretilen kaplamaların özelliklerini değiştirmek için kullanılan birçok organik bileşik türü vardır. Genel olarak, özel karışımlar şeklinde eklenirler.

Düzenli olarak analiz edilip dikkatlice kullanılıp bakımı yapıldığında, Watt-tipi çözeltiler neredeyse sınırsız bir çalışma ömrüne sahip olabilir. Anot verimliliği %100 olmasına karşın katot verimliliği normalde sadece %96 - 98 arasında olduğu için katotta biriktirilen nikel metali, anotta çözünenler tarafından tamamen yenilenenlerden daha fazladır. Verimlilikteki bu küçük fark normal olarak, durulama sistemine iletilmek suretiyle işlem tanklarından çıkan çözeltinin atılması ('dışa-sürüklenme') ile telafi edilir. Bu "dışa-sürüklenme"nin düşük olduğu sistemlerde, çözelti derişimi gerçekten artabilir; bu durum derişimi çalışma sınırları içinde tutmak için arıtma gerektirebilir.

Nikel çözeltisinin çalışma ömrünü kısaltan en muhtemel problem, doğası inorganik veya

organik olan kirlenmenin çözeltiye karışmasıdır.

İnorganik kirleticiler, işlem zincirinde ön adımlarda kullanılan (örn. Temizleme çözeltileri) saf olmayan suyun nikel çözeltisine iletilmesi tarafından ya da metal bileşenlerin askılardan çözeltiye kazara düşerek çözünmesi tarafından çözeltiye karışabilir. Bazı inorganik kirletici maddeler (Fe) yüksek pH çökelmesi gibi önlemle ve diğerleri (Cu ve Zn) "kapla-at" olarak bilinen düşük akım yoğunluklu elektroliz önlemiyle giderilebilir, bkz. Bölüm 4.11.9.

Önemli sayıda organik kirleticiler, sadece aktif karbon üzerinde filtreleme veya tutucu (adsorban) polimerler kullanılarak atılabilir. Diğerleri, bileşiği daha sonra aktif karbon işlemi ile uzaklaştırılabilecek şekilde daha basit bileşiklere parçalamak için hidrojen peroksit veya potasyum permanganat ile ek işlem gerektirebilir.

Çevresel hususlar
Genel çevresel hususlara bakınız.

Kullanılan ıslatıcı maddeler genellikle tipik atık su işlemlerini etkilemez.

Uygun bakım ve durulama önlemleri kullanarak atık arıtma gereksinimlerini azaltıp, hammadde ile su tasarrufunu artıran kapalı çevrim çalışması sağlanabilir.

2.5.2.2 Nikel sülfamat bazlı çözeltiler

Bu çözeltiler yaygın olarak kullanılmaktadır ve en sık olarak düşük iç geriliminin hayati öneme sahip olduğu kaplamalar için elektro-oluşturma uygulamalarında kullanılır. Bu durumlarda, biriktirme gerilimini en aza indirmek için klorür içermeyen çözeltiler kullanılabilir (ancak eğer sadece sülfür ile aktifleşmiş nikel anot malzemesi kullanılırsa). Bunlar, tambur ve makaradan makaraya kaplama işlemlerinde de kullanılmaktadır, çünkü daha yüksek elektrik iletkenlikleri daha hızlı biriktirme oranlarına izin verir ve daha kalın tabakalar (> 2000 ^ m) için kullanılır.

Genel olarak sülfamat bazlı çözeltiler, Watt tipi çözeltilerin etkili olduğu yerlerde yüksek maliyetlerinden dolayı kullanılmaz.

Çözeltiler, daha yüksek bir akıma izin veren, 350 ila 600 g/l 'ye kadar değişen oranlarda tetrahidrat tuzu içeren derişimlerde nikel sülfamat (nikel sülfat yerine) bazlıdır. Bu çözeltiler her zaman borik asit (35 - 45 g/l) ve sıklıkla nikel klorür (1-15 g/l) içerir.

Yüksek metal biriktirme oranları elde etmek için 35 A/dm^2'ye kadar akım yoğunluklarını kullanan yüksek derişimli sülfamat çözeltileri genellikle yaklaşık 70 °C'de çalıştırılmalarına rağmen, bu çözeltiler Watt tipi çözeltilere benzer sıcaklık ve pH aralıklarında çalışırlar.

Sülfamat esaslı çözeltiler, "çukurluğu" azaltma için sıklıkla ıslatıcı maddelerden başka hiçbir katkı maddesi olmadan kullanılır. Bununla birlikte, sakarin ve naftalin tri-sülfonik asit gibi seçilmiş organik bileşikler, kaplama sertliğini arttırmak veya kaplama iç gerginliğini kontrol etmek için çözeltiye eklenebilir.

Watt-tipi çözeltiler gibi, nikel sülfamat bazlı çözeltiler de düzenli olarak analiz edilip dikkatlice bakımı yapıldığında neredeyse belirsiz bir ömre sahip olabilir. Ancak, sülfamat anyonunun kimyasal ve elektrokimyasal kararlılığı ile ilişkili olarak düşünülmesi gereken ek bir komplikasyon vardır. Daha yüksek sıcaklıklarda ve daha düşük pH değerlerinde, çözeltide sülfat iyonları artı amonyum iyonları üretmek için hidrolize olacaktır. Amonyum iyonu kaplama gerilimini ve sertliği kabul edilemez seviyelere çıkarır ve ayrıca çözeltiden uzaklaştırılamaz. Dahası, işlem çözeltisindeki anotlar pasif hale gelirse, sülfamat anyonu, kaplama özelliklerini kökten ve zararlı olarak etkileyen belirsiz yan ürünler karışımı üreten elektrokimyasal oksitlemeye uğrayacaktır.

İnorganik ve organik bulaşmaların önlenmesi ve arıtma Watt tipi çözeltilerde olduğu gibidir.

Çevresel hususlar

"Dışa-sürüklenme" ve akışkan arıtma kaynaklı çözelti kaybı ile ilgili konular, Watt tipi çözeltilerde olduğu gibidir.

2.5.2.3 Nikel klorür bazlı çözeltiler

Nikel klorür bazlı çözeltiler, ürettikleri kaplamanın çok yüksek iç gerilimlerinden ötürü çok sınırlı kullanıma sahiptir. Bir istisna, normal halinde 240 g/l nikel klorit hekzahidrat ve 125 ml

/1 hidroklorik asit içeren ve 20-30 °C'de çalıştırılan Woods nikel astarlama (strike) çözeltisidir. Sadece şunun gibi özel uygulamalarda kullanılır: doğal olarak oluşan pasif oksit filminden dolayı yapışma zor olduğundan, paslanmaz çelik ve nikel-krom alaşımları gibi malzemelerin yüzeyinde bir ilk yapışkan nikel tabakası sağlamak gibi uygulamalar.

2.5.2.4 Nikel sülfat bazlı çözeltiler

Nikel sülfat bazlı olup nikel klorit içermeyen çözeltiler, nikel anot malzemesinin iyi çözünmesini desteklemediğinden nadiren kullanılır. Watt-tipi çözeltiye (ancak klorür içermeyen) benzer formülasyonlar, erişilmesi zor girintilere kaplama yapmak için inert anotlar kullanmanın hayati öneme sahip olduğu yerlerde kullanılabilir.

Sülfat bazlı (70 g/l nikel sülfat artı 100 g/l sülfürik asit) nikel strike çözeltisi bazen Woods çözeltisiyle benzer bir amaç için kullanılır (yukarıya bakınız).

2.5.2.5 Diğer nikel kaplama çözeltileri

Nikel floroborat bazlı çözeltiler literatürde belirtilmiştir, ancak şu anda ticari uygulamada çok az bulunur.

2.5.2.6 Nikel alaşımlı kaplama çözeltileri

Nikel-kobalt alaşımları elektro-şekillendirmede kullanılırlar, çünkü saf nikel ve nikel-demir alaşımları genellikle manyetik özelliklerine bağlı olarak elektronik endüstrisinde uygulama alanı bulurlar. Her iki alaşım türünü de biriktirmek için kullanılan çözeltiler, normal olarak aynı işlem ve bakım sorunları bulunan standart Watt tipi veya nikel sülfamat formülasyonlarına dayanır.

Bununla birlikte, nikel-demir işlemleri, çözelti içinde demir iyonlarını kararlı hale getirmek ve ferrik durumun kendiliğinden oksitlenmesini önlemek için özel katkı maddeleri gerektirir.

%10 - 14 oranında nikel içeren alaşım üreten nikel-çinko alaşımı kaplama işlemleri son zamanlarda geliştirilmiştir ve saf çinko ile elde edilebilecek korozyon koruma seviyesinin yaklaşık 10 katını sağlayabildikleri için giderek daha fazla önem kazanmaktadır (bkz. Bölüm 2.5.4.).

2.5.3 Krom kaplama

[3, CETS, 2002] Krom kaplama, tipik yüksek sertlik ve aşınma direnci özellikleri nedeniyle hem dekoratif yüzey (parlak krom kaplama) hem de fonksiyonel kaplama (sert krom kaplama) olarak geniş kullanım alanı bulmuştur. Paketleme uygulamalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır (bkz. Bölüm 1.3.2).

Dekorasyon için, genellikle parlak krom veya parlak krom elementi olarak adlandırılan krom kaplama, parlak nikel tarafından üretilen çok düz ve parlak tabaka yüzeylerinin üzerine korozyonu önlemek için genellikle ince bir tabaka olarak uygulanır. Birikme kalınlığı genellikle 2 ila 13 dakika uygulama süresi ile 0.1 ila 0.4 µm aralığındadır [73, BSTSA, 124, Almanya, 2003]. Cilası, tipik bir gümüş parlak renklidir ve lekelenmeye karşı çok yüksek bir dirence sahiptir.

Parlak krom ya altı değerlikli ya da üç değerlikli bir krom elektrolitinden kaplanabilir [122, UBA, 2003].

Sert krom kaplama (genellikle sert krom olarak bilinir), mekanik ve yıpranmaya karşı yüksek dayanıklılık sağlamak için belirli bileşenlere (tahrik milleri, hidrolik silindirler, uçak iniş takımı [73, BSTSA,] pimler, valfler, vb.) uygulanan kalın tabakadan oluşur. Sert krom kaplama sadece altı-değerlikli krom elektrolitlerinden kaplanabilir.

Aerosoller, altı-değerlikli işlem çözeltisinden önemli miktarda katodik hidrojen gelişimi ile üretilir. Altı-değerlikli kromun sağlık etkileri Bölüm 1.4.4.1'de açıklanmıştır. Kuramsal olarak, klorür çözeltisi bazlı üç değerlikli süreçler, tehlikeli organik halojenler (AOX) ve klor gazı üretebilir, ancak üretim çözeltilerinde bu, kloru azaltan katkı maddeleri ile önlenir. Sülfat bazlı çözeltilerde sorun yoktur.

Cr (III) ve Cr (VI) ile ilgili diğer konular Bölüm 4.9.6'da tartışılmıştır.

Ek 8.10, alınan tüm yorumları ve doğrulamalarını gösteren bir elektronik tablo içerir.

Altı-değerlikli krom için genel çevresel faktörler
İşlem tankları normalde altı değerlikli krom aerosollerini uzaklaştırmak için duman çeker ile donatılmıştır.

Duman baskılayıcılar, duman çeker sistemler ile birlikte olsun ya da olmasın, köpük oluşumunu kontrol etmek ve aerosol miktarını azaltmak için kullanılabilir [73, BSTSA,]. Bununla birlikte, baskılayıcılar toksik ve kalıcı olan PFOS bazlıdır [73, BSTSA].

Çekilen buharlar uygun bir buğu giderici ile yoğuşturulur ve yıkama sıvısı diğer krom akışkanlar ile birlikte arıtılır.

Atık maddeler tipik bir atık su arıtma tesisinde, Cr (VI) 'dan Cr (III)' e indirgeme, ardından topaklanma (floculation) ve çökeltme ile arıtılabilir.

Cr (III) çözeltileri, arıtılmadan önce ayrışma ve indirgeme gerektirmez.

2.5.3.1 Parlak krom kaplama (altı-değerlikli krom elektrolitler)

Parlak altı-değerlikli krom kaplama elektrolitler, kromik asit (80 - 400 g/l) bazlıdır, birincil katalizör olarak sülfat (0.8 - 5.0 g/l), örneğin florür iyonları (kromik asit derişiminin <%2'si) içerir. Yüksek korozyon korumasına ihtiyaç duyulduğu yerlerde, 'mikro çatlaklı veya mikro gözenekli' denen krom kaplama, 0,7 ila 0,8 µm kalınlığında ve 7 - 8 dakikalık bir uygulama süresiyle mevcut teknikler kullanılarak uygulanabilir [113, Avusturya, 2003].

Dekoratif krom kaplamanın özellikleri, nikel alt tabakanın özellikleri, CrO3/katalizör oranı ve çalışma sıcaklığı (20 - 45 °C) tarafından belirlenir [73, BSTSA,]; [124, Almanya, 2003].

Çevresel hususlar

Yukarıdaki, altı değerlikli krom için genel çevresel hususlara bakınız.

2.5.3.2 Parlak krom kaplama (üç değerlikli krom elektrolitler)

Parlak üç değerlikli krom elektro kaplama elektrolitleri, özel kimyasallarla birlikte sülfat veya klorür gibi krom III bileşiklerine dayanır. Elektrolit, altı değerlikli krom işleminde yaklaşık 200 g/l kromik asit ile karşılaştırıldığında, yaklaşık 20 g/l üç değerlikli krom içerir.

Şu anda, üç-değerlikli krom sadece dekoratif yüzeyler için kullanılabilir ve sert krom kaplama için altı değerlikli kromun yerini alamaz (bkz. Bölüm 4.9.8.3) [124, Almanya, 2003]

Üç-değerlikli krom kullanımı, işyerinde altı-değerlikli krom ile ilişkili kanserojen ve diğer tehlikeleri ortadan kaldırır. Altı-değerlikli krom için duman çeker ve gaz yıkayıcı veya duman baskılayıcı sistemler gerekli değildir. Ancak, serbest klor ve AOX oluşumunu önlemek için katkı maddeleri gereklidir.

Daha düşük elektrolit derişimi, altı-değerlikli elektrolitten daha düşük bir viskoziteye sahiptir. Bu, kaplama parçalarının daha iyi süzülmesi ile sonuçlanır ve böylece ardındaki adımlarda daha az dışa-sürüklenme, daha az elektrolit kaybı, daha az atık arıtma işlemi ve daha az krom içeren atık üretilir.

Çevresel hususlar

Kontrol altına alınması gereken altı-değerlikli krom aerosol yoktur, ancak asit dumanı için duman çeker gerekebilir [115, CETS, 2003, 124, Almanya, 2003].

Duman tahliyesi, buharlaşma sağlar ve çözelti bakımı sırasında yapılan ekleme hacminde ya da durulama işlemlerinden dışarı sızanların geri dönüş miktarlarında yeterli azaltma sağlanmasına yardım eder [124, Almanya, 2003]. Ancak, buharlaşma gerekli olabilir.

Önemli oranda azaltılmış dışa-sürüklenmeler, çok fazla azaltılmış atık su arıtma ve çamur atılması sonucu doğurur: %90'a varan oranda azalma mümkündür.

Krom zaten üç-değerlikli olduğundan, atık sular daha az kimyasal işlem gerektirir ve uygun bir pH'ta çökeltilir.

2.5.3.3 Siyah krom kaplama

Siyah krom kaplamalar, dekoratif siyah parçalar ve parlak krom kaplamada olduğu gibi aynı alttaşlar için elde edilebilir. Bunlar ayrıca bir önceki nikel tabakası üzerine kaplanır. Genellikle, kaplama işleminden sonra dekoratif bir son elde etmek için emülsiyonlar halinde işlenirler (bakınız Bölüm 2.5.11). Bunlar altı-değerlikli kromik asit elektrolitleri (350 - 520 g/l) ve katalizör (nitratlar, florürler) bazlıdır. Katmanlar gözenekli ve <1 µm'dir.

[113, Avusturya, 2003]

Çevresel hususlar
Yukarıdaki altı değerlikli krom için genel çevresel hususlara bakınız.

Genellikle gerekli olmamasına rağmen, herhangi bir atık sudaki nitrat ve/veya florürleri arıtmak gerekebilir.

2.5.3.4 Sert krom kaplama

[3, CETS, 2002, 74, BSTSA] Sert krom kaplama elektrolitleri kromik asit (180 - 350 g/l) ve aşağıdaki katalizörlerin birine dayanır:

- sülfat iyonları (1.8 - 6.0 g/l)
- sülfat ve florür iyonları karışımı (kromik asit içeriğinin <%2'den azı)
- önceden hazırlanmış florür içermeyen tescilli (kromik asit içeriğinin <%2'den azı).

Katalizör seçiminde, elektrolitin verimliliği esastır (sülfat katalizörü için %25 - 33'ten [73, BSTSA'dan], önceden hazırlanmış florür içermeyen tescilli tip için%25 - 27). Kullanılan katalizör tipi ve çalışma sıcaklığı hem fiziksel özellikler (çatlamış, mikro çatlamış ve çatlaksız kaplamalar) hem de kimyasal ve mekanik özellikler üzerinde, örn. korozyon ve aşınma direnci, mekanik işlenebilirlik, vb. büyük bir etkiye sahiptir.

Çevresel hususlar
Yukarıdaki altı-değerlikli krom için genel çevresel hususlara bakınız.

Uzun kaplama süreleri ve yüksek işlem sıcaklıkları (50 - 60 °C) nedeniyle, sonraki durulama istasyonundan dönen durulama suyunun kullanılması için genellikle yeterli buharlaşma vardır. Bu, bir buharlaştırıcı ile veya buharlaştırıcı olmaksızın kapalı devre çalışmaya olanak sağlar. Alternatif olarak (bu olmazsa), yüksek su tüketimi olabilir [73, BSTSA,].

2.5.4 Çinko ve çinko alaşımı kaplama

[3, CETS, 2002, 78, BSTSA,] Çinko ve çinko alaşımı kaplamaları, otomotiv, inşaat ve diğer endüstriler için çok çeşitli demir ve çelik ürünlerine korozyon direnci ve/veya ucuz dekoratif kaplama sağlayan en yaygın kullanılan elektrolitik yüzey işlemidir. Örneğin, çelik levha veya tel, vidalar, rondelalar, somunlar, cıvatalar, alışveriş arabaları, inşaat çerçeveleri (şasi) ve ev aletleri (çamaşır makineleri gibi) için dış paneller ve diğer pek çok uygulama için kullanılırlar (bkz. Bölüm 1.1).

Çinko tabakalar, kaplama sonrası uygulama gerektirir (bkz. Bölüm 2.5.17): çeşitli kaplamalarla bağlantılı olarak, yalnızca 2,5–18 µm kalınlığındaki çinko tabakaları, parçaların tüm çalışma ömürleri boyunca korunmasına yeterli olacaktır [159, TWG, 2004].

Çinko kaplama yüz yıldır var olmuştur ve geniş uygulamaları nedeniyle birçok farklı elektrolit sistemi kullanılmaktadır. En yaygın olanlar aşağıda açıklanmıştır.

Genel çevresel hususlar
Çinko cevheri kadmiyum içerir. Çinko elektro kaplama için kullanılan saflıkta anotlar, bir ton çinko için yaklaşık 1 gram kadmiyum veya %0.0001 içerir. EN 1179: %99,995'lik bir çinko saflığı gerektirir. İzin verilen en fazla kadmiyum miktarı %0.003'tür, ancak uygulamada bu yaklaşık %0.0003 veya ton başına 3 gramdır [124, Almanya, 2003]. Bu nedenle atık miktarında eser miktarda kadmiyum bulunabilir. Bu izler, tipik atık su arıtma tesislerinde büyük ölçüde giderilir ve burada üretilen çamurda olacaktır. İşlenmiş akışkan veya atık miktarları genellikle önemli değildir. Çinkoyu yasal seviyelere kadar azaltmak için yapılan arıtma genellikle bu kadmiyumun uzaklaştırılması için yeterlidir. Gerekirse, filtreleme gibi ek adımlar eklenebilir

(bkz. Bölüm 4.16.10 [124, Almanya, 2003].

2.5.4.1 Alkali siyanürlü çinko

Bu, çoğunlukla teknik (dekoratif olmayan) korozyona dayanıklı tabakalar için kullanılır. İşlem elektrolitlerinin kullanımı kolay olup çinko oksit bileşimleri (10 - 30 g çinko/l), sodyum hidroksit (80 - 120 g/l) ve sodyum siyanür (5 - 100 g/l) içerir. Hem çözünür hem de çözünmez anotlar kullanarak 14'e yakın pH değerlerinde çalışırlar.

Alkali çinko, iyi şekillendirme özelliklerine sahip kaplama sağlar. Bazı kaynaklar bunun çökeltinin ince yapısından kaynaklandığını, diğerleri ise iyi bir yapışma sağlayan siyanür çözeltisinin temizleme etkisine bağlı olduğunu öne sürmektedir [73, BSTSA].

Siyanür bazlı elektrolit, deliklere ve kör noktalara iyi yapıştırma gücüne sahiptir.

Kaplama çözeltisi düşük iletkenliğe ve dolayısıyla daha yüksek bir gerilime sahiptir (askı kaplama için 6 – 8, tambur kaplama için 10-15 V) ve daha yüksek enerji ihtiyacı gerektirir [73, BSTSA,]. Siyanür ayrışmasından kaynaklanan karbonat, elektrolit içindeki metalik kirleri de gideren kristalleşme ile ilgili olabilir (bkz. Bölüm 4.11.4).

Mevcut verimlilik, ortalama akım yoğunluğu 2A/m^2 olan [73, BSTSA,] iyi-çalışan bir işlemde %50 ila %75 arasındadır, ancak artan akım yoğunluğu ile azalır.

Aerosolleri uzaklaştırmak için işlem tanklarında duman çeker kullanılabilir.

Çevresel hususlar
Çevre ve güvenlik nedeniyle siyanür içeriğinin azaltılmasına yönelik sanayi eğilimi vardır.

Durulama sularındaki siyanür, atık su arıtma tesisinde birkaç yöntemle kolayca oksitlenebilir.

Çinko tipik bir atık su arıtma tesisinde kolayca temizlenebilir.

2.5.4.2 Alkali siyanür-içermeyen çinko

Bunlar genellikle teknik korozyona-dayanıklı tabakalar (dekoratif olmayan) için uygulanır. İşlem çözeltileri çinko oksit (5 - 15 g çinko/l) ve sodyum hidroksit veya potasyum hidroksit (100 - 150 g/l) içerir. Bu süreç, siyanür çözeltilerine kıyasla daha iyi bir ön-temizleme işlemi gerektirebilir [73, BSTSA,]. Süreç, siyanür elektrolitlerinden daha iyi bir metal dağılımı sağlayabilir.

Kaplama çözeltisi düşük bir iletkenliğe, dolayısıyla daha yüksek bir gerilime sahiptir (askı kaplama için 6 - 8 V, tambur kaplama için 10 - 15 V) ve daha yüksek enerji ihtiyacı gerektirir.

Mevcut verim%65 – 70 olup artan akım yoğunluğu ile azalmaktadır. İyi yönetilen süreçler için 2A/m^2'de %70 - 85'e ulaşılabilir [129, İspanya, 2003, CETS, 2003 # 115].

Çevresel hususlar
Durulama sularından gelen çinko, bir atık su arıtma tesisinde kolayca temizlenebilir.

Banyodaki aerosoller, banyo üzerinde köpük battaniyesi oluşturan ıslatıcı maddeler kullanılarak azaltılabilir. Bununla birlikte, buhar baskılayıcılar toksik ve kalıcı olan PFOS bazlı olabilir [73, BSTSA].

Kaplama teknelerinde ve herhangi bir harici çinko metali çözülme tankında hava çekişi gerekli olabilir (bkz. Bölüm 2.13.3 [113, Avusturya, 2003].

Bu süreç, diğer çinko işlemlerinden (soğutma, daha düşük akım verimliliği) daha yüksek bir enerjiye ihtiyaç duyar. Potasyum elektrolitleri, sodyum elektrolitlerden daha iyi akım verimliliğine sahiptir [113, Austria, 2003].

2.5.4.3 Asit çinko

Asit çinko elektrolitler parlak dekoratif tabakalar sağlar ve örneğin mobilya çerçeveleri, alışveriş arabaları ve sepetlerinde kullanılır. Kaplama-sonu işlemlerle bağlantılı olarak, alkalin- tipi elektrolitlerin kaplamaları ile karşılaştırılabilir korozyon direnci sağlarlar. Metal dağılımı kabul edilebilir düzeyde değildir, ancak bu ılık elektrolitler ile düzeltilebilir.

Elektrolitler çinko klorür (30 - 55 g çinko/l), potasyum ve/veya [124, Almanya, 2003] sodyum klorür (130 - 180 g/l) [116, Çek Cumhuriyeti, 2003], borik asit (10 - 40 g/l) ve ıslatma maddesi

içerirler. Sadece çözünür anotlar kullanılır. Çözeltiler iyi iletkenliğe ve tipik olarak %93 - 96 yüksek katot verimliliğine sahiptir. Alkali işlemlerden daha az bir enerjiye ihtiyaç duyar. [73, BSTSA,].

Kaplama tankları, klorür içeren buğuları gidermek için duman çeker davlumbazlarla donatılabilir ve böylece teçhizatın korozyonu önlenir.

Çevresel hususlar
Elektrolitin mevcut verimliliği daha düşük güç tüketimi anlamına gelir.

Çekilen hava sis giderme işleminden geçirilirse, atık sular pH'ı ayarlamak ve çinkoyu çıkarmak için arıtma gerektirebilir.

Atık sular tipik atık su arıtma tesislerinde kolayca arıtılabilir.

Asit çinko elektrolitleri atık su arıtımında alkali siyanür işlemlerinden daha fazla katı madde üretir ve bu da muhtemelen dört kat daha fazla katı sonucu doğurur. Bunun sebebi, atık su arıtımında demirin hem yüklü hem de topaklaştırıcı olduğu yerlerde, çelik alttaşlarının artan çözülmesinden kaynaklanabilir (Kişisel iletişim, D. Hemsley).

2.5.4.4 Çinko alaşımı kaplama

Çinko alaşımı kaplamalar genişletilmiş korozyon direnci sağlar ve ana kullanımı otomotiv uygulamaları içindir (bkz. Bölüm 1.1 ve 2.9).

Ana çinko alaşımı kaplamalar şunlardır:

- alkali siyanür içermeyen elektrolitlerden çinko-demir (<%1 Fe)
- asit veya alkali siyanür içermeyen elektrolitlerden çinko-kobalt (<%3 Co)
- asit (amonyum klorür bazlı) veya alkali siyanür içermeyen elektrolitlerden çinko-nikel (<%15 Ni). %10 -%14 oranında nikel içeren alaşımlar son zamanlarda geliştirilmiştir ve saf çinko ile elde edilebilecek olandan yaklaşık 10 kat korozyon koruması sağlayabildikleri için giderek daha önemli hale gelmektedir. Asitli klorid bazlı çözeltilerden yada çözeltideki (1 - 2 g/l) nispeten düşük nikel derişiminin küçük miktarlarda aminlerin eklenmesiyle stabilize edildiği alkali çözeltilerden biriktirilebilirler. Alkali çözeltiler, karmaşık iş geometrisi üzerinde daha tutarlı bir alaşım bileşimi sundukları için tercih edilen formülasyonlar haline gelmektedir [115, CETS, 2003].

Çevresel hususlar

Kaplama tankları, aerosolleri veya amonyum klorür dumanlarını yakalamak için duman çeker davlumbazlarla donatılabilir.

Çekilen edilen hava buğu giderme işleminden geçirilebilir.
Alkali siyanür içermeyen atık sular tipik atık su tesislerinde işlenir.

Atıkların amonyum klorür bazlı elektrolitlerden arındırılması zordur ve ayrı olarak gerçekleştirilmelidir. Dışa-sürüklenmenin geri kazanımı %100'e yakın olabilir (kapalı çevrim çalışması) ve bu da akışkan arıtımını kolaylaştırır.

Çinko-nikeli için durulama sularında ortaya çıkan seyreltme faktörü genellikle aminlerin kompleks oluşturma etkisini ortadan kaldırır, böylece atıklardan nikeli uzaklaştırmak için özel bir işlem gerekmez. Bununla birlikte, seyreltilmemiş işlem çözeltisinin büyük miktarlarını bertaraf etmek gerekirse, akışkan akımındaki nikel çökelmeden önce nikel amin komplekslerini yok etmek için klorlama işlemi gerekir [73, BSTSA,].

2.5.5 Kadmiyum kaplama

[114, Belçika, 2003, 115, CETS, 2003, 121, Fransa, 2003] Kadmiyum ağırlıklı olarak çelik, alüminyum veya titanyum alaşımlarından yapılmış parçaları korumak için kullanılır. Özel özelliklere sahiptir: düşük hidrojen gevrekleşme riski, düşük sürtünme katsayısı ve sabitleyiciler için sabit tork ve çinkodan daha iyi korozyon direnci yanı sıra daha iyi püskürtme gücü ve nüfuz etmeye sahiptir. Bunun zehirliliği özel hayati teknik kullanımlarla sınırlandırılmasına neden olmuştur ki bunlar, havacılık ve uzay-havacılık, askeri teçhizat,

madencilik ve nükleer endüstrilerde ve bazı güvenliğin kritik olduğu elektrik bağlantılarıdır (Bkz. Bölüm 1.4.4.1, Ek 8.1, [105, EC, 1967]).

Kadmiyum kaplama asidik banyoların yanı sıra alkali siyanür banyolarda da yapılabilir. Ön işlem, çinko kaplama ile aynıdır. Kaplamadan sonra, kaplamaya kromik asitte sıklıkla pasivasyon uygulaması yapılır. Yüksek mukavemetli çelik parçalar, hidrojen alımını en aza indirmek için ısıl işlemden geçirilir ve daha sonra kromatlamadan önce seyreltilmiş nitröz asitte aktifleştirilir. Kadmiyum kaplama tabakaları kromatla kaplı olabilir.

Elektrolitler siyanür, floroborat, sülfat veya klorür bazlı olabilir:

- siyanür bazlı elektrolit:
  NaOH: 20 g/l; NaCN: 120 g/l; kadmiyum: 20-30 g/l; sıcaklık: 20 - 35 °C
- floroborat bazlı elektrolit:
  Kadmiyum floroborat: 250 g/l; amonyum floroborat: 60 g/l; borik asit: 25 g/l; sıcaklık: 20 - 35 °C
- sülfat bazlı elektrolit:
  Kadmiyum sülfat: 52 - 85 g/l; sülfürik asit: 50 - 120 g; sıcaklık: 18 - 30 °C
- klorür bazlı elektrolit:
  Kadmiyum klorür: 114 g/l; amonyum klorür: 112 g/l; kompleks ajan (EDTA, NTA): 180 g/l

Çevresel hususlar
Kadmiyumun toksik etkileri iyi bilinmektedir. [114, Belçika, 2003], bkz. Ek 8.1.

Atık su arıtma tesislerinden gelen boşaltım seviyeleri, diğer metallerden (çinko gibi, bkz. Ek 8.3) yaklaşık on kat daha düşük olabilir. Atık su, kimyasal-fiziksel arıtma ile arıtılabilir. Kadmiyumun çöktürülmesi, kadmiyum ve demirin birlikte çökelmesi anındaki pıhtılaşma adımı sırasında Fe^{2+} ilavesiyle iyileştirilebilir. Çökelme ile kadmiyum için çok düşük salınım değerleri elde etmek çok zor olabilir. Diğer atıklarla karıştırılmadan önce, kaynağında arıtma gibi ilave işlem gerekli olabilir: elektroliz, mobil iyon değiştiriciler, buharlaşma vs.… [114, Belçika, 2003, 121, Fransa, 2003].

2.5.6 Kalay ve alaşım kaplama

Kalay kaplı metal, benzersiz özellikleri nedeniyle birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Kalay kaplamalar toksik değildir, sünek, korozyona dayanıklıdır, kaplaması kolaydır, yüksek homojenlik sağlayan "örtme" (throwing power) ve iyi dağılma özelliklerine sahiptir. Bu, sıcak kalay daldırma yöntemleri ile karşılaştırıldığında, karmaşık şekillerdeki öğelerin aynı kalınlıkta kaplanmasını sağlar. Kalay kaplamalar üzerine daha sonra bileşenlerin lehimlenmesi daha kolaydır[73, BSTSA,].

Kalayın ana uygulamaları, yiyecek, içecek ve aerosollerin ambalajlanması için çelik bobin kaplanmasıdır (bkz. Bölüm 1.3.2 ve 2.9.9). Ayrıca baskılı devre kartlarında (bkz. Bölüm 2.11), elektronik aksamlarda [73, BSTSA,], cihaz şasisinde ve mutfak gereçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Asit kalay sülfat (stanoz sülfat, stannous sulphate), asit kalay floroborat, alkalin sodyum veya potasyum stanat ve son zamanlarda metan sülfonik asit (MSA) gibi organik asitlere dayanan stanoz sistemleri gibi çok farklı elektrolit mevcuttur ve Avrupa teneke tabaka üretiminin %13'ünü oluşturur [73, BSTSA,]. Stanoz sülfat, sülfürik asit ve katkı maddeleri (kalaysız kalay için oksit-önleyiciler, artı tane arıtıcı) içeren daha basit sülfat banyoları, yüksek akım verimleri nedeniyle raflı ve tambur uygulamalarda en popüler olanlardır [73, BSTSA,].

Kalay kurşun kaplama en yaygın kalay kaplama alaşımıdır. Geleneksel olarak stanoz, kurşun floraboratlar, fluoroborik asit ve katkı maddeleri kullanılarak farklı alaşım oranlarında (60/40, 90/10, 95/5) lehim kaplama tabakası (lehim ceketi) olarak kullanılır [73, BSTSA,].

Günümüzde organik metan sülfonat asit bazlı floroborik olmayan kalay kurşun elektrolitleri mevcuttur. Bunlar daha iyi stabilite, düşük çamur oluşumu, daha yüksek kaplama oranları, [73, BSTSA,] daha iyi kaplama özellikleri ve yapısına sahiptir. Ayrıca, tambur işlemlerinde olduğu kadar makaradan-makaraya sistemlerde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kalay-nikel yüksek "örtme" gücüne, iyi bir metal dağılımına ve sünekliğe sahiptir, zehirli

değildir ve kolayca lehimlenir.

Çevresel hususlar
İşlem tankları, elektroliz sırasında üretilen aerosolleri uzaklaştırmak için duman çeker ile donatılabilir.

Atık sıvılar tipik atık su tesislerinde işlenebilir.

MSA bazlı süreç tamamen biyolojik olarak parçalanabilir, şelat içermez, kompleksleştirici maddeler veya fenoller içermez, düşük KOİ ve basit atık arıtma ile arıtılabilir (nötralizasyon ve filtreleme) [73, BSTSA,].

Floroborat banyo atıkları, tipik bir atık su arıtma tesisinden ayrı olarak ön işlemden geçirilmelidir.

MSA tabanlı işlemlerden gelen organik yük genellikle biyolojik olarak parçalanabilir [73, BSTSA,].

2.5.7 Değerli metal kaplama

[3, CETS, 2002, 75, BSTSA] Gümüş ve altın, on dokuzuncu yüzyılın ilk yarısından itibaren elektrolitik olarak kaplanmıştır. Daha yakın zamanlarda, platin metalleri olarak bilinenler (paladyum, rodyum, rutenyum ve platin) için işlemler de geliştirilmiştir. 1 µm'den daha ince tabakalar, geniş bir ürün yelpazesinin orantılı maliyet olmadan değerli görünmesini sağlamak için kullanılır. Ayrıca leke ve korozyon direnci sağlarlar. İletkenlik, sertlik ve aşınma direnci gibi diğer spesifik teknik özellikler, elektrik ve elektronik endüstrilerinde geniş çaplı uygulamalara yol açmıştır.

2.5.7.1 Gümüş

[73, BSTSA,] Çatal bıçak takımı ve kapların gümüş kaplaması, galvanik kaplamaların en eski dekoratif uygulamalarından biridir (bkz. Bölüm 1). Parlak gümüş kaplamalar, takıların yanı sıra süs eşyaları, kupalar, hediyelik eşyalar vb. için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek iletkenliği ve mekanik ve kimyasal özellikleri nedeniyle, elektrik ve elektronik cihazların birçok bileşeninde gümüş tabakalar bulunmaktadır. Ayrıca, elektrik bağlantılarında altın yerine gümüş-paladyum tabakaları son zamanlarda önem kazanmıştır.

Gümüş elektrolitlerin çoğunluğu potasyum-gümüş siyanür (potasyum dicyanoargentate) bazlıdır. İyi bir kaplama performansı için 100 - 160 g/l potasyum siyanür ve potasyum karbonat (15 - 20 g/l) içeren 30 - 65 g/l gümüş içeriği gereklidir. Bununla birlikte, 200 g/l'nin üzerinde bir potasyum karbonat derişimi, elektrolitlerin atılmasını gerektirir.

Siyanür yerine, örneğin tiyosülfat ve alternatif kompleksleştirici ajanların kullanılması çalışmaları, banyodaki düşük stabilite, yüksek maliyet ve kaplamanın kozmetik farklılıkları nedeniyle sınırlı bir başarıya sahip olmuştur.

Çevresel hususlar
Gümüşün maliyeti geri kazanımı ekonomik hale getiriyor. Gümüş kalıntıları, elektroliz veya iyon değişimi yoluyla durulama suyundan geri kazanılabilir. Harcanan elektrolitlerden gümüş elde edilmesi, çinko tozu ile çökeltme yoluyla elde edilebilir.

Kaplama tankları siyanür dumanlarını gidermek için duman çeker davlumbazlarla donatılabilir.

Siyanür atık su arıtma tesislerinde tipik atık sıvı arıtma işlemiyle kolayca oksitlenebilir.

2.5.7.2 Altın

[73, BSTSA,] Altın, çok saf bir metal veya bir alaşım olarak, raf, tambur veya yüksek hızlı teçhizat kullanılarak kaplanabilir. Konektörler, baskılı devre kartları, bütünleşmiş devreler, yarı iletken üretimi, banyo armatürleri, hediyelik eşya, sofra takımları, düğmeler, saatler, kalemler, mücevherler ve gözlük çerçeveleri gibi çok çeşitli sektörlerde kullanım alanı bulur.

Kaplamanın dekoratif veya işlevsel bir gerekliliği olup olmadığı fark etmez, ticari kaplama tesislerinde altın kaplama çözeltilerinin çoğunluğu, potasyum siyanorat $KAu(CN)_2$, gibi altın potasyum siyanürün hafif asit çözeltileri bazlıdır. Bu çözeltiler, tipik olarak pH'ı korumak için kullanılan tampon maddeyle birlikte 2 - 6 g/l altın içerir. Bu çözeltiler sıklıkla kobalt, nikel,

demir veya indiyum gibi alaşım metallerini içerir. Bunlar sertleştirir, aşınma direncini artırır ve kaplamayı parlatır. Ayrıca belirgin renkler de verir.

Altın astarlama çözeltisi, yapışmayı arttırmak amacıyla ilk altın tabakasını kaplamak için sıkça kullanılır. Astarlama çözeltileri genellikle 1 - 2 g/l'de altın potasyum siyanür bazlıdır, ancak yaklaşık 1 pH'ta altın (III) potasyum siyanür ($KAu(Cn)_4$), kullanabilirler. Bunlar genellikle paslanmaz çelik gibi ana malzemenin kaplanmasının zor olduğu yerlerde kullanılır.

Serbest siyanür içeren alkali çözeltiler, bazen mücevher kaplama ve elektro-şekillendirme için kullanılır.

Genellikle hafif alkali koşullarda çalışan altın sülfit komplekslerinden biri bazlı siyanür altın elektrolitleri vardır, bunlar tipik olarak organik veya inorganik parlatıcı sistemlerle birlikte 8 - 15 g/l altın içerirler.

Çevresel hususlar

İyon değiştiriciler üzerinde elektrokimyasal tepkimeler ile durulama-suyundan altın ve dışa-sürüklenme geri kazanımları ekonomik olarak uygulanabilir.

Degradasyona dirençli şelatlama maddeleri, büyük ölçüde biyolojik olarak parçalanabilenlerle ikame edilmiştir.

Atıksu arıtımı diğer elektro kaplama durulama akışlarındaki ile benzer atık su arıtma tesislerinde arıtılır.

Potasyum altın siyanür kaplama operasyonlarından kaynaklanan hava salınımları hidrojen siyanür salınımlarına neden olabilir. Hava salınımları yönetmeliği (Sınıf II'de inorganik gaz halindeki maddeler) için yenilenmiş olan TA Luft kılavuzlarında yer alan salınım limitleri ile bağlantılı olarak düşünüldüğünde, salınım seviyeleri uygulamanın büyüklüğüne bağlı olarak önemli olabilir [125, İrlanda, 2003].

2.5.7.3 Paladyum ve alaşımlar

Paladyum-nikel alaşımının katmanları (%75 - 80 Pd /%25 -%20 Ni) sert, son derece sünek [73, BSTSA,] ve iyi korozyon direncine sahip beyaz renktedir. Gözlük çerçeveleri ve yazı gereçlerini kaplamak için uygundur.

Saf paladyum kaplamaları ayrıca, gözlük çerçeveleri, mücevherler ve düğmeler üzerindeki son kat altın parlatma tabakası altında bir difüzyon engeli olarak nikel yerine kullanılır. Nikel, paladyum veya paladyum/nikel alaşımı sandviç tabakalar ve altın parlatma, baskılı devre kartları ve konektörler üzerinde kullanılan sert altın tabakaların yerine uygulanabilirliği kanıtlanmıştır.

En yaygın formülasyon, amonyak içeren kompleks tetramın paladyum (II) diklorit (4-20g Pd/l), [73, BSTSA,] bazlıdır. Alaşım metalleri nikel, kobalt ve gümüştür.

Çevresel hususlar

Dışa-sürüklenmenin geri kazanımı yanı sıra, paladyumun elektrolitik ve iyon değişimi ile geri kazanımı normalde pratiktir.

Amonyak içeren elektrolitler için tanklar, kaplama elektrolitinden kaçan amonyakları yakalamak için duman çeker davlumbazlarla donatılabilir.

Atık sular tipik atık su arıtma tesislerinde arıtılabilir.

2.5.7.4 Rodyum

Gümüş üzerinde çok ince rodyum kaplamalar gümüşü-beyaz bir renge sahiptir ve lekelenmeyi önlemek için kullanılır. Sertlik ve aşınma direnci özellikleri, reed (manyetik) röleleri ve ağır yük konnektörleri gibi teknik uygulamalar için uygundur. Rodyum ayrıca optik teçhizat reflektörleri ve havacılık uygulamalarında da kullanılır.

Elektrolitler, dekoratif uygulamaya (tabaka kalınlığı 0.05 - 0.5 µm) veya çatlamayı önlemek için selenyum ve sülfitlerin eklendiği teknik amaçlı (0.5 -> 8 µ) uygulamaya bağlı olarak rodyum içeriği 2,5 - 20 g/l olan rodyum (III) sülfat veya rodyum (III) fosfat bazlıdır.

Çevresel hususlar

Dışa-sürüklenmenin geri kazanılmasının yanı sıra, rodyumun elektrolitik ve iyon değişimi geri kazanımı normal uygulamadır.

Sülfürik asit içeren elektrolitler için tanklar, asit dumanlarını uzaklaştırmak için duman çeker davlumbazlarla donatılabilir.

Atık sular tipik atık su arıtma tesislerinde işlenebilir.

2.5.7.5 Platin

İnce platin tabaklar dekoratif amaçlar için, kalın katmanlar ise elektrikli cihazlar üzerine ve kimya endüstrisi teçhizatı üzerine uygulanır. Çözünmeyen platinleştirilmiş titanyum anotlar ve anot tamburları, elektro kaplamada yaygın olarak kullanılmaktadır.

Asit elektrolitleri 6 - 40 g/l metal içerikli olup platinin klorür, sülfat, nitrat ve nitrür kompleksleri ve alkali elektrolit ise fosfat, amonyak ve sodyum hidroksit kompleksleri bazlıdır.

Çevresel hususlar
Dışa-sürüklenmenin geri kazanılmasının yanı sıra, platin elektrolitik ve iyon değişimi geri kazanımı normal uygulamadır.

Atık sular tipik atık su arıtma tesislerinde işlenebilir.

2.5.8 Otokatalitik kaplama (katalitik kimyasal indirgenmiş kaplamalar)

Bu aynı zamanda BS EN ISO 4527: 2003, [73, BSTSA] 'ya göre elektrotsuz kaplama olarak da bilinir, fakat [101, CEN, 2000]' e göre bu terimden kaçınılmalıdır. Temel reaksiyon, tepkimenin sürmesini sağlayan bir katalitik metalin- biriken metal -varlığını gerektirir. Sistemin avantajları şunlardır:

- taze ve ayrışmamış çözeltinin her zaman tüm yüzeyler ile temas halinde olması için yeterli çalkalama şartıyla, şekil çok karmaşık olsa bile biriktirme tüm yüzey üzerinde düzgün olur.
- kaplamalar genellikle elektrolitik olarak biriktirilen aynı metalden daha az gözeneklidir
- raflama veya sabit tutma oldukça basitleştirilmiştir
- iletken olmayan malzemeler (plastik gibi) kaplanır
- kaplamalar genellikle metalin bir alaşımı olduğu ve indirgeyici maddeden oluşan bir bileşik olduğu için özel kimyasal veya fiziksel özelliklere sahiptir. Örneğin, hipofosfit [73, BSTSA] ile kaplama metal ve metal fosforun bir alaşımıdır ve bor indirgeyici maddeler ile metal ve metal bordur alaşımıdır.

Genel çevresel hususlar:
Otokatalitik kaplamalar genellikle diğer kaplama tekniklerinden daha fazla atık üretir, ancak verimlilik tesisler arasında önemli ölçüde değişebilir [69, NCDPPEA, 2003].

İşlem verimliliğindeki iyileşme ve atıkların azaltılması, yan ürünlerin işlem sırasında elektrodiyaliz kullanılarak kaplama çözeltilerinden sürekli olarak uzaklaştırılmasıyla sağlanabilir [73, BSTSA,].

2.5.8.1 Metallerde otokatalitik nikel

Otokatalitik nikel elektrolitleri nikel sülfat ve nikel klorür (nikel 2 - 10 g/l).) bazlıdır. Sodyum hipofosfit (10 - 50 g/l) en çok kullanılan indirgeyici maddedir [73, BSTSA,]. Çözeltiler ayrıca kenetleme (şelat) maddelerini (organik karboksilik asitler 10 - 50 g/l) ve sodyum hidroksit ve sodyum karbonat olarak tampon maddeleri içerir. Kadmiyum bazı formülasyonlarda bir parlatıcı olarak kaplamada yaklaşık %0,03 veren 1 - 5 mg/l oranında bulunabilir. [73, BSTSA]. Kurşun, bazı formülasyonlarda 3 mg/l derişime kadar alternatif olarak kullanılabilir. Ömür- Sonu (hurda) Taşıtları Yönetmeliği (End-of-Life Vehicles Directive) şartlarına uygun olarak hem kadmiyum hem de kurşun kullanımından kaçınan modern formülasyonlar mevcuttur[99, EC, 2000].

Oto katalitik olarak depolanmış nikel alaşımı tabakaları %2-15 fosfor içerir. Anahtar özellikleri şunlardır:

- kaplama çözeltisinin, işlenecek olan bileşenlerin tüm yüzeyleri etrafında serbestçe dolaşması koşuluyla, kaplanacak parçaların boyutuna ve şekline bakılmaksızın düzgün kalınlık dağılımı,
- kaplama kalınlığı doğru olarak denetlenebilir,
- elektro kaplama yüzeyler kadar yüksek ve 350- 750 Knoop aralığında yüzey sertliği,
- yıpranma ve aşınmaya karşı yüksek direnç,
- korozyona karşı doğal yüksek direnç,
- taban malzeme üzerinde iyi yapışma,
- doğal kayganlık, kolayca lehimlenme, manyetik özellikler gibi özel özellikler.

Uygulamalar aşağıdakileri (birçok diğer uygulamalar arasından) içerir:

- sabit bellek diskleri olarak veri depolama cihazları
- kimya ve petrol ve gaz endüstrisi için bileşenler
- otomotiv, takım tezgâhı ve elektronik endüstrileri
- plastik kalıplama araçları.

Çevresel hususlar
Bölüm 2.5.8 için genel çevresel hususlara bakınız.

Nikel içeren aerosolleri uzaklaştırmak için sis giderme dahil olmak üzere işlem tanklarında duman çeker gerekebilir.

Ürünle reaksiyon oluşumu nedeniyle, çözeltinin çalışma ömrü kısadır (6 - 8 MTO, metal ciro). Kullanılan çözeltilerin sık sık atılması gerektiğinden işlem performansı bozulur. Çalışma banyosunun daha sonra tehlikeli atık olarak bertaraf edilmesi gerekir.

Atık sıvılar atıksu arıtma tesisine deşarj edilmeden önce ön işlemden geçirilmelidir. Amonyak diğer metallerle bileşik oluşturabilir ve oksitlenebilir. Hipofosfit iyonları ve fosfit iyonları fosfatlara oksitlenebilir. Fosfat iyonu, nötralizasyon sırasında kalsiyum iyonları eklenerek çökelebilir. Metaller, çökeltme, plaka-çıkarma (plate-out) veya iyon değişimi ile atıklardan ayrılabilir.

Güçlü kenetleme (şelat) maddesi, ayrı atık su arıtımı gerektirebilir.

Atık miktarında eser miktarlarda kadmiyum ve kurşun olabilir. [124, Almanya, 2003]

2.5.8.2 Plastikler için oto katalitik nikel kaplama

Otokatalitik bakır ile benzer şekilde, elektrotsuz nikel çözeltileri, elektrolitik metal (bakır, nikel) kaplamalardan önce plastik yüzeyler üzerine ilk metal iletken tabakanın üretilmesinde kullanılır. [73, BSTSA]

Plastikler kaplanmadan önce aşındırma (Kısım 2.3.10.2'ye bakınız) gerektirir. İşlem çözeltileri, nikel sülfat veya nikel klorür (nikel 2-5 g/l), indirgeyici maddeler örn. sodyum hipofosfit (5 - 20 g/l), dimetilaminoboran (> 10 g/l) ve isteğe bağlı olarak organik asitler gibi şelatlayıcı bileşikler içerir. Zayıf asidik (pH 3-6'da sülfürik asit) ve alkali çözeltilerin (pH 8 - 10'da sodyum hidroksit veya amonyak hidroksit) her ikisi de kullanımdadır.

Otokatalitik nikel kullanarak plastik (PCB'ler) üzerine kaplama işlem hattının bir örneği [73, BSTSA,] Şekil 2.7'de gösterilmiştir.

Çevresel hususlar
Genel çevresel hususlara bakınız.

Duman çeker alkali veya yüksek sıcaklık işlemleri için kullanılabilir. Atık sıvıların ayrı ayrı işleme tabi tutulması gereken güçlü şelatlayıcı maddeler içermesi dışında, tipik atık su arıtma işlemi metalleri uzaklaştıracaktır.

2.5.8.3 Metaller ve plastikler üzerinde oto katalitik bakır

Otokatalitik bakır kaplama, baskılı devre kartlarında (bakınız Bölüm 2.11) ve plastiklerin metalleştirilmesinde hala önemli bir süreçtir [73, BSTSA]. Bakır tabakaların temel özellikleri,

düşük iç gerilime sahip düzgün kalınlık ve küçük kristalli, sünek tabakalardır. Bakır tabakalar, elektriksel koruma ve baskılı devre kartları için plastik koruyuculara ek olarak düğmeler, moda takılar gibi küçük eşyalar üzerine de uygulanır.

Plastikler, kaplanmadan önce aşındırma işlemi (ön işlem, Kısım 2.3'e bakınız) gerektirir. Bakır birikimi paladyum gibi metal çekirdek üzerinde başlar ve oto-katalitik olarak devam eder, böylece bir başlangıç iletken tabakası sağlanır. Biriktirilme hızı 5 - 8 µm/saattir. Çözelti sodyum hidroksit (15 - 20 g/l) olmak üzere, EDTA veya benzeri (10 - 15 g/l) veya tartarat (5 - 10 g/l) gibi birleştirici (şelatlama) maddeler ve formaldehit (3 - 5 g/l) gibi indirgeyici maddelerle birlikte 2 - 5 g/l bakır içerir.

İşlem çözeltisi ömrü, reaksiyon ürünlerinin oluşumu ile sınırlıdır.

Çevresel hususlar
Genel çevresel hususlara bakınız.

İşlem tankları için duman çeker, gazları (formaldehit ve diğerleri) uzaklaştırmak için gerekli olabilir.

EDTA içeren atık su, EDTA'nın arıtma sürecinde metallerin çökeltilmesini önleyeceği için ayrı bir arıtma gerektirir. EDTA'nın bir kenetleme maddesi olarak değiştirilmesi doğrultusunda endüstri eğilimi olmasına rağmen, yüksek özellikli ürün çalışması onu gerektirdiğinden söz edilen eğilim şu anda tersine dönmektedir [22, Fraunhofer, 2002]. Endüstrinin bazı kısımları eğilimin korunduğunu rapor ediyor [73, BSTSA,].

2.5.9 Daldırma veya yer değiştirme kaplamaları - katalitik olmayan kimyasal olarak indirgenmiş kaplamalar

Katalitik olmayan kimyasal olarak indirgenmiş kaplamalar uzun yıllardır kullanılmaktadır ve genellikle daldırma veya yer değiştirme kaplamaları olarak bilinir. [38, Ullmann, 2002/3] Bunlar, kaplanacak olan metalin ya (i) kimyasal olarak çözeltiden çökeltildiğinde ya da (ii) metalik alttaşın elektromotor veya elektrokimyasal seriler açısından çözeltideki iyonlardan daha aktif olduğunda, çözelti içinde indirgenerek biriktirildiğinde oluşurlar, örn.;

$$Cu^{2+} + Fe^{0}\ Z \longrightarrow Cu^{0} + Fe^{2+}$$

Bu kaplamalar çoğu zaman yapışık olmayan ve zayıf fiziksel kaliteye sahip olmalarına rağmen, çözelti bileşimine ve çalışma koşullarına dikkat edilerek belirli amaçlar için kabul edilebilir kaplamalar üretebilir. Alüminyum kaplamada kullanılan çinkoat ve stanatlı çözeltiler kabul edilebilir biriktirilmeler üreten özel cilalama örnekleridir.

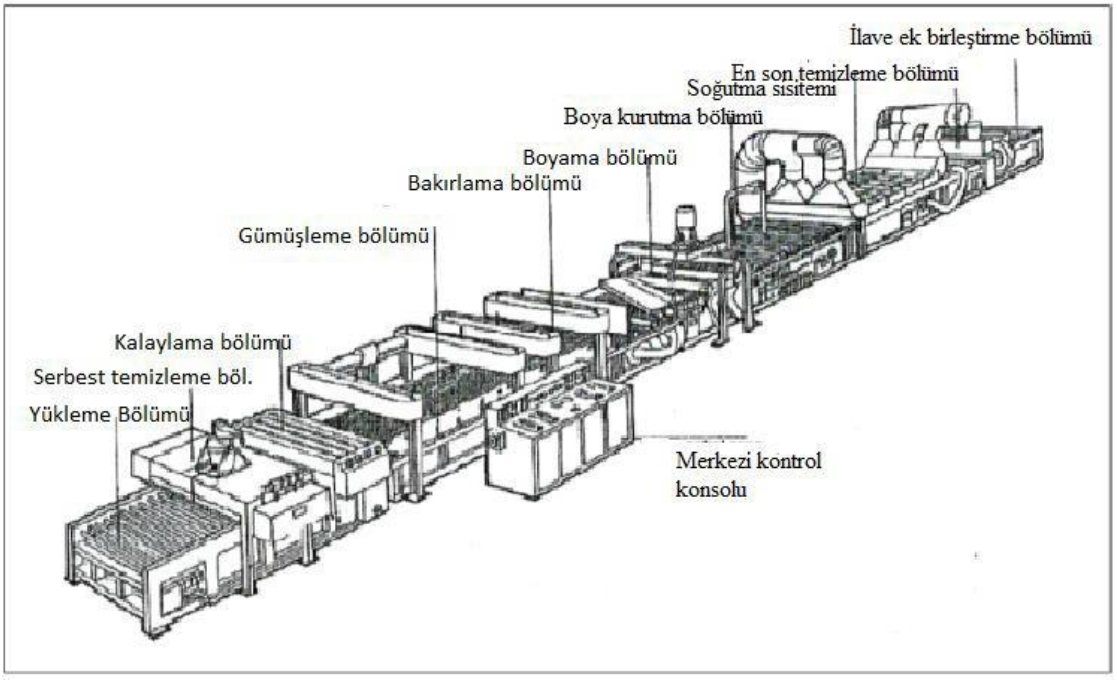
Baskılı devre kartı
Genellikle sadece altın, gümüş ve kalay gibi yüksek saflıkta kaplamalar baskılı devre kartlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kalınlık 0,1 - 0,2 µm'yi geçmez. [121, Fransa, 2003] (bkz. Bölüm 2.11.3.2).

Aynalar
Şimdi kullanılabilir diğer tekniklere (buhar fazı biriktirme gibi) rağmen en iyi bilinen kullanımları, gümüşten ayna yüzeyleri üretmektir. İki temel dezavantajı, sadece nispeten ince kaplamaların biriktirilebilmesi ve çözelti teknesi dahil tüm yüzeylerin kaplanmasıdır. Bu çözeltiler bazen daldırma yoluyla kullanılsa da günümüzde çözeltilerin çiftli fıskiye tabancası ile püskürtülmesiyle daha sık uygulanırlar. [38, Ullmann, 2002/3] [116, Çek Cumhuriyeti, 2003] Aynaları gümüş kaplamanın ilk adımı cam yüzeyinin kalay klorid (SnCl2) ile aktifleştirilmesidir. Bunu, bir gümüş nitrat (AgN03) ve bir indirgeyici madde (genellikle glukoz) çözeltisinin püskürtme ile uygulanması takip eder. Çöken gümüş (yaklaşık 12 - 17 µm kalınlığında olup deiyonize su ile durulanır. Ag kaplama, üstüne birçok mikrometre kalınlığında bakır tabakanın demir ya da çinko ile çimentolanması yoluyla sabitlenir: daha fazla elektropozitif olan gümüş kaplama ile çözelti temas edince bakır çökeltilir. Bu teknik 1835 yılında keşfedildi ve hala en iyisidir. Birkaç yıl önce, Sn' li Ag kaplama çözeltisinin sabitlenmesi için kalay kullanan bir teknik için bir Belçika patenti verildi. Bu süreç, Çek Cumhuriyeti'ndeki en büyük ayna üreticisi tarafından kullanılıyor. Merkaptosilan kullanan pasifleştirme de kullanılır.

Metalik tabakalar 50 - 70 µm solvent-bazlı vernikler ile korunur. Bunun su-bazlı vernikler ile

değiştirilmesi şimdiye kadar başarısız olmuştur.

Şekil 2.8, ayna işleme tesisinin bir örneğini göstermektedir.



Şekil 2.8: Ayna işleme hattının örneği (SVUOM, Çek Cumhuriyeti)

Çevresel hususlar

Aynalar için: çimentolama işleminden gelen bakır, atık sularda bir kompleks oluşturabilir ve tipik bir atık su arıtma tesisinde çökeltilmesi zordur. [116, Çek Cumhuriyeti, 2003]

Baskılı devre kartları konusunda altın ve gümüş için çevresel hususlar kalayda olduğu gibidir [73, BSTSA,] (bkz. Bölüm 2.5.6 ve 2.5.7). Kalay derişimleri düşüktür ve tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılmaktadır.

2.5.10 Elektro boyama veya elektro kaplama

Aynı zamanda elektroforetik boyama, E-kaplama, Elpo, elektro kaplama olarak da bilinir.

Elektro-boyama ayrıntılı olarak [90, EIPPCB,]'de ele alınmıştır.

Uygulama, bu belgede yer alan yüzey işlem uygulamalarının yanı sıra, müteakip boyama ve/veya burada tarif edilen diğer kaplamaların hepsi ile bağlantılı olarak giderek daha fazla bulunur. Dekoratif kaplamalardan sonra koruyucu bir kaplama uygulamak için (örneğin, bir vernik kaplamaya pirinç kaplamanın uygulanması) ve altı değerlikli krom dönüşüm kaplamalarının kendi başına değiştirilmesi veya bölüm 2.5.17 ve 4.9.10.2'de tartışılan üç değerlikli krom sistemleri ile birlikte kullanılması gibi korozyon önleyici tabakaların bir alternatifi veya eki olarak kullanılır. Ayrıca bunlar sürtünmeyi azaltabilir ve parçaların yüzey hasarı olmadan eşit veya kolayca dağıtılmasını sağlayabilirler [124, Almanya, 2003].

Bu belgede ele alınan ortak konular şunlardır:

- durulama ve sürüklenme kontrol teknikleri (Bölüm 2.4, 4.6 ve 4.7)
- çözelti bakımı (Bölüm 4.11)
- su kullanımı (Bölüm 2.12.2 ve 4.4.5)
- işlem ve iş parçalarına elektrik beslemesi (Bölüm 2.12.1.1 ve 4.2.3)
- atık su arıtma (Bölüm 2.13.1 ve 4.16).

2.5.11 Vernikleme

Vernikler dekoratif kaplamaların (örneğin içi boş kapların bakır kaplanması) korunması ve güçlendirilmesi veya kromatlama gibi korozyon koruma sistemlerinin desteklenmesi için uygulanır (bkz. Bölüm 2.5.17). Ayrıca sürtünmeyi azaltır ve parçaların yüzey hasarı olmadan eşit veya kolayca dağıtılmasını sağlarlar [124, Almanya, 2003]. Su bazlı bir çözelti içine daldırılarak veya elektro-boya ile uygulanabilirler (bkz. Bölüm 2.5.10) [76, BSTSA,].

Üst kaplamalar, kromat veya üç değerlikli krom dönüşüm kaplamalarından hemen sonra, uygun bir tescilli çözeltiye daldırılarak veya elektro-boyama ile (elektroforetik boyama) uygulanır, Bölüm 2.5.10'a bakınız.

Çevresel hususlar
Atık suların tipik atık su arıtma tesisleri üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Durulama suları boşaltılan atıktaki BOİ veya TOC seviyelerini azaltmak için ayrı olarak arıtılması gerekebilir.

2.5.12 Yağlama

, Elektrostatik yağlama için bobin kaplamaya bakınız, Bölüm 2.9.5.

2.5.13 Anotlama

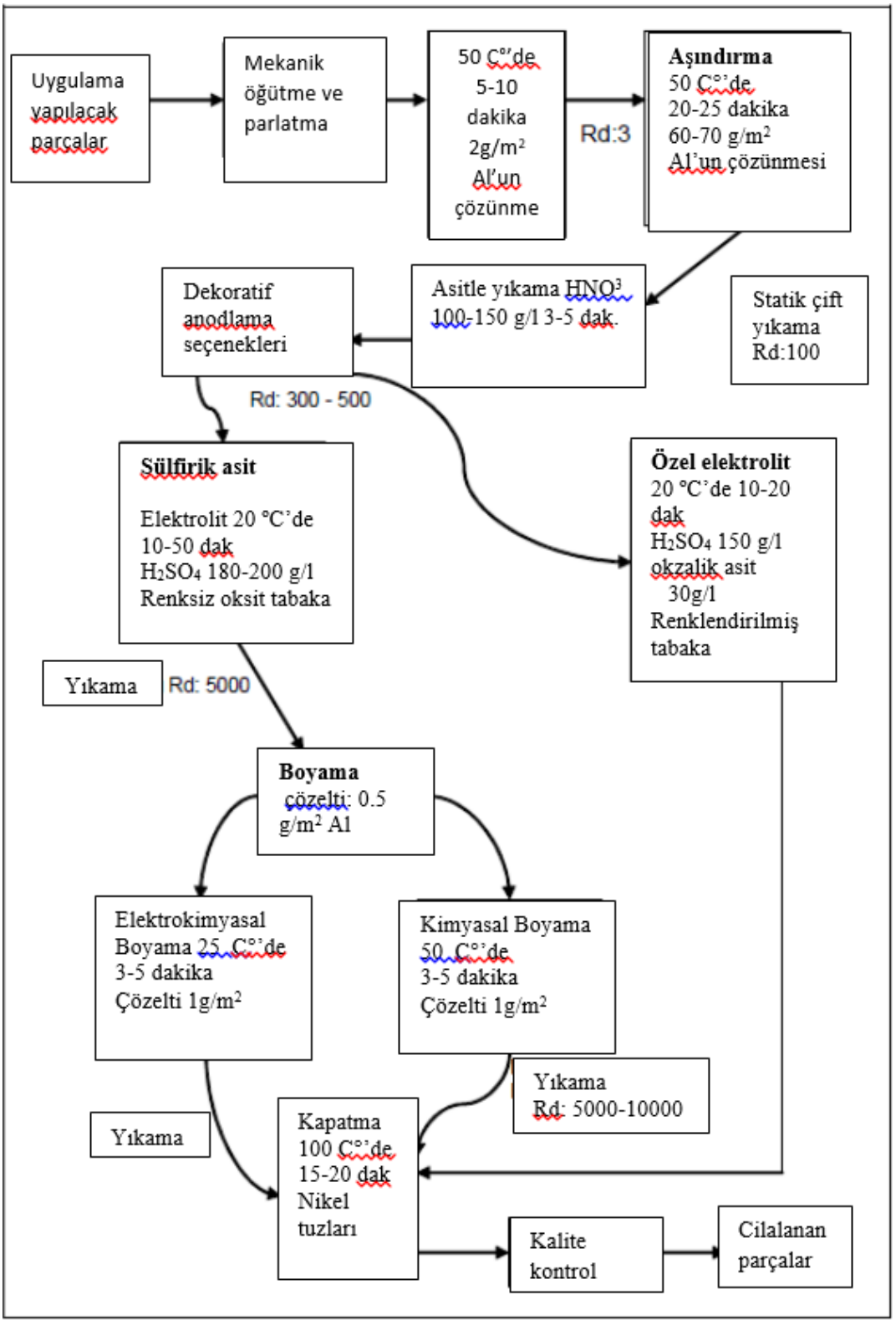
Metallerin anotlanması, metalin doğal oksitlenmesini sağlayan özelliklerini arttıran bir elektrolitik yüzey oksitleme işlemidir; kaplamalar, doğal tabakalardan 1000 kat daha kalın olabilir. Alüminyum, yüzeyde oluşan alümina (Al_2O_3) ile anotlanacak en önemli malzemedir: magnezyum, titanyum, tantal ve niyobyum da daha az miktarlarda anotlanır [3, CETS, 2002, 45, Fransa, 2003] [118, ESTAL, 2003].

Alüminyum normal olarak (%90 oranında) sülfürik asit elektrolitinde anotlanır. Özel uygulamalar için alüminyum birçok farklı işlem çözeltisinde anotlanabilir: fosforik asit, sülfürik/oksalik asit, sülfürik/salisilik asit ve kromik asit elektrolitleri. [73, BSTSA,].

Seçilen çözelti ve anodik filmin amacına bağlı olarak, işlem için çok çeşitli akım biçimleri ve dalga şekilleri kullanılabilir. Doğru akım (DC), alternatif akım (AC) ve üst üste AC ile DC. hepsi çeşitli süreçlerde kullanılır.

Uygulama yapılacak iş parçası veya alttaş anodik yapılır. Anotlama işlemi sırasında, negatif yüklü anyon, anoda giderek bir veya daha fazla elektron kaybıyla yüksüz hale gelir. Metal, anyonun oksijeni ile reaksiyona girer ve yüzeyde bir oksit tabakası oluşur.

Şekil 2.9 dekoratif Anotlama seçeneklerinin örneklerini göstermektedir ve Şekil 2.10 tipik bir Anotlama hattı düzenini göstermektedir.



Şekil 2.9: Dekoratif Anotlama işlem seçenekleri örneği [45, Fransa, 2003] (Not: Rd durulama oranı anlamına gelir).

Alümina kaplama korozyon direncini arttırmak ve yüzey renklerini korumak için mühürlenir (bkz. Bölüm 2.5.14). Mühürleme Bölüm 2.5.15'te açıklanmıştır.

Tüm Anotlama işlemleri için genel çevresel faktörler

Oksitlenmiş alüminyum (renkli ya da değil) metal geri kazanımı için çok kolay bir şekilde geri dönüştürülür, yani oksitleme işlemlerinin alüminyum metalin geri kazanımı üzerinde önemli bir etkisi yoktur ve diğer metaller eklenmez.

Tipik atık su arıtımından sonra tipik yayılma seviyeleri Bölüm 3.3.1'de verilmiştir.

2.5.13.1 Sülfürik asit eloksallama

Çoğu alüminyum alaşımında renksiz, saydam bir alüminyum oksit (eloksal) oluşur, ancak demir, manganez, silisyum ve diğerleri gibi yüksek miktarlarda element içeren alaşımlar [118, ESTAL, 2003] grimsi veya kahverengimsi renkli tabakalar verirler. Anotlama voltajı 17 - 22 V aralığında ve elektrolit sıcaklığı genellikle 20 °C ± 5 °C'dir ve elektrolit derişimi genellikle 190 g/l ± 40 g/l H_2SO_4'tür. Dekoratif ve koruyucu sülfürik asit eloksal için 5 - 30 µm film kalınlığı kullanılır. Çalışma parametreleri, özellikle mimari Anotlama da, uygulamaya göre değişebilir. Sülfürik asit eloksallı kaplamalar genellikle özel boyama işlemleriyle renklendirilir. (Bkz. Şekil 2.10). Oksit kaplama, daha iyi korozyon direnci elde etmek için mühürlenir (bkz. Bölüm 2.5.15).

Sert eloksallama da 25 - 250 µm'lik bir film kalınlığı elde edilir. Elektrolit, 5 °C'nin altında çalışır [73, BSTSA,]. Organik eklemeleri ile oksalik asit ve sülfürik asit ile işlemler sert anotlama için de kullanılabilir. Sert Anotlama tabakası normalde mühürlenmez. Bu durumda yağlayıcılar emdirilebilir.

Çevresel hususlar
Asit derişimleri ve çalışma sıcaklıkları düşüktür. Gerekirse, aerosoller bir köpük tabakası ile en aza indirilebilir [118, ESTAL, 2003]. Bununla birlikte, baskılayıcılar toksik ve kalıcı olan PFOS bazlı olabilirler, bkz. Ek 8.2, [109, DEFRA, 2004], ancak PFOS'a alternatifler vardır ve başarıyla kullanılmaktadır [159, TWG, 2004].

Atık su, tipik atık su arıtma tesislerinde işlenebilir.

2.5.13.2 Kromik asit eloksallama

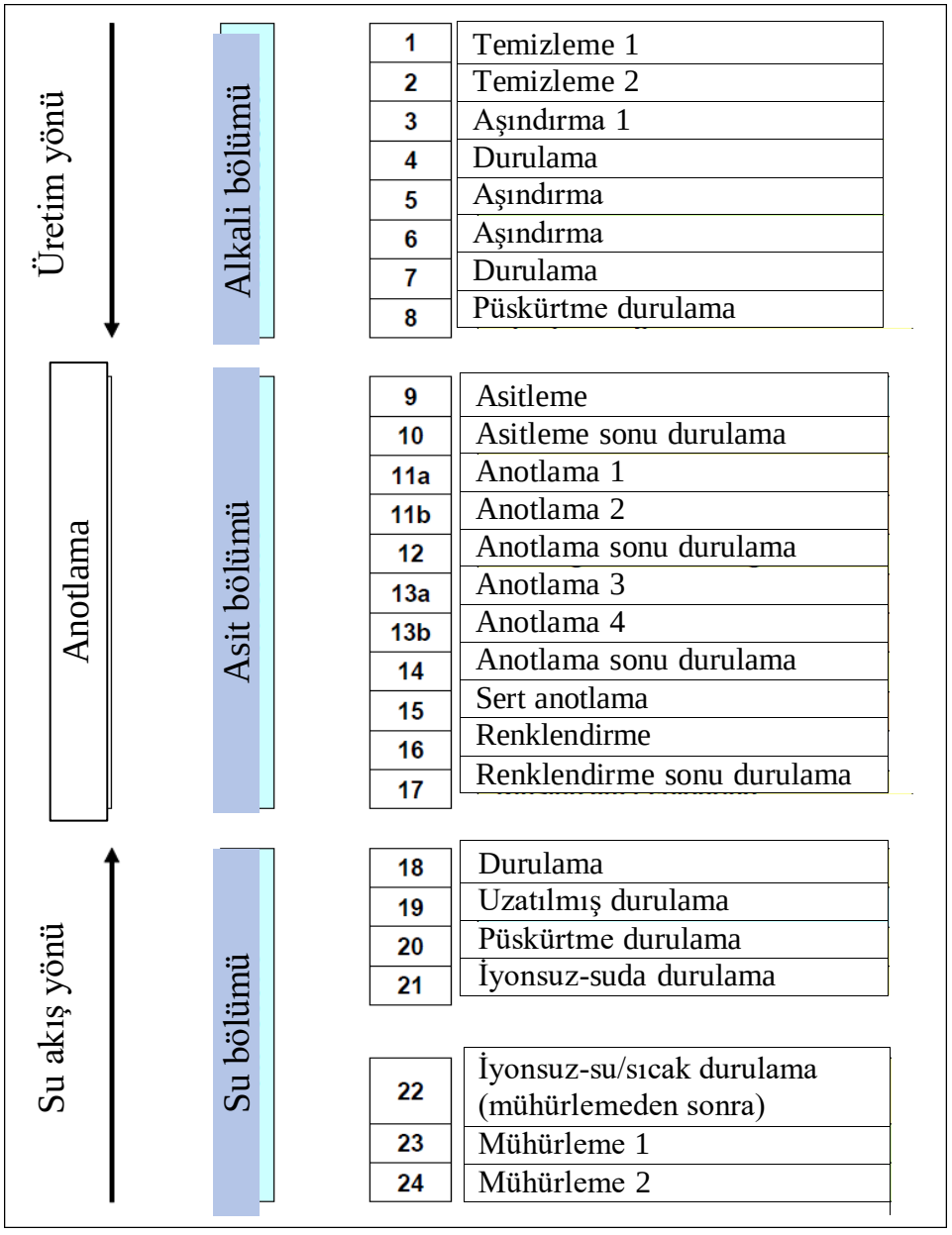
Bu, açık griden koyu griye kadar birçok alüminyum alaşımı üzerinde bir eloksal film oluşturur. Süreç havacılık ve askeri uygulamalar için kullanılmaktadır. Parçalar birleştirildikten sonra kaplanabilirler, çünkü birleşim yerlerinde kalan kromik asit korozyona neden olmaz ve işlem malzemelerin yorulma özelliklerinin çok sınırlı bozulmasına neden olur [73, BSTSA,].

Elektrolit litre başına 30 - 100 g kromik asit içerir. Çoğu alüminyum alaşımları için sıcaklık 38 - 42 °C aralığında tutulur. Kullanılan voltaj döngüsü, işlemden geçirilen alaşıma bağlıdır ve aşınmayı önlemek için yakından takip edilmelidir. Kaplama ortalama 2 - 5 µm incelikte olup nispeten yumuşaktır. Korozyon direnci iyidir ve kaplama normal olarak mühürlenmez.

Bir geciktirme işlemi kullanarak Anotlama banyolarının düzeltilmesi, alüminyum içeriğini azaltarak elektrolit ömrünü uzatır.

Çevresel hususlar
Atık su, tipik atık su tesislerinde işlenebilir.

İşlem tankları, üretilen asit aerosollerini ve gazları çıkarmak için duman çeker ile donatılabilir. Bölüm 1.4.4.1 kromun sağlık üzerine etkilerini ve Bölüm 2.5.3 ise altı-değerlikli krom çözeltileri için çevresel hususlar tartışmasını içermektedir. [118, ESTAL, 2003],. [116, Çek Cumhuriyeti, 2003]



Şekil 2.10: Tipik eloksollama tesis düzeni

2.5.13.3 Magnezyum, titanyum, tantal ve niyobiumun anodlanması

[73, BSTSA,] Magnezyumun anotlanması, aşındırıcı yıpranma için en iyi korumayı sağlar. Kaplamalar nispeten gözeneklidir ve $Mg(OH)_2$ ve MgO gibi kristal fazları içerir. Oksit tabakası 25 µm veya daha fazla olabilir.

DOW-17 tipi Anotlama, koyu gri veya yeşildir ve çok iyi yapışma özelliğine sahiptir. Alternatif akım tercih edilir. Kaplama çekici bir görünüme sahiptir ve örneğin şeffaf bir boyayla kaplanmak için çok uygundur. Oksit tabakası, asit elektrolitinde çözünebilir, bu da biriktirme hızının kararlı bir duruma ulaşılana kadar azaldığı anlamına gelir. Derinlemesine durulama gereklidir ve eğer parçalar boyanmayacaksa, 93 - 100 °C sıcaklıkta 50 g/l $Na_2Si_4O_9$ içerisinde 15 dakikada mühürlenme sağlanır.

HAE tipi Anotlama, en sert oksit tabakasını verir ve aşınmaya karşı korumaya çok uygundur. Çok iyi yapışma özelliğine sahiptir ve korozyona karşı iyi bir koruma sağlar. Kaplama, alaşıma ve kalınlığa bağlı olarak açıktan koyu kahverengiye kadar değişir ve alternatif akım kullanılarak en iyi özelliklere ulaşılır. 20 - 30 °C'de 40 - 60 saniye süreyle bir

$Na_2Cr_2O_7/NH_4HF_2$ çözeltisi içine daldırma kaplamayı mühürleyebilir.

Çevresel hususlar
Yüksek sıcaklık, zehirli ve agresif elektrolit (DOW-17 için) iyi havalandırma gerektirir.

2.5.13.4 Fosforik asit Anotlama

Fosforik asit anotlama, organik veya kaplanmış tabakaların sonraki uygulamaları için hazırlık işlemi olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. Fosforik asit anotlama, yapıştırma, boyama, kaplama ve baskı uygulamalarında kullanılan nispeten ince gözenekli bir oksit üretir. [132, Sheasby ve Pinner, 2002].

Bu süreç başlangıçta havacılık endüstrisi tarafından geliştirilmiştir ve halen, havacılık endüstrisinde yapıştırıcı alüminyum yapıların hazırlanması için, mimari uygulamalarda ve baskı endüstrisinde alüminyum boyama için bir ön işlem olarak kullanılmaktadır.

Fosforik asit anotlama gözenekli, hidratlaşmaya (su tutma) dirençli bir oksit üretir ve kırılma tokluğunu arttırır. Fosforik asit Anotlamasında elde edilen anodik kaplamalar, diğer işlemlerle üretilenlere kıyasla yüksek bir gözenekliliğe sahiptir.

2.5.14 Alüminyum üzerine renkli eloksal

[118, ESTAL, 2003]

Alüminyum, birçok renk ve renklerde, sülfürik asit eloksal işlemiyle birlikte veya işleminden sonra renklendirilebilir ve normal olarak "renkli Anotlama (eleksollama)" olarak adlandırılır. Normalde boyama yöntemleri “daldırma boyama”, “elektrolitik boyama” veya “iki aşamalı renkli Anotlama”, “kendini-renklendirme süreci” veya “tümleşik renk süreci” olarak tanımlanır. [118, ESTAL, 2003]. Dört yöntem vardır [3, CETS, 2002, 45, Fransa, 2003].

2.5.14.1 Daldırma renklendirme

Bu, iyi ışık direnci veren geniş bir boya yelpazesi ile en çok kullanılan renklendirme yöntemidir. Anotlanmış alüminyum parçaları veya alttaşlar, mühürlenmeden önce su bazlı bir organik veya inorganik boya çözeltisine daldırılır. Oksit tabakasındaki gözenekler boyayı emer ve daha sonra dayanıklılığı sağlamak için mühürlenir. Oksittin renklendirilmesi için, boya kalınlığı ürünün türüne ve gerekli olan renge göre değişir. İyi bir korozyon koruması ve hava koşullarına karşı dayanıklılık için, en az 15 µm gereklidir. [118, ESTAL, 2003, Sheasby, 2002 # 132].

Çevresel hususlar
Bazı organik boyalar ek atık su arıtımını gerektirebilir.

2.5.14.2 Elektrolitik renklendirme

Anotlanmış alüminyum, metal tuzları içeren bir asit çözeltisine yerleştirilir ve alternatif akım (AC) uygulanır. Bu, diğer metalin oksitini, alümina gözeneğinin derinliklerine 1 - 5 µm nüfuz ettirir ve artan oksit tabakası üstte kalır. Film, kullanılan metal tuzlarının renk özelliğini alır. Avrupa'da en çok kullanılan metal tuzu kalaydır. Özel uygulamalar için nikel, kobalt ve bakır kullanılabilir. Kalay sülfat, işlem süresine bağlı olarak 0.5 ila 15 dakika arasında açık bronzdan siyaha kadar ton verir. Yaygın kullanım alanı mimari panellerdir. Yeni tonlar oluşturmak için elektrolitik ve daldırma boyama işlemleri birleştirilebilir. [73, BSTSA] [118, ESTAL, 2003]

Çevresel hususlar
Kullanılan diğer metaller boşaltma işleminden önce bir atık arıtma tesisinde işlem gerektirebilir.

2.5.14.3 Girişim saçaklı (interference) renklendirme

Girişim saçaklı renklendirme, elektrolitik renklendirme prensibine dayanan özel bir tekniktir. Görünüş, iki ışık-kırınımla tabaka arasındaki girişim etkileri ile üretilir: bunlar gözeneklerin altındaki elektro-kimyasal olarak kaplanmamış metal tabaka ve altındaki alüminyum oksit/alüminyum arayüzdür.

2.5.14.4 Tümleşik renklendirme

Tümleşik renklendirmede, alüminyum oksit tabakası Anotlama işlemi sırasında kendi kendini renklendirir. Renklendirme, ya özel organik asit çözeltisinde Anotlama veya Al-Si veya Al-Fe- Mn gibi oksitlenmeyen maddelerle özel alüminyum alaşımlarının normal sülfürik asit anotlanması ile gerçekleşir. Oksit tabakası, tabaka kalınlığına bağlı olarak açık bronzdan, koyu bronz, siyaha kadar tabaka kalınlığına bağlı olarak değişen renkle görünür. Bu teknik neredeyse yerini tamamen elektrolitik renklendirmeye bırakmıştır [73, BSTSA,]

2.5.15 Notlamanın (Eloksallama) ardından mühürleme

Sülfürik asit anotlama normalde bir mühürleme işlemi ile takip edilir. Mühürleme, oksit tabakalarının korozyon ve leke direncini artırır. Ayrıca organik boyaların çözülmesini (leaching out) önler ve renk solmasına direnci arttırır. Mühürleme, sıcak veya soğuk işlemler ile gerçekleştirilebilir. (Mimari uygulamalar için bkz. Ref [138, QUALANOD, 1999, ESTAL, 2003 # 118])

2.5.15.1 Sıcak mühürleme

Sıcak mühürleme ile, oksit tabakasındaki gözenekler alüminyum oksidin böhmit 'e hidratlaşmasıyla kapatılır: gözenekler böhmit yapının artan hacmi ile birbirine yaklaşır. Mühürleme işlemi, anotlanmış parçalar sıcak veya kaynatılmış (minimum 95-96 °C) deiyonize suya, her µm kalınlık için üç dakika daldırılarak gerçekleştirilir. Buharla mühürleme aynı etkiye sahiptir. [118, ESTAL, 2003, CETS, 2003 No. 115]

2.5.15.2 Soğuk mühürleme

Düşük sıcaklıklarda mühürleme yöntemleri geliştirilmiştir. Orta-sıcaklık diye adlandırılan mühürleme işlemleri de yaklaşık 60°C'de yapılabilir. Bunlar, gözenekleri kapatmak için alüminyum oksidin hidrotermal dönüşümüne bağlı olmaz, fakat florür veya silikat gibi nikel tuzlarının kullanılmasıyla elde edilir. Geçmişte, Avrupa pazarında, renk solması ve korozyon direnci gibi uzun vadeli özellikler hakkında bazı endişeler vardı. Ancak, bu tür süreçler artık dışarıda kullanım için kanıtlanmış ve akredite edilmiştir (bkz. Qualanod [138, QUALANOD, 1999, ESTAL, 2003 # 118]).

25 - 35 °C'de çalışan işlemler de vardır. Soğuk süreçlerle sağlanan avantajlar daha az enerji tüketimi ve daha kısa uygulama süreleridir [73, BSTSA,].

Çevresel hususlar
Sıcak mühürleme ayrıca havalandırma gerektirebilir ve çok yüksek enerji tüketimi olabilir. Ancak bu, tankları kaplayarak veya uygun bir yalıtımla azaltılabilir [159, TWG, 2004]. Soğuk mühürleme ile daha düşük enerji tüketimi sağlanır[73, BSTSA,].

2.5.16 Fosfatlama tabakası dönüşüm kaplamaları

[38, Ullmann, 2002/3, 71, BSTSA] Fosfat kaplamalar, en yaygın kullanılan dönüşüm kaplamaları ve muhtemelen en yaygın kullanılan yüzey işlemidir. Bunlar çelik, alüminyum ve çinkoyu aşağıdakiler için hazırlama amacıyla kullanırlar:

- soğuk şekillendirme: bu, çok yüksek yüzey gerilimlerini içerir ve her tür soğuk şekillendirme işleminde fosfatlama kullanılır, yani tel, tüp veya profil çekme; derin çekme; soğuk başlık, soğuk ekstrüzyon, soğuk dövme gibi. Bu uygulamalar referansta [86, EIPPCB,] açıklanmıştır.
- bobin kaplama: Çinko elektro-kaplanmış çelik şerit, sonraki çelik kutu şekillendirmesi gibi çekme işlemleri için şekillendirilebilirliğini, yanı sıra korozyon direncini ve sonraki boyanabilirliğini artırmak için işlem hattında fosfatlanır, bkz. Bölüm 2.9.6 ve 2.9.8.9. Sıcak daldırma galvanizli çelik şerit [86, EIPPCB,] 'de tartışılmıştır.
- paslanmaya karşı dayanıklılık: ağır çinko ve manganez fosfat kaplamalar koruyucu bir yağ tabakası tutarlar ve önemli korozyon önleme sağlarlar, örn. somun, vida, cıvata ve borular.
- yatak (kızak) yüzeyi yağlaması: manganez fosfat, yağlayıcının tutulmasını artırır ve

çalışmaya-başlama sürelerini kısaltır. Pinyonlar, eksantrik milleri, pistonlar, dişliler ve valfler için kullanılır

- boya altı: fosfatlama boyaların yapışmasını ve boyaların korozyon korumasını artırır, bkz.[90, EIPPCB]
- elektrik yalıtımı: elektrik motorları, jeneratörler veya transformatörlerin çekirdeklerini oluşturan silikon çelik tabakaları kaplamak için fosfat tabakaları kullanılabilir. Girdap akımlarını önlemek için 1 - 6 µm kalınlıkta fosfat kaplama, yeterli yalıtımı sağlar.

Çok çeşitli fosfatlama işlemleri vardır, ancak en önemlisi alkali (demir) ve çinko fosfatlamadır. Tabakaların yüzey ağırlığı 0.05 - 5 g/m^2'dir.

Uygulama yöntemleri
Fosfatlama çözeltileri genellikle, uygulama yapılacak parçaların sayısına, boyutuna ve şekline bağlı olarak püskürtme veya daldırma yoluyla uygulanır. Uygulama tipi, fosfat kaplamalarının morfolojisinde ve bileşiminde farklılıklara yol açabilir. Sarmal şerit ayrıca, fosfat kaplamayı oluşturmak için şerit geçerken fosfatlama çözeltisinin uygulandığı ve durulamadan kurutulduğu işlemlerden oluşan makaradan-makaraya (roll-on) ve yerinde-kurutmalı (dry-in-place) süreç ile kaplanır, bkz. Bölüm 2.9.6.

Fosfatlama, yağdan arındırılacak ve asitle yıkanacak iş parçalarına veya alt tabakalara ihtiyaç duyar, bakınız Bölüm 2.3. [116, Çek Cumhuriyeti, 2003] Fosfatlama öncesi aktifleştirme, bir sonraki aşamada ince taneli bir fosfat kaplamasının oluşumunu başlatmak için sıcak su veya özel tescilli titanyum veya mangan fosfat dispersiyonları ile olabilir. Son durulama, deiyonize su ile veya Cr (VI) ve Cr (III) bileşikleri gibi pasifleştirici kimyasallar ile olabilir. Bölüm 2.4'te açıklandığı gibi işlem aşamaları arasında su ile durulama gereklidir.

Tüm fosfatlama süreçleri için genel çevresel hususlar
Atık sular pH kontrolü gerektirebilir ve [124, Almanya, 2003] tipik bir atık su arıtma tesisi ile giderilebilen nikel, manganez ve ek olarak çinko (çözelti yapısına göre) içerebilir. Şüpheli anyonlar, ilave arıtma gerektirebilecek nitrit ve florür içerir.

İşlem çözeltilerinde oluşan çamurların, çözelti bakımının bir parçası olarak atılması gerekir.

Sağlık ve çevre ile ilgili endişeler aşağıdaki gelişmeleri teşvik eder:

- hızlandırıcı olarak hidroksilamin, nitroguanidin veya hidrojen peroksit kullanılan nitrür-süz süreçler
- Nikel-siz süreçler
- Organotitanyum, inorganik zirkonyum veya polimerik bileşikler bazlı, krom-suz son durulamalar
- daha sonra boyanacak parçaların performansından ödün vermeden, temizleme için ultrafiltreleme, fosfatlamada hidrojen peroksit hızlanması ve krom-suz son-yıkama için çökeltme artı iyon değişimi kullanan sıvı-sız fosfatlama hatları

2.5.16.1 Alkali fosfatlama

Bu, korozyon korumasının yeterli olmadığı durumlarda kullanılır. Çelik alttaşlar için çözeltiler (pH 4 - 6), asit alkali fosfatlar, serbest fosforik asit ve az miktarda katkı maddelerinden oluşur; oksitleyici maddeler (örneğin kloratlar, kromatlar veya nitritler), yoğunlaştırılmış fosfatlar (örn., pirofosfat veya tripolifosfat) ve özel aktivatörler (örn., florürler veya molibdatlar). İlk reaksiyon, alttaştan (çelik) Fe^{2+} iyonları üreten asitleme tepkimesidir. Bu iyonlar, çözeltide fosfat iyonları ile reaksiyona girerek, metal yüzeyine çökelip güçlü bir şekilde yapışan, az çözünen demir fosfat oluştururlar. Demir fosfatlama işlemleri hızlanmayı gerektirmeyebilir. Kaplama ağırlığı, banyo bileşimi ile değişir. Demirli yüzeyler üzerinde oluşan kaplamalar demir oksit ve fosfat içerir. Demir fosfatlama çözeltileri normalde temizleme ve yağlı yüzeyler için yüzey aktif maddeler içerir, böylece tek adımda ("temizleyici-kaplayıcı" olarak adlandırılır) işlenebilir.

Çinko yüzeylerde, bir benzeşen tepkime dizisinde çinko fosfat tabakaları oluşur. Alüminyum genellikle florür içeren çözeltilerle işlenir; alüminyum, fosfat ve florit içeren ince, kompleks kaplamalar oluşur. Banyolar 2 - 15 g/l'lik bir derişime ayarlanır. Uygulama, püskürtme, su

akıtma veya daldırma ile olabilir. Banyo sıcaklığı normal olarak 40 - 70 °C'dir, ancak özel banyo bileşimleri ile 25 - 35 °C'ye düşürülebilir. Uygulama süreleri 5 - 10 saniye (şerit malzemeye püskürtülme) ve 1 - 3 dakikadır (tek tek parçaların püskürtülmesi veya daldırılması). Demir fosfatlama ince kaplama (0.2 - 0.4 g/m2) ve kalın kaplama (0.6 - 1.0 g/m2) metotlarının herikisini de içerir. Katmanların rengi mavi-yeşildir, ancak kırmızımsı yanardöner olabilir. Yüzeyler, artan kaplama ağırlığı ile daha mat ve gri hale gelir.

2.5.16.2 Çinko fosfatlama

Çinko fosfatlama esas olarak çelik ve çinko (veya çelik üzerindeki çinko kaplama) yüzey işlemlerinde ve ayrıca bu metallerin alüminyum ile kompozitleri için kullanılır. Uygulama püskürtme veya daldırma ile olabilir. Temel bileşenler, çinko, fosfat iyonları ve genellikle sodyum nitrit olan oksitleyici maddelerdir. pH değeri 2 ile 3,5 arasındadır. Derişimler önemli ölçüde değişir; nitrat, florür, silikofluorür, nikel iyonları veya manganez iyonları gibi katkı maddeleri yaygındır.

Aşağıdakiler, boyamadan önce bir ön işlem olarak çelik levhaların fosfatlanması için uygun bir işlem örneğidir:

Zn^{2+} 1.2 g/l, Ni^{2+} 1.0 g/l, H_3PO_4 + $H_2PO_4^-$ 15 g/l, and NO^{2-} 0.1 g/l

Sodyum hidroksit ile 3.2'lik bir pH elde edilir. İşlem genellikle 95 ºC'ye kadar yapılır. Soğuk şekillendirme uygulamaları için toplam derişimler on kat daha yüksek olabilir.

Tipik olarak, fosfatlama tepkimesi beş aşamaya bölünebilir:

Asitleme tepkimesi
Metal yüzeyin bir kısmı asit tarafından çözülür:

Fe için $Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$ veya Zn için $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$

Alüminyumun fosfatlanması, sadece fosforik veya nitrik asitte yavaşça çözünen yüzey oksitlerine tutunma (attack) için florür iyonları gerektirir:

$AlOOH + 3HF \rightarrow Al^{3+} + 3F^- + 2H_2O$; $Al + 3H+ \rightarrow Al^{3+} + 3/2H_2$

Hızlanma
Asitleme tepkimesi, hızlandırıcı olarak adlandırılan oksitleyici maddeler tarafından hızlandırılır, bu da aşırı miktarda moleküler hidrojenin açığa çıkmasını (evolution) önler ve böylece hidrojen kırılganlığını en aza indirir: [159, TWG, 2004]

Fe için $H_2 + 2O_X \rightarrow 2HO_X$; $Fe^{2+} + H^+ + O_X \rightarrow Fe^{3+} + HO_X$

Kompleks oluşturma
Alüminyum kaplanırken, Al^3 + iyonunun fazlasının 3 mg/l gibi düşük derişimlerde kompleks oluşturması için yeterli florür iyonları bulunmalıdır, ki bunlar çinko fosfat kaplamalarının oluşumunu engeller. Alüminyum içeren farklı metaller işlenirse, florür-süz fosfatlama çözeltilerinin kullanılması, alüminyum kaplanmaksızın çeliğin veya çinkonun fosfatlanmasını sağlayabilir:

$Al^{3+} + 6F^{-b} \rightarrow AlF_6^{3-}$ için Al

Kaplama oluşumu
Asitleme tepkimesindeki metal çözünmesi, metal yüzeyin yakınında pH değerinin önemli derecede artmasına neden olur. Sonuç olarak, çökelme tepkimesi için denge sabiti aşılır ve metal yüzey uygun çekirdeklenme bölgeleri sağladığı için çinko fosfat çökeltilir. Bütün metal yüzey kaplandığında, tepkime durur:

$$3Zn^{2+} + 2H_2PO_4 + 4H_2O \longrightarrow Zn_3(PO_4)_2 \cdot b4H_2O + 4H$$

$$2Zn^{2+} + Fe^{2+} + 2H_2PO_4 + 4H_2O \longrightarrow Zn_2Fe(PO_4)_2\ 4H_2O + 4H$$

Çamur oluşumu

Asitleme tepkimesinden gelen çözünmüş demir ve AlF_6 iyonları fosfatlama çözeltisinde birikmez, fakat sırasıyla, demir (III) fosfat veya trisodyum heksafluoroalüminat olarak çökeltilirler. Galvanizli yüzey işlemleri ve püskürtme işlemlerinde, nispeten küçük miktarlarda üçüncü (tertiary) çinko fosfat çamuru oluşur. Nitratla hızlandırılmış süreçler genellikle çamur oluşumunu içermez. Demir (II) nitrat, demir erimesi ve dışarı-sürüklenme arasında dengeye ulaşıncaya kadar birikir.

Fe için; $Fe^{3+}+H_2PO_4 \rightleftarrows FePO_4 +2H+$; veya Al için, $AlF_6^{-3}+3Na^+ \longrightarrow Na_3AlF_6$

Oluşan çamurlar düzenli aralıklarla veya sürekli olarak çıkarılmalıdır.

Boya-öncesi işlemler

Boyamadan önce yapılan çinko fosfatlama işlemleri, yüksek çinko veya düşük çinko işlemleri olarak sınıflandırılabilir. Yüksek çinko işlemleri 3 - 4 g/l Zn^{2+} 'da ve düşük çinko işlemleri ise daldırma uygulamaları için üst sınır olan 0,2 - 1,5 g/l Zn^{2+}' de çalışır. Düşük çinko derişimi, yani yüksek fosfat çinko oranı korozyon korumasını arttırır. Düşük çinko işlemi ile üretilen çelik kaplamalar esas olarak fosfofillitten oluşur ve hopeit (hopeite, Zn3(PO4)2 - 4H2O, Hydrated Zinc Phosphate) kaplamalı yüksek çinko işlemleri için galvanizli yüzeylerde taş çarpma dayanımı (stone chipping resistance) ve ıslak tutunma gibi üstün astar-boya performansı gösterir. Hem çözelti hem de kaplamada çinko, nikel ve manganez içeren üç-katyon (trication) işlemlerinin uygulanmasıyla performans daha da artar. Bu süreçler çok yaygınlaşmıştır, örneğin otomotiv endüstrisi. [38, Ullmann, 2002/3]

Toz kaplamalar için demir fosfat genellikle en uygun sonuçlar verir [90, EIPPCB,].

Soğuk şekillendirme için düşük sıcaklık süreçleri

Bunlar nitrat ile hızlandırılır ve tercihen ayrı bir reaksiyon tankında sürekli hava ile oksitlendirme vasıtasıyla banyodaki demir (III) derişimi 5 - 8 g/l ile sınırlanır. Çalışma sıcaklığı yaklaşık 30 °C ila 50 - 60 °C arasına düşürülür ve fosfatlama tankı neredeyse tamamen çamurdan arındırılmış durumda kalır.

2.5.16.3 Mangan fosfatlaması

Bu sadece daldırma ile gerçekleştirilir ve hızlandırma için sıklıkla demir (II) nitrat kullanılır.

2.5.17 Krom dönüşüm kaplamaları

[3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003]

Krom dönüşüm kaplamaları çeşitli metal yüzeylerde korozyon korumasını arttırmak için kullanılır; başlıcaları çinko ve kadmiyum elektro kaplama, çinko döküm, kalay, alüminyum, magnezyum ve magnezyum alaşımları, bakır, pirinç ve bronz, nikel, gümüş ve paslanmaz çelik. Böyle bir koruma olmadan, çinko elektro kaplanmış çelik yüzeyler beyaz (çinko oksit) korozyon için güçlü bir eğilime sahip olur. İşlem, temelde kromat iyonu ($Cr_2O^2_4$) olarak sadece altı- değerlikli krom kullanıldığı için genellikle "kromatlama" (chromating) olarak adlandırılır ve çelik işleme endüstrisinin neredeyse tüm alanlarında kullanılır ve çinko kaplamada işlem sonrasında önemli bir adımdır. Orijinal sarı renklendirmenin yaygın olarak kullanımı, korozyona karşı korumanın yanı sıra dekoratif etkilere de sahip olan ilave mavi ve siyah kromatlamalı tabaka sistemlerinin geliştirilmesi ile arttırılmıştır.

Fosfo-kromatlama, hem altı-değerlikli krom (Cr (VI)) hem de üç-değerlikli krom (Cr (III)) çeşitleriyle bulunur ve boyadan önce alüminyumun işlenmesinde kullanılır [118, ESTAL, 2003].

Kromatla kaplanmış tabakaların kalınlıkları 0.1 ila 2 µm arasındadır. Boya katmanları veya sentetik malzeme kaplamaları ile sonraki uygulama için yapıştırma arayüzleri olarak çok uygundurlar. İşlenen parçaların sürtünme değerlerini azaltmak için yağlayıcılar dahil edilebilir.

Krom kaplamaların korozyon koruması, üst kaplamalarda tarif edilen mühürleme tabakaları ile arttırılabilir, Bölüm 2.5.17.7.

Çözeltilerin tipik bileşimi, farklı renk ve tabaka özellikleri üretmek için farklı kombinasyonlarda ve derişimlerde kullanılan kromik asit, dikromat, klorür, florürler, sülfatlar, boratlar, nitratlar ve asetatlardır.

Genel çevre ve sağlık konuları
Cr (VI) ile ilgili sağlık sorunları için bkz. Bölüm 1.4.4.1.

Cr (VI) aerosolleri ve atık suları için, bkz. Bölüm 2.5.3.

2.5.17.1 Krom (VI) dönüşüm kaplamaları

Geleneksel işlemlerin tümü, asit oksitleme çözeltileri kullanımına dayanır, oksitleyici altı-değerlikli kromdur (Cr (VI)). Koruma mekanizması, filmin yüzeyinde bulunan Cr (VI) çözünmesine dayanmaktadır. Kromatın varlığı, açığa çıkan metal yüzeydeki herhangi bir aşındırıcı hareketi engellemek için yerel olarak çalışır.

2.5.17.2 Elektro kaplanmış çinko tabakaları üzerindeki krom (VI) dönüşüm kaplamaları

Kaplamalar sulu çözeltilerde kimyasal reaksiyonla uygulanır. Açık renkten, yanardöner sarıdan pirinç rengine, kahverengiden, zeytin yeşili ve siyah renge kadar değişen renklerde dekoratif ve koruyucu filmler üreten çok sayıda tescilli dönüşüm kaplama süreçleri mevcuttur. Genel olarak, renk ne kadar koyu ise, korozyon direnci de o kadar iyidir.

2.5.17.3 Bakır, pirinç ve bronz üzerinde krom (VI) dönüşüm kaplamaları

Bakır ve bakır alaşımlarını işlemek için kromat çözeltileri tescilli malzemelerle hazırlanır. Bu işlem sadece yüzeyi pasifleştirmekle kalmaz, aynı zamanda etkili kimyasal yüzey parlatma sağlar. Sonuç olarak, bakır ve bakır alaşımları üzerindeki kromat uygulamaları hem son bir cila olarak hem de nikel veya krom kaplaması öncesinde mekanik ara-tabaka oluşturmak için tam veya yarı ikame olarak kullanılır. Elde edilen pasifleştirme, korozyon ile sülfürün kararmasının azaltılmasında etkilidir.

Çevresel hususlar
Kromat parlak daldırma çözeltileri, duman-tütmeyen doğaları nedeniyle tercih edilir. İşlem

banyosunda bakır çözünmesi nedeniyle daha fazla atıksu arıtma işlemi gerekebilir.

2.5.17.4 Alüminyum üzerinde krom (VI) dönüşüm kaplamaları

Kromat veya fosfo-kromat dönüşüm filmleri, kromat için açık sarı renkten fosfo-kromat için yeşil renge[118, ESTAL, 2003] kadar aralıkta alüminyum üzerine üretilebilir. Film rengi, daldırma süresi, pH, çözelti derişimi ve bir dereceye kadar, işlenecek alaşımın bileşimine bağlıdır. Havacılık, elektronik ve diğer uygulamalardaki bileşenler için kullanılmasına rağmen, asıl kullanımı, boyama veya toz kaplama öncesindeki ön-işlemdir [118, ESTAL, 2003, CETS, 2003 # 115].

Bir iletkenlik kaybı olmadan korozyon direncini sağlayan işlem yeteneği, özellikle elektronik uygulamalar için yararlıdır.

Düşük Cr (VI) içeren çözeltiler mevcuttur (Kişisel iletişim, ESTAL).

Çevresel hususlar
Düşük Cr (VI) çözeltisi, sürüklenmeyi ve tipik atık su arıtma gerekliliğini azaltır.

2.5.17.5 Magnezyum ve alaşımları üzerinde krom (VI) dönüşüm kaplamaları

Korozyon karakteristikleri nedeniyle kromat uygulaması, magnezyum ve magnezyum alaşımlarına işlem yapmak için hala bilinen tek yöntemdir. Bu işlem genellikle iyi depolama özelliklerinin sağlanması için ham malzeme kaynağında uygulanır. Kromat uygulaması ayrıca daha sonraki kaplamalar için, özellikle nikel otokatalitik kaplama öncesi magnezyum ve magnezyum alaşımlarının hazırlanması, için kullanılır.

Kullanılan iki tipik işlem yöntemi vardır:

- asitleme ağırlıklı olarak depolama ve sevkiyat sırasında parçaları korumak için kullanılır
- dikromat uygulama, boya için maksimum korozyon koruması ve geliştirilmiş yapışma özellikleri sağlar.

2.5.17.6 Alüminyum ve elektrokaplanmış çinko üzerinde üç-değerlikli krom (Cr (III)) dönüşüm kaplamaları

Üç-değerlikli krom (Cr (III)) dönüşüm kaplama işlemleri ilk olarak yaklaşık 20 yıl önce altı-değerlikli krom (Cr (VI)) işlemleri yerine çevre konusunda daha kabul edilebilir bir alternatif olarak, temelde elektro kaplanmış çinko üzerine geliştirilmiştir. Bu dönüşüm kaplama sistemleri ve arıtma banyoları, altı-değerlikli krom içermez ve bu nedenle altı-değerlikli kromla ilişkili çevre veya sağlık problemleri yoktur [118, ESTAL, 2003].

Üç-değerlikli krom-bazlı mavi kaplama işlemleri, asit, siyanür veya alkali siyanürsüz çinko kaplama sistemleri üzerinde geleneksel altı-değerlikli işlemlerle ilişkili görünümü ortaya çıkarabilir.

Üç-değerlikli krom dönüşüm kaplama işlemleri genellikle sadece açık veya mavi dönüşüm kaplamaları üretir. Son zamanlarda, yanardöner altı-değerlikli krom pasifleştirmesine kıyasla iyi performans gösteren, daha fazla film kalınlığı ve daha yüksek korozyon direnci üreten üç-değerlikli krom pasifleştiriciler geliştirilmiştir.

Cr (VI) içermeyen kaplamalar ile ilgili en az bir işlem mevcuttur. Kendilerine özgü açık yeşil, sarı yanardöner renklere sahiptir ve ilk beyaz korozyonu tambur işleme sırasında 120 saate kadar ve raf işleme sırasında ise kadar 240 saate kadar önler. Bu sayılar bir üst kaplama veya mühürleyici eklenip eklenmemesine göre işleme bağlı olarak değişir. Bu pasivasyon tüm çinko kaplamalarda (asit, alkali siyanür ve siyanür) ve çinko alaşımlarında (Zn-demir, Zn-kobalt ve Zn-Nikel) kullanılabilir. İşlenmiş parçaların dört saat 200 °C'de pişirilebileceği ve hala korozyon koruma özelliklerinin %90'ına kadarının korunabileceği iddia edilmektedir.

Mühürleyiciler ile karşılaştırılabilir korozyon testi sonuçları veren siyah Cr (VI) içermeyen pasifleştiriciler de geliştirilmiştir [124, Almanya, 2003].

Ancak, çinko için daha fazla korozyon koruması sağlayan en kalın dönüşüm kaplamaları, zeytin yeşili kaplama yalnızca altı-değerlikli krom dönüşüm kaplama işlemleri kullanılarak elde edilebilir.

Altı-değerlikli krom dönüşüm kaplama işlemleriyle karşılaştırıldığında, üç değerlikli krom dönüşüm kaplaması:

- aynı renk yüzey için eşit veya daha fazla korozyon-dayanımı sağlayabilir [124, Almanya, 2003].
- taze hazırlanmış pasifleştirme çözeltileri için çalışmaya başlama süresi gerektirmez
- işlemlerin rengi ve performansı çözelti ömrü boyunca daha eşittir
- çözelti normal olarak geleneksel altı-değerlikli kromun en az iki katıdır ve aktif krom bileşiklerinin tüketiminden daha çok kirliliklerle sınırlıdır ve daha az çözelti atılması sonucu doğurur.
- altı-değerlikli kaplamaların verdiği renk aralığını ve korozyon direncini üretemez
- daha fazla süreç kontrolü gerektirir
- daha koyu Cr(VI) passivasyonuna benzer bir korozyon performansı sağlamak için bir üst kaplama veya mühürleyici gerekebilir.

Çevresel hususlar
Cr (III) için özel bir sağlık ve güvenlik değerlendirmesi yoktur.

Atık su arıtımı sırasında Cr (VI) 'nın Cr (III)' e indirgenmesi gerekli değildir.

Cr (III) işlemleri genellikle, Cr (VI) banyolarındaki krom derişiminin yaklaşık on katını içerir. Çinko kaplama işleminde çinko çıkarılması, Cr (VI) 'nın iki katıdır. Bu nedenle, Cr (III) atık su arıtımında daha fazla atık üretebilir [113, Austria, 2003].

Cr (III) işlemlerinin Cr (VI) işlemleri benzeri bir korozyon direncine sahip olması, genellikle ilgili Cr (VI) işlemlerinden daha yüksek bir enerji tüketimine sahip ısıtılmış banyolarda gerçekleşir [73, BATSA,].

2.5.17.7 Kromat dönüşüm kaplamaları için üst- kaplamalar

Hem altı-değerlikli hem de üç-değerlikli kromat dönüşüm filmleri doğal olarak gözenekli ve emici olup kalınlıkları çok sınırlıdır. Bunların koruyucu etkileri, bir sonraki organik (ör. bakınız metakrilat için Bölüm 2.5.10 te elektro-boyama ve kaplama için Bölüm 2.5.11) veya inorganik (örneğin metasilikat) ve/veya karışık organik-inorganik üst kaplama filmi uygulanarak artırılabilir. Bu son kaplamalar ek fonksiyonlara sahiptir: işlem sırasında uygunsuz kullanımdan kaynaklanan yerel mekanik çizilmelere karşı koruma sağlayan kendini-iyileştirme etkisi; işlenmiş yüzeyde liç olan Cr (III) miktarında önemli bir azalma ve sürtünme parametrelerinde azalma [124, Almanya, 2003]. Üst kaplama koruması esas olarak kaplamanın kendisinin fiziksel engeline (bariyer) bağlıdır.

2.5.18 Metal renklendirme

[3, CETS, 2002] Isıl işlem, kimyasal daldırma veya elektrolitik işlemle farklı metaller üzerinde çok çeşitli renk ve gölge elde etmek mümkündür. Bu işlemler pirinç, bakır ve çelik parçalar için kullanılır. En çok kullanılan sistem kimyasal daldırmadır. Elde edilen sonuçlar, kullanılan formülden daha çok işlem ve işlem parametrelerinin uygulanmasına bağlı olacaktır. Başlangıçta, alkali ortamlarda sodyum, amonyum veya baryum tuzları kullanılarak oda sıcaklığından yüksek sıcaklıklara kadar sülfür ve polisülfit çözeltileri kullanılmıştır. Artık, bir asit ortamında ve oda sıcaklığında metalik iyonlar (bakır, selenyum, molibden vb.) içeren çözeltilerin kullanılması daha olağan bir durumdur.

Küçük eşyalar dökme (tambur içine) olarak renklendirilebilir, daha sonra aşındırıcı bir ortamda döndürülerek kabarmış yüzey alanları giderilebilir, bkz. Bölüm 2.3. Tüm sülfürle işlenen iş parçalarının ıslak veya kuru kazıyıcı-ovalamaya ihtiyacı vardır ve son kat şeffaf vernik ile korunmalıdır.

Çevresel hususlar
Kullanılan kesin formülasyonlara bağlı olarak, atık suların tipik atık su arıtımından önce ön işlemden geçirilmesi gerekebilir.

2.5.19 Parlak daldırma

Alüminyum dahil tüm alttaşlar için, bu terim "parlaklaştırma" ve ‘kimyasal cilalama’ ile eşanlamlıdır, bkz. Bölüm 2.5.21 [118, ESTAL, 2003, 159, TWG, 2004].

2.5.20 Kimyasal karartma - oksit kaplamalar

Daldırma tipi kimyasal oksitleme kaplamaları genelde boya astarı olarak görünüm için veya bunların yağ tutma özellikleri için kullanılır. [38, Ullmann, 2002/3]

Tüm kimyasal karartma süreçleri için çevresel faktörler
Alkali ve krom içeren işlemlerden çıkan dumanlar çeker ocak ve muhtemelen gaz-yıkayıcı gerektirebilir. Yıkayıcı atık sıvıları atık su tesislerinde arıtma gerektirebilir.

Durulama suları pH için arıtma gerektirebilir. Azot içeren bileşikler, diğer oksitleyici maddeler ve sülfitler gibi diğer malzemeler, tipik bir atık su arıtma tesisinde bulunanlara ek işlemler gerektirebilir.

Çelik
Çelik, ağırlıkça yaklaşık%75 sodyum hidroksit ve %25 sodyum nitrat içeren 480 - 840 g/l'lik bir yüksek sıcaklık banyosunda karartılabilir. Çözelti 121 - 149 °C arasında kaynatılır. Ağırlıkça %25 sodyum nitrat yerine, ağırlıkça%12 sodyum nitrat ve ağırlıkça%13 sodyum nitrür de kullanılabilir.

Düşük kaynama noktaları kükürt içeren çeşitli katkı maddeleri dahil edilerek elde edilir.

Ortaya çıkan oksit kaplama, filmde demir sülfürün oluşması nedeniyle biraz daha az korozyona dayanıklıdır. Sülfit modifiye malzemelerin bazıları, paslanmaz çeliği karartmak için de kullanılabilir.

İyice durulandıktan sonra oksit filmi normal olarak bir yağ, balmumu veya cila ile kaplanır.

Paslanmaz çelik

Paslanmaz çelik de, parçaların yüksek sıcaklıktan olumsuz etkilenmemesini sağlayan yaklaşık 370 °C'de erimiş sodyum/potasyum dikromat içinde karartılır. Ortaya çıkan oksit iyi bir korozyon direncine sahiptir ve süreç askeri şartnamelere (özelliklere) uygundur.

'Inox' adlı 60- 90 °C 'de kromik asit ve sülfat çözeltisine daldırma işlemi kullanılabilir ve krom-nikel çelikler 125- 130 °C'de $NaOH/NaNO_2$ içerisine batırılarak siyah renkli olabilir '[113, Avusturya, 2003].

Bakır

Bakır, ağırlıkça %75 sodyum hidroksit ve %25 sodyum klorit içeren 120 g/l'lik bir banyoda 93 - 100 °C'de karartılabilir. Üretilen siyah bakır (II) oksit bulanık bir görünüme sahiptir. Parlak cilalanan parçalar üzerindeki bulanık görünüm, talaş (kum) ya da başka bir yumuşak aşındırıcı üzerine yatırılarak (tabaka kaldırılmadan) nazikçe ovalandığında veya yuvarlandığında yada cilalama uygulandığında kaybolup parlak görünüş ortaya çıkar, (bakınız Bölüm 2.3).

Pirinç

Pirinç aynı çözeltide karartılabilir, ancak çinko içeriği ve metalurjik geçmişine bağlı olarak çözelti cevap vermeyebilir. Yüzeyinden çinkonun uzaklaştırılması için, 5-10 dakika boyunca 93 - 100 °C'de, ağırlıkça%85 sodyum hidroksit ve %15 sodyum klorit içeren 120 g/l'lik bir banyo içine daldırılarak aktifleştirme gerçekleştirildikten sonra, karartma banyosu genellikle normal çalışır.

Alüminyum

Alüminyuma, Alzac ve Juratka süreçlerini de içeren bir dizi farklı işlemle daldırma yoluyla oksit kaplama yapılabilir. Genel olarak elektrolitik (eloksal) süreçler tercih edilir.

2.5.21 Parlatıcı

Çelik parlatma işleminde, çok temiz bir yüzey oluşturmak için konsantre nitrik asit kullanılır. Bu işlemin egzoz gazındaki azotlu gazları oluşturduğuna dikkat edilmelidir [104, UBA, 2003].

Bakır ve pirinç yüzey tabakasını oksitleyerek parlatılır.

Alüminyum ve bazı alaşımları, aydınlatma ve dekoratif yüzeyler gibi özel uygulamalar için kimyasal veya elektrokimyasal işlemlerle parlatılabilir [118, ESTAL, 2003, 132, Sheasby ve Pinner, 2002].

Fosforik asit ile asitlemenin (pickle), şasi parçaları ve bisiklet çerçeveleri gibi özel kullanımları vardır. Genellikle %10 – 15 'lik derişimlerde, 40 - 50 °C sıcaklıklarda ve bazen de 80 °C'ye kadar yüksek sıcaklıkta kullanılabilir.

Metal yüzeyler tamamen yağdan arındırılmalıdır. Parlatmanın ardından düzensiz film veya lekeli yüzeyler gibi kötü sonuçlar elde edilmesi, genellikle yetersiz ön yağ giderme işleminden kaynaklanır.

Çevresel hususlar
Kullanılmış parlatma çözeltileri, akışkan atık olarak bertaraf edilmeden önce düşük pH ve muhtemel metal içeriği için arıtma gerektirebilir. Alternatif olarak, bunlar sıvı atık olarak bertaraf edilebilirler.

Özellikle NO_X içeren asit dumanları için, arıtma esnasında muhtemelen çeker ocak gerekebilir.

2.5.22 Aşındırma - Alkali alüminyumun aşındırılması

Alüminyumun aşındırılması için en sık kullanılan yöntem, diğer katkı maddeleriyle eklenmiş veya eklenmemiş sulu kostik soda çözeltileridir. Bu, oksit ve altında döküntü yağının temizlenmesi gereken yerlerde genel temizlik amaçlı kullanılabilir. Daha uzun süreli aşındırma ile, isim levhaları veya dekoratif mimari işler için renkli veya mat yüzey üretilebilir veya derin gravür ve kimyasal oyma oluşturulabilir. Nispeten ucuz ve kolay bir aşındırma metodudur, ancak detaylar aşırı derecede karmaşık olabilir.

Dekoratif aşındırma çözeltileri muhtemelen gresi dağıtmak için bir ıslatma maddesiyle birlikte

%4 - 10 veya daha fazla kostik soda içerebilir ve 40 - 90 °C'de kullanılır ve hafif bir köpük tabakası oluşur.

En yaygın olanı, "uzun-süreli kullanım" aşındırma süreçleri olarak adlandırılan ve hiçbir zaman boşaltılmayan işlemlerdir. Bu işlemler alüminat çözeltisini stabilize eden özel katkı maddeleri içerir. Aşındırma oranı sabit bir aşındırma oluşumu için kontrol edilmelidir. Önemli parametreler: sıcaklık, serbest sodyum hidroksit, alüminyum ve katkı içeriği.

Yükseltilmiş aşındırma hızına sahip alkali aşındırıcılar, alüminyum askılarda oluşan eloksal filmlerin bir sonraki askılama işlemi için kaldırılması amacıyla kullanılır.

[118, ESTAL, 2003, 132, Sheasby ve Pinner, 2002, 138, QUALANOD, 1999].

Çevresel hususlar
Kullanılmış alkali asit banyoları, belediye atık su arıtımında yeniden kullanılabilir [159, TWG, 2004].

2.5.23 Kimyasal oyma

[47, Fransa, 2003] Kimyasal oyma (aşındırma), iş parçaları üzerindeki metali, harici bir enerji kaynağı (mekanik veya elektrik) olmaksızın bir kostik veya asit banyosunda çözerek gidermek için kullanılan bir işlemdir. Yüzeyin çözelti ile temas halinde olması şartıyla, oyma (aşındırma) banyosuna daldırılan parçanın tüm yüzeyinden metal çıkarılır. Oyulmaması gereken alanlar maskelenir. Kimyasal çözünmenin hızı düşüktür, mekanik işlemlere kıyasla 0.5 ila 3 mm/saat arasındadır. Çıkarılan kalınlık neredeyse tüm yüzey üzerinde sabittir, ancak kullanılan işleme göre değişen bir pürüzlülük vardır.

En önemli kullanım alanları havacılık ve uzay endüstrisi için alüminyum alaşımlarıdır. Genellikle kavisli olup, ağırlığının azaltılması gereken tabakalarda kullanılır. Kimyasal oyma, titanyum alaşımları, paslanmaz çelik ve nikel, kobalt veya magnezyum bazlı bazı özel alaşımlarda da kullanılabilir.

Kullanılan işlem kimyaları şunlardır:

- alüminyum için: katkılı kostik soda (sodyum glukonat, sodyum sülfür)
- titanyum için: nitrik asitli (50 - 70 g/l) hidroflorik asit (20 - 50 g/l)
- paslanmaz çelik için: nitrik ve fosforik asitli hidroklorik asit.

Alüminyum ve alüminyum alaşımları için ana kontrol parametreleri şunlardır:

- banyo derişimi: 100 ila 150 g/l serbest NaOH
- sıcaklık: daha eski işlemler için 80 °C, yüksek hızdaki işlemler için 110 °C'ye kadar
- çözünmüş metal derişimi: 70 ila 90 g/l Al
- kimyasal olarak oyulacak alaşımın bileşimi.

Tüm bu parametreler işlemin hızını, cilalama kalınlık dağılımı düzgünlüğünü ve pürüzlülüğünü etkiler.

Genel olarak, tüm yüzey aşındırılmaz. Bazı bölgelerde oyulmayı önlemek için, bu alanları neopren gibi koruyucu tabakalarla maskelemek gerekir. Genel teknik, tüm parçayı maskelemek ve daha sonra maskeyi öğütülecek alanlardan çıkarmaktır. Maske, neşter veya lazer ışını ile kesilir.

Tipik bir süreç sırası:

- çözücü ile yağ giderme
- alkali aşındırma
- durulama
- asitleme (örn., Sülf kromik asitleme)
- durulama
- kurutma
- maskeleme
- işlenecek yüzeydeki maskenin çıkarılması

- aşındırma
- durulama
- yüzey pasifleştirme: (örn., Sülf kromik veya nitrik asit)
- durulama
- maskenin çıkarılması
- kalite kontrol.

Çevre sorunları

Bu işlemin ana problemi, çözünmüş metallerden dolayı büyük miktarda çamurdur. Kimyasal oyma banyosunun derişimi genellikle 70 g/l alüminyumun altında tutulur ve bu sebeble bu derişimin üzerine çıkan çözeltiler atılır. Normal atık su arıtımı kullanılabilir ve çamurun temel bileşeni $NaAlO_2$'dir.

2.6 Arıtma sonrası aktiviteler (işlemler)

2.6.1 Sıcak su kullanarak kurutma

[3, CETS, 2002] Tüm ıslak işlemlerin tamamlanmasından sonra, paslanma ve korozyonun önlenmesi için iş parçalarının veya alttaşların hızlı ve etkili bir şekilde kurutulması gerekir. En basit kurutma yöntemi, bileşenleri birkaç saniye sıcak suya batırmak ve ardından havada kurumalarını sağlamaktır.

Sıcak su ile kurutmanın dezavantajı, tank yüzeyindeki yüksek enerji kaybıdır. Bu yine de, askıların elle hareket ettirildiği (ve dolayısıyla düşük iş hacimli iş parçaları) yüzey işleme atölyelerinde yaygın bir uygulamadır.

Su sıcaklığının dikkatlice kontrol edilmesi gerekir. Deformasyonu önlemek amacıyla kaplanan plastik parçalar için sıcaklık 60 °C'de sınırlandırılmalıdır. Çinko kaplanmış ve pasifleştirilmiş bileşenler için de kaplamanın dehidrasyonunu ve pasif filmin korozyon korumasının kaybolmasını önlemek için 60 °C ile sınırlıdır. Krom kaplama bileşenleri 90 °C'ye kadar kurutulabilir.

Kurutma lekelerini önlemek için deiyonize su kullanılır. Bazı tesisler deiyonize edilmiş suyun sürekli akışlı (damlama) beslenmesini kullanırlar, daha sonra su fazlası daha önceki bir kademeli durulama sistemi için bir su beslemesi olarak kullanılır. Sıcak su aşaması da son durulama aşaması olabilir.

Çevresel hususlar
Enerji verimliliği düşük olabilir.

2.6.2 Sıcak hava kullanılarak kurutma

Otomatik askı tesislerinde kurutma, sıcak hava kullanarak otomatik hatlarda en kolay şekilde gerçekleştirilir. Askılar, işlem hattının sonunda tank-şekilli bir kurutucu içine yerleştirilir; taşıyıcı sisteme uyması için tank boyutları hattaki teknelerle aynı olmalıdır. Sıcak hava, 60 - 80 °C sıcaklıklarda tankın üstünden tabanına doğru eşit hızlarda tekrar tekrar dolaştırılır. Kurutucu tankının üstünden kaçan sıcak hava, teçhizatı ısıl olarak verimsiz hale getirir.

Yeni kalın film pasifleştirmesi veya kurutma sürelerinin azaltılması gibi bazı durumlarda, alttaş veya iş parçalarının 80 °C ve daha yüksek sıcaklıklarda ısıtılması gerekir. Tank şeklindeki kurutucularda dolaşan havanın sıcaklığı 100 ºC'nin üzerinde olmalıdır. Hava normalde buhar veya sıcak yağ kullanan sirkülasyon veya ısı eşanjörleri ile ısıtılır. Bunun alternatifi, sirkülasyon havasında açık bir gaz alevi oluşturan özel bir gaz brülörü (yakıcı) kullanan doğrudan ısıtma sistemleri olabilir. Yanan gaz, havayı doğrudan enerji girdisinin yaklaşık %100'ü bir verimlilikle ısıtır [124, Almanya, 2003].

Çevresel hususlar
Hava tutulmadığı ve etkin bir şekilde dolaştırılmadığı takdirde zayıf enerji verimliliği potansiyeli vardır.

2.6.3 Hava bıçaklarını kullanarak kurutma

Sıcak hava deposu kurutma işleminden daha fazla enerji verimli olan hassas nozullar veya "hava bıçakları" aracılığıyla yerel hava kurutmanın kullanımı giderek artmaktadır. Açıklama için Bölüm 2.3'e bakınız.

2.6.4 Hidrojen gevrekleşmesi giderme (de-embrittlement) için ısıl işlem

Asitleştirmede ve katodik temizlemede akım verimliliğin %100'den az olduğu metal elektro kaplamada veya kimyasal kaplamada (fosfatlama) oluşan hidrojen gevrekleştirmesini önlemek için ısıl işlem. Gevrekleşme giderme sürecinin sıcaklığı ve zamanı, alttaşa bağlıdır [159, TWG, 2004].

Çevresel hususlar
Enerji tüketimi [124, Almanya, 2003].

2.7 Su ve atık su arıtma, işlem çözeltisi bakımı ve malzeme geri kazanımı için yaygın teknikler

Su ve su bazlı çözeltilerin arıtılmasında kullanılan çeşitli teknikler vardır ve bunlar metallerin yüzey işlemlerinde yaygın olarak kullanılır:

- gelen su kaynaklarının arıtılması
- atık suların boşaltma veya yeniden kullanımdan önce arıtılması
- işlem çözeltisi bakımı
- işlem-içi malzeme geri kazanımı. Bu aynı zamanda işlem çözeltisi bakımı olarak da kullanılabilir.

Uygulamaya göre (örneğin, iyon değişimi için reçinelerin seçimi) çok az farklılık gösteren temel teknikler burada kısaca tanımlanmıştır ve Bölüm 4'te daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bunlar, başka yerlerde iyi tanımlanmıştır ve bazıları, özellikle işlem malzemeleri için kapalı devre düşünüldüğünde faydalıdır, bakınız Bölüm 4.7 [162, USEPA, 2000].

2.7.1 Filtreleme

Birçok filtreleme tipi vardır. Daha küçük ölçekte, genellikle filtre çerçevelerine (bazen aktif karbon veya diğer emicilerle tabakalaştırılmış) ve kartuşlara sıkıştırılmış selüloz (kâğıt) tabakaları ile başlarlar. Daha büyük bir ölçekte, kum filtreleri ham su veya cilalama atıklarını temizlemek için kullanılır. Bant filtreler veya filtre presleri ise çoğunlukla pıhtılaştırıcı ile bağlantılı olarak atık su çamurları gibi daha yüksek katı içeren uygulamalarda kullanılır.

Çevresel hususlar
Bazı durumlarda (bazı kum filtreleri gibi) yerçekimi yeterli olsa da filtreleme için genellikle pompalar (ilişkili bir enerji talebi ile) gereklidir.

Filtre ortamı, süzüntü ortamıyla birlikte genellikle atık olarak bertaraf edilir.

2.7.2 Emilim teknikleri

Aktif karbon, çözelti içindeki ürünlerin parçalanmasından oluşup istenmeyen organik maddelerin emilimi için kullanılır. Çözeltiye yığın olarak (batch base) eklenebilir ve daha sonra filtrelenebilir veya tabakalı bir filtre sisteminde kullanılabilir.

Granül polipropilen keçe veya diğer lipofilik filtre ortamları, filtre gövdelerine yerleştirilebilir ve emilim yoluyla yağların uzaklaştırılması için kullanılabilir.

Polimer filtreleme, sulu akışkanlarda hedef metalleri seçici olarak bağlamak için şelatlayıcı, suda çözünür polimerler kullanır.

Çevresel hususlar
Aktif karbon ayrıca, parlatıcılar gibi yararlı organik kimyasal katkı maddelerinin bir kısmını da giderir ve bunların yenilenmesini gerektirir.

Değerli metallerin geri kazanılabilmesine rağmen, emici malzeme ile, alıkonan maddeler ve filtre ortamı, genellikle bir atık olarak atılır.

2.7.3 Kristalleştirme

Çözeltileri katı kristal şekillerin oluştuğu ve çözeltiden ayrılabildiği bir süper doyma noktasına getirmek için çeşitli buharlaşma ve soğutma sistemleri kullanılır.

Çevresel hususlar
Isıtma veya soğutma için enerji gereksinimleri.

2.7.4 Atmosferik buharlaşma

Çözeltiler ısıtıldığında atmosferik buharlaşma meydana gelir. Temel bir teknik olarak, işlem çözeltilerinin hacmini azaltır ve dışa-sürüklenmeyi geri dönüştürmeye veya işlem çözeltisine yeni kimyasalların eklenmesine izin verir. Hava çalkalaması ve/veya bir buharlaştırıcı kullanılarak arttırılabilir. Buharlaştırıcı, hava-su buharlaşma yüzeyini arttırmak için bir ambalaj malzemesiyle doldurulabilir. Buharlaştırıcılar damıtık su elde etmek için genellikle bir yoğunlaştırıcı ile kullanılır.

Çevresel hususlar
Buharlaştırıcılar, elektrik akımı geçerken çözeltinin ısınması örneği gibi işlemin kendiliğinden-ısıtmalı olduğu durumlarda çözeltideki ısıyı faydalı bir şekilde kullanabilirler. Isı kaybı çözeltinin soğutulmasına da yardımcı olur.

2.7.5 Vakum buharlaşma

Azaltılmış basınç ve yükseltilmiş sıcaklık, örneğin asit kaplama çözeltisinden suyun uzaklaştırılması gibi, daha düşük uçuculuğa sahip bileşenlerden nispeten yüksek uçuculuğa sahip olan bileşenleri ayırmaya yarar. İşlem çözeltisinin (örneğin, asit damıtma) kirlilik fazlarından daha yüksek uçuculukla buharlaştırılması, işlem çözeltilerini de saflaştırabilir. Ayırma saflığını arttırmak, enerji gereksinimlerini azaltmak veya çoklu faz ayrımlarını gerçekleştirmek için çoklu işlemler kullanılabilir.

Çevresel hususlar
Vakum oluşturucu boşaltım (pompalama) ve ısıtma için enerji gereksinimleri.

2.7.6 Elektroliz - kaplama

Geçiş metalleri, metal geri kazanım hücrelerinde yüksek yüzey alanlı elektrotların üzerine kaplanarak atık su akımlarından çıkarılabilir. Metal iyonlarını konsantre etmek için iyon değişimi ile birlikte de kullanılabilir, bkz. Bölüm 2.7.8.

Çevresel hususlar
Yaklaşık 10 mg/l'nin altındaki derişimlerde metal birikimi, metal biriktirme için gerekli olan kuramsal enerji gereksiniminin 10 ila 100 katı ile çok verimsiz hale gelir.

2.7.7 Elektroliz - oksitleme

Hem istenmeyen organik yan ürünleri hem de Cr (III) ve Cr (VI) gibi metalleri çözeltilerde oksitlemek mümkündür. Bu, akım yoğunluğu koşullarına bağlı olarak, bir seramik membran ile veya membran olmadan yapılabilir.

2.7.8 İyon değişimi - reçine

Çözeltideki iyonlar, reçine-fonksiyonel gruplarla yer değişimi yöntemi ile seçilerek uzaklaştırılır. Atık suyun doğrudan iyon değiştirme işlemi, daha sonra gelen yenilenme kolonu yada kaplama işlemleri için çok değerlikli katyonların derişiminin artırılmasını sağlar (bkz.

Bölüm 2.7.6) [3, CETS, 2002], [159, TWG, 2004].

Çevresel hususlar
İyon değişimi, kullanım ve yenilenme sırasında, pompalama için enerjiye ihtiyaç duyar ve ayrıca çok fazla kimyasal dozlama gerektirir; metal iyonların yakalanması için kimyasal gereksinim genellikle teorik gereksinimin üç dört katıdır.

2.7.9 Elektrodeiyonizasyon

İyonlar, geleneksel iyon değişim reçineleri kullanılarak atılır. Yenilenme kimyasalları yerine reçineyi sürekli olarak yenilemek için elektrik akımı kullanılır.

2.7.10 Asit (reçine) yutma (sorption)

Asit (reçine) yutma, iyon değişimine benzer şekilde yapılandırılmıştır. Reçineler, metal tuzları hariç tutulurken mineral asitlerin seçici olarak yutulması (yutma fazı) için tasarlanmıştır. Reçine su ile yenilendiğinde yeniden kullanım için saflaştırılmış asit geri kazanılır(kusma, desorption fazı).

2.7.11 İyon değişimi - sıvı/sıvı

İyonik kirletici maddeler işlem çözeltilerinden ayrılıp, karışmayan ana sıvı alıcı çözeltilere verilir. İkincil sıvı alıcı çözeltileri, kirletici maddeleri uzaklaştırmak ve ana alıcı çözeltiyi yenilemek için kullanılır.

Şimdiye kadar, tek uygulama, kapalı döngü alıcı çözelti sisteminde bakırın çıkarılması ve geri kazanılması ile yenilenen amonyaklı aşındırma çözeltileridir.

2.7.12 Membran filtreleme

Çeşitli membran filtreleme türleri vardır ve bunların kullanımı gözenek büyüklüğüne bağlıdır. Bu sistemler küçük gözenek büyüklüğünden dolayı basınçlıdır.

- mikro filtreleme (MF), makromoleküler den mikro parçacıklara kadar olan boyut aralığında nispeten büyük partikülleri (yaklaşık molekül ağırlığı >100000) ayırmak için düşük basınç kullanan, 0,02 ila 10 mikron aralığında gözenek büyüklüğüne sahip bir membran filtreleme teknolojisidir
- ultrafiltreleme (UF) iyonları geçirir ve makromolekülleri (0,005 ila 0,1 mikron) geçirmez ve organik maddeleri işlem çözeltilerinden uzaklaştırır.
- nano filtreleme (NF), ters ozmozdakinden daha büyük boyuttakilerin geçirilmemesi için kullanılır (0.001 ila 0.008 mikrondan büyük molekülleri geçirmez).

Çevresel hususlar
Sistemlerin basınçlandırılmasında enerji kullanılır.

2.7.13 Ters ozmoz

Ters ozmoz, yüksek basınçta yarı geçirgen bir zardan iyonların etkili bir şekilde filtrelenmesi ve daha sonraki atılma işlemi için metal safsızlıkların derişiminin artırılmasına yönelik alternatif bir yaklaşım sağlar. Bu yaklaşım büyük yatırım gerektirebilir ve organikler ile birlikte katı maddeler, arıtma işleminden önce atılmalıdır. [3, CETS, 2002].

Çevresel hususlar
Teknik, yüksek enerji ihtiyacı olan yüksek basınçta çalışır.

2.7.14 Yayılma diyalizi

Yayılma diyalizi, asit anyonlarını ve protonları atık asit çözeltilerinden deiyonize su akışlarına (atık su arıtma tesisinde arıtma için) aktarmak için tipik olarak anyonik bir değişim membranı kullanan bir membran ayırma işlemidir ve asit geri kazanılır.

2.7.15 Membran elektrolizi

Membran elektrolizi, bir elektroliz hücresindeki elektrolit çözeltilerini ayırmak için bir veya daha fazla iyon seçici membran kullanır. Membranlar, iyon geçirgen ve seçicidir. Katyon membranlar Cu ve Al gibi katyonları geçirir, ancak anyonları geçirmez. Anyon membranlar ise sülfatlar ve klorürler gibi anyonları geçirir, ancak katyonları geçirmez.

Çevresel hususlar
Elektrolitik tepkimeler, çözeltilere bağlı olarak tehlikeli gazlar oluşturabilir.

2.7.16 Elektrodiyaliz

Anyon ve katyon geçirgen membranlar içeren hücrelere uygulanan elektrik alanı ile çözeltilerden anyonlar ve katyonlar uzaklaştırılır.

2.8 Tambur işlemi

Tamburların kullanımı yukarıdaki bölümler 0 ve 2.2'de açıklanmıştır.

İşlem genel askılamanın Bölüm 2.4 ve 2.6'de tanımlandığı gibi gerçekleştirilir. Aşağıdaki bölümler, normal olarak tambur uygulamalarıyla ilişkili faaliyetlere atıfta bulunmaktadır.

2.8.1 İş parçası hazırlığı

Tambur uygulaması için santrifüjleme ile çapak alma ve yuvarlamanın (Deburring and tumbling) yanı sıra, iş parçalarının yağdan arındırılması, Bölüm 2.3'te açıklanmıştır.

2.8.2 Temel faaliyetler

Temel uygulamalar, tambur kullanımının imkânsız olduğu kromlama ve Anotlama hariç, askı veya raflar için aynıdır. İş parçaları, düz yüzeylerin uygulanması sırasında yapışmasını önlemek için küçük olmalı ve düz yüzey içermemelidir. Bu durum, düzensiz yüzey işleminden ötürü işaretlenmeye veya bazı durumlarda yanmaya neden olabilir [121, France, 2003].

2.8.3 Tambur uygulaması yapılan parçaların kurutulması

Tambur uygulama tesisleri bileşen tipine bağlı olarak santrifüj kurutma veya sıcak hava kurutmayı kullanır. Santrifüj kurutucu etkili ve enerji verimlidir.

2.9 Sürekli bobin – büyük ölçekli çelik

[73, BSTSA, 86, EIPPCB,]. Büyük çelik ruloların kaplanması geleneksel olarak bobin üretimi ile ilişkilidir. Bobinler 32 tona kadar çıkabilir ve 2080 mm genişliğe kadar olabilir [119, Eurofer, 2003].

Soğuk haddelenmiş parlatılmış çelik (asitlenmiş, soğuk haddelenmiş, tavlanmış ve temperlenmiş), birçok endüstriyel uygulamada kullanılmasını uygun kılan mekanik özelliklere sahip bir malzemedir. Ne yazık ki, düşük korozyon direnci en büyük dezavantajıdır. Sarılı çelik alttaşın korozyon direncini iyileştirmek için yüzey işlemlerinin kullanımı bu raporda açıklanmıştır.

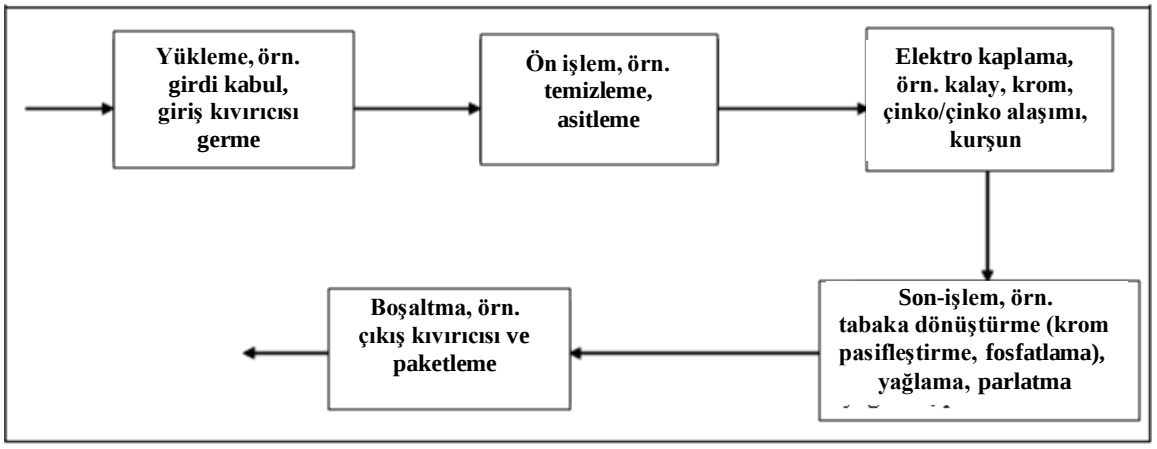
Elektro kaplama, büyük ölçekli çelik rulo üretimi için önemli bir yüzey işlemidir. Diğer yüzey işleme seçenekleri, baskı ve boyama [90, EIPPCB,] 'de tartışılmıştır.

Elektrolitik kaplama işlemi, benzer çözelti kimyası kullanan askı ve tambur uygulamaları ile esas olarak aynıdır. Ayrıca, temizleme ve asitleme gibi ön uygulamalar da benzer şekilde yapılır ve bunu, kromatlama ve fosfatlama gibi tabaka dönüştürme teknikleri de dahil olmak üzere uygulama sonrası teknikler izler. Çelik bobin için spesifik uygulamalar aşağıda açıklanmıştır.

Büyük ölçekli çelik bobin için iki temel fark vardır:

- bobinlerin büyüklüğü ve doğası ve bunları işlemek ve taşımak için kullanılan araçlar. Bunlar aşağıdakileri gerektirir:
  - bobin taşıma araçları
  - yükleme ve boşaltma sistemleri (giriş ve çıkış döngüleri)
  - bobini doğru gerginlikte ve düz halde tutmak için sistem (bobin bozulmalarını önlemek ve anotlarla teması önlemek için)
  - kenarın boyutunun ayarlanması.
- sadece küçük kalınlık ve sınırlı genişlik değişimi ile alttaşın sürekli doğası. Bu, askı ve tambur sistemleri (sürekli değişen parça şekilleri olan) için kullanılamayan bazı tekniklerin kullanılmasına izin verir, örneğin:
  - işlem çözeltisinin sürüklenmesini (sızmasını) azaltmaya yardımcı olacak yağ alma ve sıkma merdaneleri gibi fırçalar.
  - şeritlerin sürekli doğası ve tesisin yerleşim türü, diğer taşıma sistemlerinde seyrek kullanılan duş durulama ve elektrostatik yağlama gibi diğer tekniklerin yaygın kullanımında kendini göstermektedir.

Tipik bir işlem taslağı Şekil 2.11'de açıklanmıştır. Özel bir işlem hattının detayları aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.



Şekil 2.11: Tipik bobin kaplama işleminin ana hatları

2.9.1 Giriş araçları

Bobinlerin hatta alınması, açılması ve bobin ucunun bir sonraki bobinin başlangıcına kaynaklanması işlem sürekliliğini olanaklı kılar. Giriş araçları aşağıdakileri içerir:

- kaplamasız çelik bobinlerin açıcıya aktarılması arasında bir transfer zinciri, fork-lift veya bir hava yastıklı araçla taşıma
- şeridin açılması (açıcı, manyetik şerit ve basınç silindirleri dahil)
- giriş kıvırıcısı, kaynaklama sırasında şerit ucu giriş bölümünde hareketsiz olduğunda bile işleme bölümünde şeridin sabit bir hızla hareket etmesini sağlar. Kıvırıcı, bir dizi dikey veya yatay döngüden geçirerek bobini toplar. Bu döngüler daha sonra bobin ucunun yeni bir bobine kaynaklanması için durdurulduğunda kullanılır.
- bobin kuyruklarının kesilmesi ve hurda toplama
- bobin ucuna sonraki bobinin başlangıcı ile dikiş kaynağı
- sürekli şerit kalınlığı ölçümü
- gerdirme düzeneği: anotlar arasında veya kenar düzeltme bıçakları arasında ilerlerken olduğu gibi düzgünlüğün gerekli olduğu herhangi bir noktadan önce veya giriş bölümünde kullanılır. Bu düzlük, çekiş ve esneme ile sürekli olarak düzeltilir.

Çevresel hususlar

Doğru ayarların yapılması ve yatakların serbest çalışmasının sağlanması güç tüketimini destekleyebilir.

2.9.2 Durulama ve dışarı sürüklenme

Bu aktiviteler Bölüm 2.4'te açıklanmıştır. Bobin işlemleri için spesifik kontrol teknikleri, tek tek işlemler için açıklanmıştır.

2.9.3 Ön Arıtma

2.9.3.1 Yağ temizleme ve temizlik

Sarmal siyah (işlenmemiş) plaka genellikle yağ kalıntıları (yağ ve gres) ve haddeleme işleminden geriye kalan değirmen kirleri (şekilsiz karbon veya aşınmış demir parçacıkları) ile kirletilir. Çelik şerit yüzeyin, kaplamalarının kuvvetli yapışmasını sağlamak ve tüm yüzeye uygulama yapılmasını sağlamak için bu maddelerden arınmış olması önemlidir.

Sulu sistemler artık standarttır ve solvent yağ giderme artık kullanılmamaktadır.

Temizleme genellikle ıslatma ve elektrolitik uygulama bileşimidir, bkz. Bölüm 2.3. Temizleme çözeltileri genellikle sodyum hidroksit, fosfat veya polifosfatlar ve ıslatma ve kompleks oluşturucu madde bazlıdır.

Elektrolitik temizlik.
Yağ giderme işleminden sonra yüzey çukurlarında yağ, amorf karbon veya aşınmış demir parçacıkları gibi safsızlıklar bulunabilir. Bu safsızlıkların atılması, kaplamanın güçlü bir şekilde yapışmasını sağlamak için önemlidir ve elektrolitik temizlikle gerçekleştirilebilir.

Açılmış şerit şöyle kutuplanır, ya:

- doğrudan - şeridin bir iletken silindir üzerinden geçerek iki çift düzgün çelik elektrot arasında hareket ettiği yerlerde. Akım, iletken rulodan şerit ve elektrolit aracılığıyla elektrotlara geçer veya
- dolaylı olarak - iki ters kutuplu elektrodları oluşturan iki çift düzgün çelik levha arasından çelik şeridin geçtiği ızgara elektrotları ile. Akım, bir çift elektrottan elektrolit ve şerit aracılığıyla diğer elektrot çiftine geçer.

Alkalin çözeltinin elektrolizi, katotta H_2 ve anotta O_2 gazı açığa çıkarır. Elektrotların kutupları, polarizasyonu önlemek için her bobinden sonra veya belirli bir süre sonra ters çevrilir.

Çevresel hususlar
Bölüm 2.3.4'e ve bireysel süreçlere bakınız.

Faaliyetlerden toplanan yağlı atıklar, genellikle saha dışında işlem görür.

2.9.3.2 Asitleme (Asitle temizleme)

Şerit, temizleyici durulamadan ayrılırken yüzey yağından ve kirden arındırılmış olsa da, çeşitli çelik işleme aşamalarında oluşan oksitler temizlenmez. Asitleme (asitle temizleme) amacı, bu oksitleri çıkarmak ve kaplama bölümüne mümkün olduğu kadar temiz bir çelik yüzey sunmak için şeridi hafifçe soymaktır. Şerit asitleme, daldırma, püskürtme veya daha yaygın olarak elektro-temizleme ile aynı elektriksel düzenlemeler kullanılan elektrolizle, yani temas silindirleri veya ızgaralarla gerçekleştirilebilir. Ayrıca bkz. Bölüm 2.3 ve [86, EIPPCB,].

Kurşun anotlar, sülfürik asit elektrolitinin 50 g/l (maksimum) derişiminden dolayı kullanılır.

Nötr elektrolit (Na_2SO_4) içinde elektrolitik asitleme (bipolar eylem) işlemi de çelik bobinlerin temizlenmesinde kullanılabilir [113, Austria, 2003].

Çevresel hususlar

Bölüm 2.3.6'ya bakınız.

2.9.4 Kaplama faaliyetleri – elektro kaplama

Özel özellikleri nedeniyle çelik şerit elektro kaplama için yaygın olarak kullanılan malzemeler şunlardır: kalay, krom, çinko, bakır, kurşun ve bunların bazı alaşımları. Elektrolitik tepkimeler 2. Bölümün başında açıklanmıştır.

Sürekli çelik bobin için elektrolitik hücreler
Temizlenmiş ve asitlenmiş şerit elektrolitik hücrelerden geçirilir. Elektrolitik hücreler, bir elektrolitik hattın kalbidir. Diğer hat bileşenlerinin ve tedarik bölümlerinin seçimi, tasarımı ve boyutlandırılması, elektrolitik hücrenin ve bileşenlerinin seçimine bağlıdır.

Sürekli bobin elektrolitik hücresinin ana bileşenleri şunlardır:

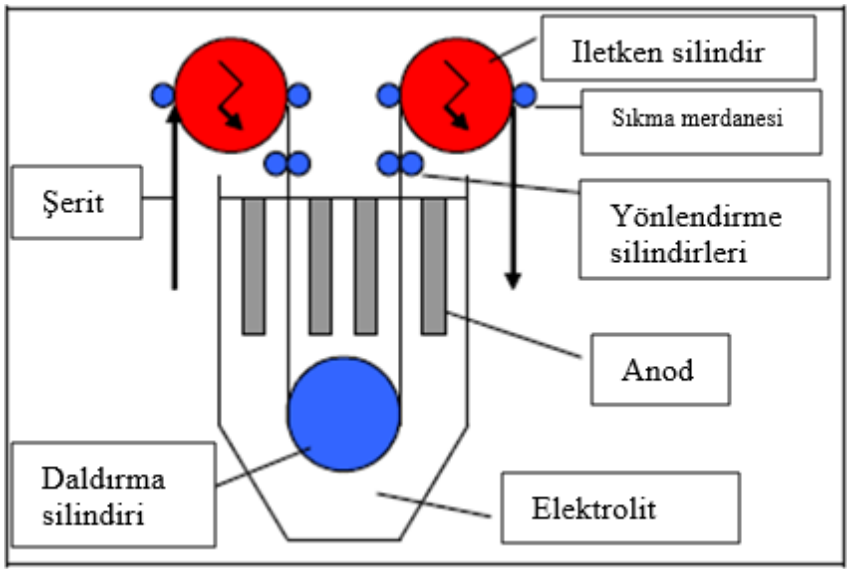
- iletken silindir: bu, çelik şeride negatif elektrik yükü verir. Voltaj, bir doğrultucu vasıtasıyla akıma dönüştürülür. Doğrultucunun negatif kutbu, iletken rulonun karbon fırçalarına bağlanır.
- pres silindiri: iletken rulo ve çelik şerit arasında iyi temas ve yüksek elektrik iletkenliği sağlar
- anot: pozitif iyonları çelik şeride (katot) doğru iter. Doğrultucunun pozitif kutbu anota bağlıdır
- daldırma silindiri: çelik şeridi 180° döndürür.
- sıkıştırma merdanesi veya sıkma merdaneleri: bir sonraki hücreye sürüklenmeyi en aza indirir.
- kenar maskeleri: çinko kenarının (yük yoğunluğunun en yüksek olduğu şerit kenarında çinko birikmesi) çok büyüyüp atılmasını önler
- iletken silindir temizleme cihazı: çelik şerit üzerindeki yüzey bozukluklarını önlemek için iletken rulonun yüzeyini temizler.

Bir elektrolitik hücrenin seçimi, üreticinin ulaşmak istediği tabaka kalınlığı ve kurmayı planladığı kapasiteyi, sağlamayı amaçladığı endüstri uygulamalarına bağlıdır. Elektrolitik hücre tipi dört ana değişkenin işlevlerine bağlıdır:

- hücre geometrisi
- akım yoğunluğu
- elektrolitik çözelti tipi
- anot tipi.

Hücre geometrisi
Üç ana hücre geometrisi türü:

Dikey hücre
Bir hücrede şeridin iki yüzü de, aynı anda kaplanabilir. Hücreye girişte, şerit yukarıdan aşağıya doğru, iletken silindirden başlayıp bir çift yönlendirme silindirleri arasından ve birinci anot çiftinden aşağıya daldırma silindirine doğru ilerler. Şerit buradan çıkış tarafına, ikinci elektrot çifti arasından yukarı ve sıkma merdanelerine ve bir sonraki iletken silindirine doğru ilerler.



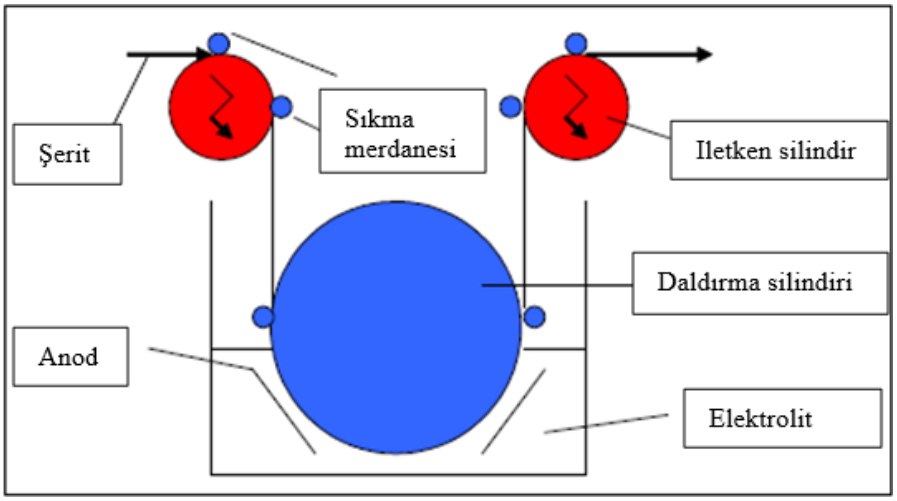
Şekil 2.12: Dikey hücre

Geleneksel hücreler, elektrolit ile doldurulur ve daldırma silindiri ve iki çift anot, elektrolit banyosuna daldırılır. Gravite hücresinde, elektrolit, çözünmeyen anot ve şerit arasındaki dar aralıkta bulunan hazneye girerek sadece az miktarda elektrolit şerit ile temas eder. Bu durumda ne anotlar ne de daldırma silindiri elektrolit içerisine daldırılmamıştır.

Radyal hücre

Tek hücrede bir kerede şeridin sadece bir tarafı kaplanabilir. Hücreye girişte, şerit yukarıdan aşağıya doğru, iletken silindirden başlayıp bir çift sıkma merdanesi arasından aşağıya daldırma silindirine doğru ilerler. Şerit buradan çıkış tarafına, sıkma merdaneleri arasından yukarı ve bir sonraki iletken silindire doğru ilerler. Daldırma silindirinin sadece alt kısmı elektrolit banyosuna daldırılır.

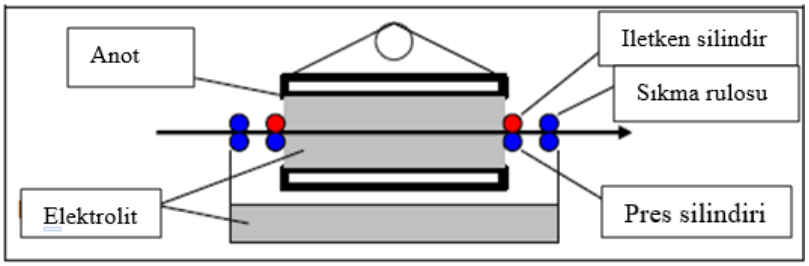
Farklı olarak, dönüşlü hücrede, üst silindirler yönlendirme silindirleri olarak çalışırken, metal sargılı daldırma silindiri, yönlendirme silindiri ve iletken silindirinin fonksiyonlarını birleştirir.



Şekil 2.13:Radyal hücre

Yatay hücre

Şeridin her iki yüzü aynı anda bir hücre içinde kaplanabilir. Şerit hücre boyunca yatay ilerler. Hücre girişinde, şerit iletken silindirden ayrılır ve bir çift sıkma merdanesi arasından geçerek anot çifti arasından çıkış tarafına, burada diğer bir çift sıkma merdanesi arasından bir sonraki iletken silindire geçer. Elektrolit sürekli olarak anot çifti arasına verilir, böylece herhangi bir zamanda şeritle temas halinde sadece az miktarda elektrolit bulunur.



Şekil 2.14: Yatay hücre

Akım yoğunluğu
Normalde düşük akım yoğunluğunda çalışan tesisler, normal olarak yüksek akım yoğunluğunda çalışanlardan ayırt edilebilir. Akım yoğunluğu, ana endüstriyel uygulamaya, gerekli olan normal metal kalınlığına ve normal çelik alttaş kalınlığına bağlı olacaktır. Tablo 2.1 çinko ve çinko alaşımlı bobin kaplama uygulamaları için kalınlıkları göstermektedir. Yüksek bir akım yoğunluğu, çelik alttaş üzerine daha kalın bir metal tabakanın, daha kısa bir anot uzunluğu ile kaplanmasını olanaklı kılar.

Tablo 2.1: Endüstriyel uygulama sonucu elde edilen çinko ve çinko alaşımının tabaka kalınlığı.

Akım yoğunluğu (A/dm^2)	Başlıca Endüstriyel Uygulamalar	Çinko tabakası kalınlığı (Lm)	Minimum Çelik kalınlığı (mm)	Göreli Elektrolit Hızı (m/sec)
60 to 120	Araçlar	5 to 12	0.5	1.0 to 4.0
30 to 90	Beyaz eşyalar	2.5 to 3.5	0.3	<1.0
30 to 90	Diğerleri	2.5 to 3.5	0.3	<1.0

Yüksek akım yoğunluklu hücreler, yüksek göreli elektrolit hızını (elektrolit hızına karşı şerit hızı) gerçekleştirmek için elektrolit püskürtme cihazları gibi sistemlerle donatılmıştır. Bu sistemler akımı taşımak için çelik şerit yüzeyindeki polarizasyon katmanına yeterli miktarda metal iyonları sağlar.

Elektrolit banyo
Bunlar her işlem için ayrı ayrı açıklanmıştır, bkz. Bölüm 2.9.8, 2.9.9 ve 2.9.10.

Anot tipi ve boşluk
Anotların iki çeşidi mevcuttur: çözünebilir anotlar ve çözünmez anotlar, Bölüm 2, Elektrolitik hücreler ve tepkimeler girişine bakınız.

Anot ve çelik şerit arasındaki boşluk, hücre geometrisinin ve maksimum çelik şerit genişliğinin bir fonksiyonu olarak farklılık gösterir.

Tablo 2.2: Farklı elektrolitik hücre tipleri için anot ve çelik şerit arasındaki boşluklar

Elektrolitik hücre	En küçük aralık (mm)
Dikey	16 to 26
Dikey gravitel	7 to 14.5
Radyal	7 to 15
Yatay	10 to 20

2.9.5 Kaplama faaliyetleri - yağlama

Islatıcı bir yağ filmi, püskürtme, sıkma merdaneleri veya elektrostatik bir yağlayıcı ile yüzeye uygulanır. Bu, beyaz pas (çinko kaplama üzerindeki oksit tabakaları) korozyonuna karşı korumayı geliştirmek için kaplama sağlar. Aynı zamanda, sonraki aşındırma hasarını en aza indirmek, sıralamayı kolaylaştırmak ve sonraki kaplama ve baskı işlemlerine yardımcı olmak için bir yağlayıcı film olarak da görev yapar.

2.9.6 Katman dönüştürme etkinlikleri

Depolama ve taşıma sırasında, hava girişinin yetersiz olduğu yerlerde su yoğunlaşmasının neden olduğu beyaz pas (çinko korozyon) gibi yüzey hasar ve kusurlarının önlenmesi için, kaplanan tabaka sırasıyla fosfatlanabilir (bkz. Bölüm 2.5.16), kromat işlemi (bkz. Bölüm 2.5.17) ile pasifleştirilebilir ve/veya rolo yapılmadan önce yağlanabilir (bkz. Bölüm 2.9.5). Bu tabakalar ayrıca, bu ve boyama ile derin çekme gibi sonraki süreçlerde işleme özelliklerini önemli ölçüde geliştirir.

2.9.7 Uygulama sonrası işlemler

2.9.7.1 Kurutma

Şerit, sıcak hava kurutma cihazları vasıtasıyla kurutulur. Sıcak hava sıcaklığı işlem aşamasına bağlıdır. Kurutucu cihaz genellikle son işlem sürecinin sonunda yer alır; Fosfat ve kromat kısımları için aynı tip cihaz kullanılır. Bölüm 2.6.2'ye bakınız.

Çevresel hususlar
Kurutucu tipine ve tesisat tipine göre enerji verimliliği.

2.9.7.2 Boşaltma - çıkış kıvırıcısı

Çıkış kıvırıcısı, tamamlanmış bir bobinin kesilmesi sırasında şerit ucunun çıkış bölümünde durmasını sağlar. Şeridin işlem bölümünde sabit bir hızla hareket etmeye devam etmesi için yeterli kıvrım depolar. Yapısı ve çalışması, ters yönde çalışan bobinli giriş kıvırıcısıyla aynıdır.

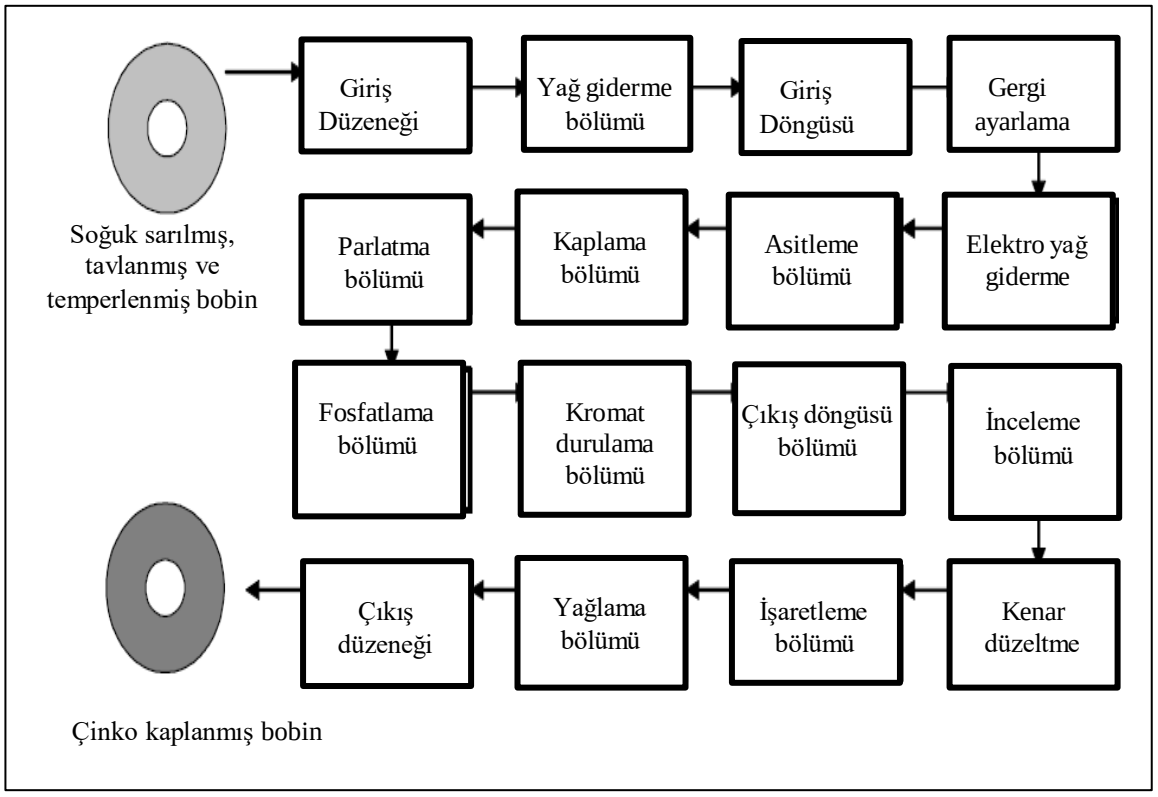
Çevresel hususlar
Doğru ayarların yapılması ve yatakların serbest çalışmasının sağlanmasıyla en aza indirilecek güç tüketimi.

2.9.8 Sürekli elektrolitik çinko veya çinko nikel kaplama uygulamaları

Bu, bir çelik şerit alttaş yüzeyi üzerine ince bir saf veya alaşımlı çinko tabakasının elektrolitik biriktirilmesidir.

Sürekli elektrolitik çinko kaplama hattında, soğuk haddelenmiş, tavlanmış ve temperlenmiş çelik şerit, önce yağ giderme ve asitleme ön işlemlerinden, daha sonra ise çinko elektrolit içeren bir dizi elektrolitik hücre içinden geçirilir. Daha sonra ya kromatlama ya fosfatlama gibi tabaka dönüştürme ya da bir yağlama aşaması gibi bir veya daha fazla son-işlemlerden geçirilir.

Kaplama hatları düzeni tasarıma göre değişebilir. Örnek olarak, Şekil 2.15 sürekli elektrolitik çinko kaplama hattının tipik bir düzenini göstermektedir.



Şekil 2.15: Elektrolitik çinko kaplama hattı düzeneğinin şeması

2.9.8.1 Giriş düzenekleri

Bakınız Bölüm 2.9.1.

2.9.8.2 Yağ giderme

Çelik şerit yüzeyinin yağdan arındırılması hem kimyasal etki (alkalin madde) hem de mekanik etki (püskürtücü ve fırçalar) ile sağlanır.

Temizleme işlemi aşağıdaki adımları içerir:

- batırma veya püskürtme yoluyla alkali yağ alma. Bu fırçalama ile birleştirilebilir
- ara durulama tankları arasında Su ile durulama ve fırçalama
- kurutma.

Yağ giderme ve durulama bölümleri yatay veya dikey teknelerde olabilir.

Alkali yağ giderme

Yağlı bobinlerin işlenmesi için tipik bir yatay püskürtme yağ giderme kısmı üç ardışık aşamadan oluşur:

- 1.aşama: püskürtme nozulları ve fırçalar
- 2. aşama: püskürtme nozulları
- 3. aşama: püskürtme nozulları ve fırçalar.

Kademeli yağ giderme, sadece az miktarda yağ giderme çözeltisi kullanarak yüksek bir temizleme oranına ulaşma avantajına sahiptir. Yağ giderme işlemi çelik şerit hareketine karşı- yönde gerçekleştirilir, bu da temiz yağ giderme çözeltisinin, sadece hafifçe kirlendiği üçüncü (son) aşamada kullanıldığı anlamına gelir. Bu son aşamada kullanılan yağ giderme maddesi ikinci (daha kirli) aşamada ve daha sonra ilk (en fazla kirlenmiş) yağ giderme aşamasında temizlik için kullanılır. Her iki kademenin arasındaki yağ giderme maddesi, sıkıştırma silindirleri vasıtasıyla kontrol edilir.

Bölüm 2.9.3.1 tipik kimyasal yağ giderme sistemlerini açıklamaktadır. Çelik bobin kaplamada, yağ giderici madde, esas olarak sodyum hidroksitler, orto fosfatlar ve 5 ila 40 g/l'lik derişimli yüzey aktif madde bileşiklerini içeren fosfatlı alkali (silis olmayan bir çözelti) bir madde olup 60 ve 85 °C arasında bir sıcaklık ve yaklaşık 13'lük bir pH'a sahiptir. Yağ giderme çözeltisi, ilk olarak elektrolitik yağ giderme bölümünde kullanılabilir ve harcanmış kimyasal yağ gidericinin yerini almak üzere kimyasal yağ giderme aşamasına getirilebilir.

Çevresel hususlar

Kademeli yağ giderme kullanımı kullanılan hammadde ve su miktarını en aza indirir.

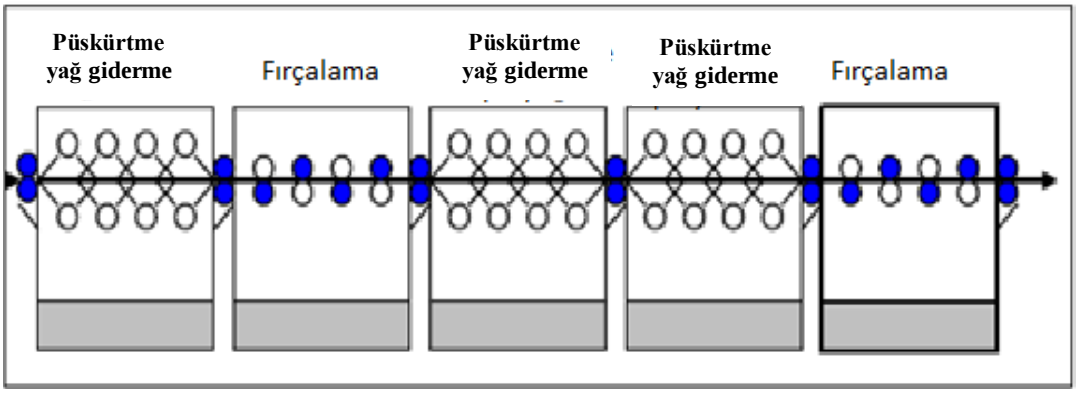
Temizleme çözeltisi maksimum yağ içeriğine ulaştığında santrifüjle yenilenebilir.

Çözelti ilk önce elektrolitik yağ giderme bölümünde kullanılabilir.

Yağ giderme ve fırçalamada oluşan dumanlar normal olarak toplanır, temizlenir ve salınmadan önce işlenir.

Tüketilen yağ giderme maddesi, tahliye edilmeden önce atık su arıtımına gönderilir.

Yağlı atıklar saha dışında işlem görür.



Şekil 2.16: Püskürtme, yağ giderme ve fırçalama

Durulama
Bölüm 2.4'e bakınız. Alkali yağ giderici, üç aşamada kademeli durulama ile tamamen uzaklaştırılır. Kademeli yıkama, sadece az miktarda durulama suyu kullanarak yüksek bir temizleme oranına ulaşma avantajına sahiptir. Durulama, çelik şeridin hareketine karşı-yönde gerçekleştirilir: temiz su, sonuç olarak sırayla kirleneceğinden üçüncü aşamada kullanılır. Bu az kirli su daha sonra ikinci aşamada ve daha sonra bir önceki durulama aşamasında temizleme için kullanılır. İki aşama arasındaki su taşmaları, sıkma silindirleri vasıtasıyla kontrol edilir. Durulama teçhizatı aşağıdaki adımları içerir:

- 1.aşama püskürtme duşları ve fırçalar
- 2. aşama: püskürtme duşları
- 3. aşama: püskürtme duşları.

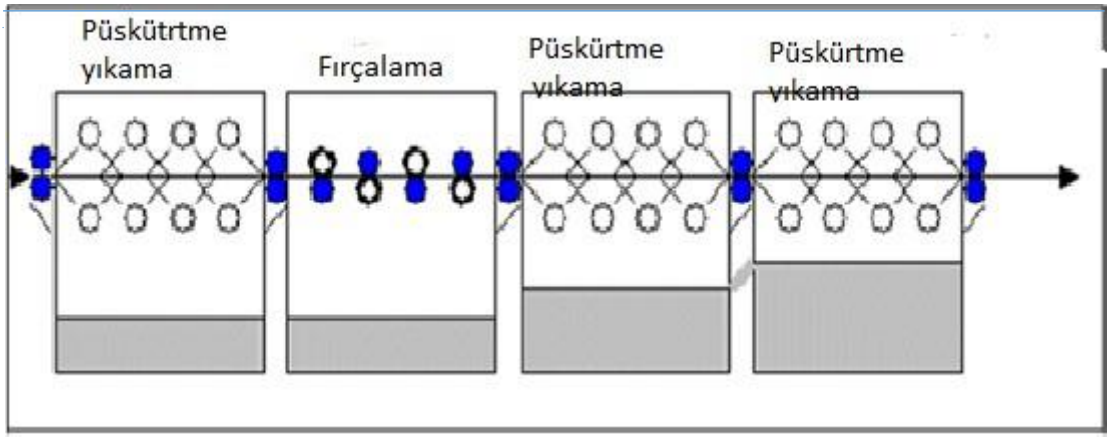
İlk aşamadaki işlem çözeltisi, 70 ila 85 °C'lik bir sıcaklıkta minerali alınmış sudur.

Sudaki yağ içeriğinin belirlenmesinde, en az su kullanımı ile gerekli temizlik standardını veren kalite kontrol teknikleri kullanılmaktadır. İşlem sırasında, sudaki yağ içeriği izin verilen maksimum derişime ulaştığında, su atılmadan önce atık su arıtımına gönderilir.

Çevresel hususlar
Karşı akım durulama işlemi, işlem verimliliğini optimize eder ve ısıtılmış mineralsiz (minerallerden arındırılmış) suyun kullanımını en aza indirir.

Kullanılmış su, atılmadan önce yağı uzaklaştırmak için arıtma işlemine tabi tutulur.

Durulama ve fırçalamada oluşan su buharı ve/veya dumanları toplanır ve durulama tanklarına gönderilir.



Şekil 2.17: Püskürtme yıkama

2.9.8.3 Kurutma

Yağdan arındırılmış şerit, bir sıcak hava kurutma cihazı vasıtasıyla kurutulur. Sıcak hava sıcaklığı 100 ila 120 °C arasındadır.

Çevresel hususlar
Enerji verimliliği.

2.9.8.4 Giriş kıvırıcısı ve gerilim düzenleyici

Bölüm 2.9.1'e bakınız.

2.9.8.5 Elektrolitik yağ giderme

Çelik şerit yüzeyinin son yağ giderimi, kimyasal (alkali madde) ve mekanik (şerit yüzeyinde püskürtmeler ve elektrolizle üretilen duşH_2 ve O_2 gazları kabarcıkları) işlemler ile gerçekleştirilir, bkz. Bölüm 2.3.8.

Elektrolitik yağ giderme bölümü, hücrelerde yapılan aşağıdaki adımları içerir:

- elektrolitik sistemle alkali yağ giderme
- su ile durulama, muhtemelen fırçalama ile birleşik.

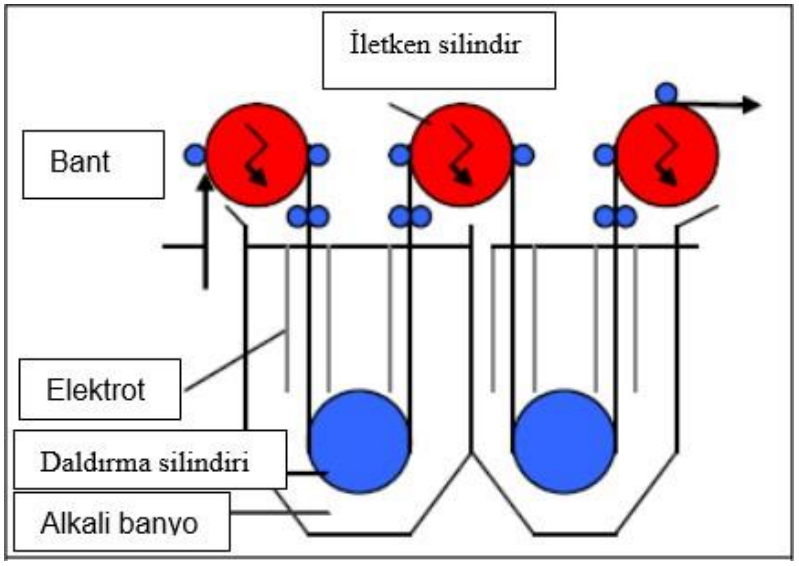
Yağ giderme ve durulama bölümleri yatay veya dikey teknelerde olabilir.

Elektrolitik yağ giderme işlemi katotta H_2 gazı, anotta O_2 gazı açığa çıkaran alkali çözelti elektroliziyle gerçekleştirilir. Elektrotların kutupları, kutuplaşmayı önlemek için her bir bobinden sonra veya belirli bir süre sonra ters çevrilir. Bir sonraki aşamaya sürüklenen çözelti, sıkma merdaneleri vasıtasıyla kontrol edilir.

Yağ giderme çözeltisi genellikle yağ giderme bölümünde kullanılan çözelti ile aynıdır. Çözelti belirli bir yağ seviyesine ulaştığında yağ giderme bölümünde tekrar kullanılır (kademeli kullanımı). Çözeltinin çalışma sıcaklığı 60 ila 85 °C arasındadır.

Çevresel hususlar
Çözeltinin daha kirli yağ giderme bölümünde tekrar-kullanımı mümkündür.

Elektrolitik yağ giderme hücrelerinde üretilen alkali dumanlar genellikle sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak ve teçhizat ile alttaşların korozyonunu önlemek için serbest bırakılmadan önce toplanır, fırçalanır ve arıtılır.



Şekil 2.18: Elektrolitik yağ giderme

Durulama
İki kademeli olan kademeli durulama, alkali çözeltiyi tamamen ortadan kaldırır. Kademeli yıkama, sadece az miktarda durulama suyu kullanarak yüksek bir temizleme oranına ulaşma avantajına sahiptir. Durulama, karşı akış yönünde gerçekleştirilir (yani su, bobine ters yönde akar). Bu, temiz suyun giderek kirleneceğinden ötürü sonuç olarak üçüncü aşamada sisteme verilmesi demektir. Bu hafif kirli su, ikinci aşamada ve daha sonra bir önceki durulama aşamasında temizlik için kullanılır. İki aşama arasındaki su sürüklenmesi, sıkma merdaneleri vasıtasıyla kontrol edilir. Durulama teçhizatı aşağıdaki adımları içerir:

1. aşama: püskürtme duşları ve fırçalar
2. aşama: püskürtme duşları.

İlk aşamada 70 ila 85 °C arasında bir sıcaklıkta olan mineralsiz su kullanılır.

Çevresel hususlar
Isıtılmış mineralsiz suyun kullanımını en aza indirmek için karşı akım durulama kullanımı.

Durulama ve fırçalamada oluşan su buharı ve alkali dumanları genellikle durulama tanklarına verilir ve toplanır.

Su, izin verilen maksimum yağ içeriğine ulaştığında işlem kalitesine uygun olarak, atılmadan önce atık su arıtımına gönderilir.

2.9.8.6 Asitleme

Asitleme, çelik işlemenin çeşitli aşamaları sırasında oluşan oksitleri çıkarır ve kaplama bölümü için reaktif bir çelik yüzeyi hazırlar. Daha fazla bilgi için, bkz. [86, EIPPCB,].

Bobin asitleme, elektrolizle veya elektroliz olmadan püskürtme veya daldırma ile gerçekleştirilebilir. Tipik asitleme bölümleri aşağıdaki adımları içerir:

• 1. aşama: asitleme
• 2. aşama: durulama.

Püskürtme asitleme
İki tip asitleme çözeltisi kullanılabilir:

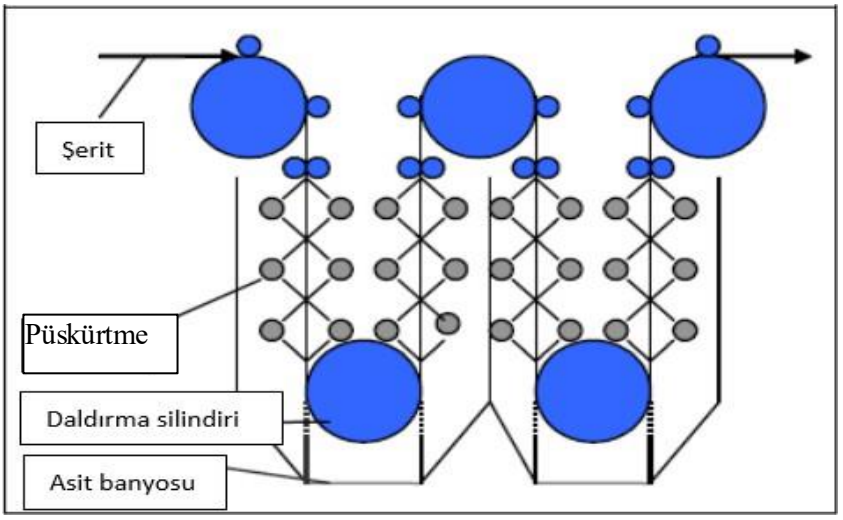
- 25 ila 60 °C sıcaklık aralığında 10 ila 60 g/l aralığında bir derişimli sülfürik asit.
- 20 ila 40 °C sıcaklık aralığında 100 ila 150 g/l aralığında bir derişimli hidroklorik asit.

Hem sıcaklık hem de asit derişimi, mevcut asitleme süresine bağlıdır (bu, maksimum şerit hızının ve temas uzunluğunun bir fonksiyonudur).

Çevresel hususlar
Asitlemede oluşan dumanlar genellikle toplanır ve bırakılmadan önce ovalanıp-yıkanır. Bazı hatlarda, yıkayıcının kirlenmiş suyu, bir buharlaştırıcıda elektro kaplama hücrelerinden gelen dumanlarla birlikte arıtılır ve hem yoğuşan hem de buharlaştırılmış su, işleme geri döndürülür.

Kullanılmış asit yıkama çözeltisi, salınımdan önce atık su arıtımına gönderilir.

Püskürtme durulama
Yağ gideriminde kullanılan sistemin aynısı kullanılır (bkz. Bölüm 2.9.8.5).



Şekil 2.19: Asitleme bölümü

2.9.8.7 Eloktro kaplama

Bu bölümde, saf çinko ya da çinko alaşımının ince tabakaları, bir çelik şerit alttaş yüzeyi üzerine elektrolitik olarak biriktirilir. Tipik bir kaplama bölümü aşağıdaki adımları içerir:

- 1. aşama: birçok elektrolitik hücre boyunca kaplama
- 2. aşama: durulama.

Bölüm 2.9.4 süreci tartışır ve elektrolitik hücre türlerini açıklar. Çeşitli çinko ve çinko alaşımı kalınlıkları için akım yoğunluğu ve kullanılan sanayiler Tablo 2.1.'de belirtilmiştir.

Elektrolit banyo türleri
Sürekli elektrolitik çinko kaplama hatlarındaki elektrolit banyoları yoğun olarak asit bazlıdır. Alkalin bazlı elektrolitler artık yaygın kullanımda değildir. Elektrolitler sülfat bazlı veya klor bazlı olabilir. Sülfat bazlı banyo, çözünür ve çözünmez anot işlemlerinde kullanılır. Klorür bazlı banyo, çözünmez anotlarla klor gazı üretildiği için sadece çözünebilir anotlarla kullanılır. Her iki banyoya da elektrolit banyosunun (örneğin sodyum sülfat, alüminyum sülfat, sodyum klorür) iletkenliğini arttırmak için iyonik ilaveler yapılır. Tampon ilaveleri pH'ı düzenlemek etmek için yapılır (örneğin CH_3COONa).

Tipik sülfürik bazlı elektrolitik banyo bileşimleri şunlardır:

- çinko 70 – 120 g/l
- serbest H_2SO_4 3 - 25 g/l
- Na_2SO_4 0 - 100 g/l
- pH 1.0 - 3.0 pH birimleri.

Anot türleri
Bunlar genellikle Bölüm 2'nin başında açıklanmaktadır. Bu işlem için:

- çözünebilir anotlar: çinko anotlar bir destek rayına sabitlenir ve bunlar işlem sırasında tüketildiklerinden, giriş tarafındaki raydan çıkış tarafındaki raya doğru yer değiştirirler.
- çözünmez anotlar: anot plakası için iki malzeme kullanılır: ince bir tantal oksit veya iridyum oksit tabakası ile kaplanmış titanyum alttaş plaka ve Sn ile veya Ag ve In ile alaşımlı kurşun plaka.

Durulama adımı
Bobin daha sonra elektroliti şerit yüzeyinden tamamen arındırmak için durulanır. Aynı zamanda, şeridin sadece bir tarafının kaplandığı bazı durumlarda, durulama, kaplanmamış taraftaki çinko kalıntılarını soymak için kullanılabilir. Durulama, daldırma ya da kademeli püskürtmeyle mevcut yüzeye bağlı olarak yatay ya da dikey teknelerde gerçekleştirilebilir. Yağ giderme bölümünde tanımlanan kademe ilkelerinin aynısı burada da uygulanır, bkz. Bölüm 2.9.3.1.

Mineralsiz veya taze su, 20 - 50 °C arasında bir sıcaklık ve pH 0.3 – 3 aralığında bir pH'ta kullanılır (diğer denetim parametreleri arasında).

Su, kalite kontrolü ile belirlenen maksimum izin verilen kirletici (elektrolit) içeriğine ulaştığında, atılmadan önce atık su arıtımı için gönderilir. Bazı hatlarda, kirlenmiş su bir buharlaştırıcıda arıtılır. Buharlaştırılmış su, durulama için tekrar kullanılabilir ve artık ise elektrolit içinde tekrar kullanılır.

Çevresel hususlar
Karşı akışlı kademeli durulama, durulama verimini en üst düzeye çıkarabilir ve sıcak mineralsiz suyun kullanımını en aza indirebilir.

Buharlaştırıcıda damıtılan su çıktısının tekrar kullanılması

2.9.8.8 Şerit parlatıcı

Şerit parlatıcı, şeridin kararmış/oksitlenmiş kaplanmamış tarafını temizlemek ve birikmiş olabilecek herhangi bir saçılmış kaplama parçasını çıkarmak için kullanılır. Tek taraflı kaplanmış malzeme üretirken, bazı hatlarda parlatma teknolojisini uygulanmaz (gerektirmez).

Tipik bir parlatma bölümü aşağıdaki aşamaları içerir:

- 1. aşama: parlatma
- 2. aşama: durulama
- 3. aşama : kurutma.

Parlatma
Fırçalar, kaplanmamış taraftaki soğuk indirgenmiş yüzeyi parlatmak için kullanılır. Mineralsiz su kullanılır. Metal partiküller kullanılmış sudan filtrelenir.

Çevresel hususlar
Kullanılan su, tahliye edilmeden önce atık su arıtma tesislerine gönderilir.

Durulama
Şerit, kurutulmadan önce tüm kalıntıları temizlemek için sıcak su ile durulanır. Durulama mevcut yüzeye bağlı olarak yatay veya dikey teknelerde daldırma veya kademeli püskürtme ile gerçekleştirilebilir. Yağ giderme bölümü için açıklanan ilkelerin aynısı uygulanır. Bölüm 2.9.8.2'ye bakınız.

Çevresel hususlar
Kullanılan su, atılmadan önce atık su arıtma tesisine gönderilir.

Kurutma
Parlatılmış şerit, bir sıcak hava kurutma cihazı vasıtasıyla kurutulur. Sıcak hava sıcaklığı 100 ila 120 °C arasındadır. Kurutucu cihaz genellikle son-işlem uygulamasının sonunda yer alır; fosfat ve kromat bölümleri için aynı tip cihaz kullanılır. Bölüm 2.6'ya bakınız.

Çevresel hususlar
Isı verimliliği ve kayıpları.

2.9.8.9 Fosfatlama

Bu işlem, otomotiv endüstrisinde ve ev aletlerinde yaygın olarak kullanılan hopeit (hidrürlermiş Çinko Fosfat) kimyasal yapısında yüksek kaliteli hafif fosfat tabakası oluşturur. Fosfatlama, çinko kaplı şeridin çekilebilirlik, korozyon direnci ve daha sonra boyanabilirliği açısından performansını artırabilir. Bölüm 2.5.16'ya bakınız.

Şeritte, iki-aşamalı bir işlemde püskürtme setleri kullanılarak çinko kaplama yapıldıktan sonra uygulanır:

- aşama: aktifleştirme
- aşama : fosfatlama.

Aktifleştirme
Birinci aşama, fosfat kaplamanın ikinci aşaması için aktifleşme alanları sağlayan bir titanyum arıtıcı püskürtmeden oluşur. Aktifleştirme çözeltisi kapalı bir döngüde dolaşır. pH 8 ila 10 aralığındadır ve sıcaklık 40 °C'nin altında tutulur. Tüketilen (kullanılmış, özelliğini kaybetmiş) çözelti, atık su arıtma bölümünde arıtılmaktadır.

Fosfatlama
Fosfat kaplamalar, Bölüm 2.5.16'da açıklanmıştır. Yaklaşık 1 - 1.8 g/m^2'lik bir fosfat tabakası uygulanır. Kullanılan fosfatlama sistemi, müşteri ihtiyaçlarına bağlı olarak tek veya üçlü- katyonu olabilir. Hopeit kristali $Zn_3(PO_4)_2.4H_2O$, yaklaşık %1 Ni ve %5 Mn içerir. Kaplanan fosfat kristallerinin kaplamanın performansını arttıran küçük, muntazam ve sıkı olduğundan emin olmak için bir inceltici (düzeltici) ilave edilir.

Fosfatlamanın ardından, şerit bir kromat mühür oluşturmak için seyreltik kromat çözeltisi püskürmesi içinde durulanır. Bu mühür (sır) ayrıca fosfat kaplamanın korozyon performansını arttırır. Şerit daha sonra kurutulur.

Fosfat çözeltisi, kapalı bir döngüde 40 °C'nin altındaki bir sıcaklıkta dolaşır.

Çevresel hususlar
Bölüm 2.5.16'ya bakınız.

Kullanılmış çözeltiler atık su arıtma bölümünde arıtılır. Atık sular nikel ve manganez izleri içerebilir.

2.9.8.10 Tam kromatlama ve kromat durulama

Bu, Bölüm 2.5.17'de açıklanmıştır. Tipik bir kromatlama bölümü aşağıdaki adımları içerir:

- 1.aşama: kromatlama
- 2.aşama: durulama
- 3.aşama: kurutma.

Kromatlama
Püskürtme setleri kullanılarak çinko kaplamadan sonra şeridin tam kromatlaması veya kromat ile durulanması sağlanır. Kromat durulama veya pasifleştirme, krom asitleri içeren çözücülerle bir püskürtme işlemidir. Her tarafta 10 - 35 mg/m^2'lik bir kat uygulanır. Pasifleştirme sırasında, Cr (VI) büyük ölçüde Cr (III) 'e dönüştürülür. Şerit, %0.5 - 2 arası kromlu çözelti ve 40 °C'nin altındaki sıcaklıklarda işlenir. Kromat çözeltisi kapalı döngüde dolaşır.

Çevresel hususlar
Krom pasifleştirme için genel sağlık ve çevre konuları Bölüm 1.4.4.1 ve 2.5.17.'de açıklanmıştır.

Kullanılmış (harcanmış, özelliğini kaybetmiş) çözelti, tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir veya tehlikeli atık olarak bertaraf edilebilir.

Durulama
Durulama yatay tanklarda kademeli püskürtme ile gerçekleştirilebilir. Yağ giderme bölümünde açıklanan ilkelerin aynısı uygulanır. Bakınız Bölüm 2.9.8.2.

Çevresel hususlar
Kullanılan su, atılmadan önce atık su arıtma tesisine gönderilir.

Kurutma
Kromat durulamalı şerit, bir sıcak hava kurutma cihazı vasıtasıyla kurutulur. Sıcak hava sıcaklığı, fazla Cr (VI) 'nın çözelti katkılarıyla kimyasal tepkimesi sonucu Cr(III) ‘e dönüşmesi için gerekli olan 100 ila 120 °C arasındadır.

Çevresel hususlar
Isı verimliliği ve kayıpları.

Parmak izi-yok edici işaretleme bölümü
Bu, beyaz pas korozyonuna karşı koruma sağlamak için bir kromat kaplama sağlar. Bu kaplama, bazı müşteriler için kritik olan parmak izlerini göstermeme avantajına sahiptir. Tipik bir kromatlama bölümü aşağıdaki adımları içerir:

- Aşama 1: kaplama. Kromat kaplaması, boya hatlarındakine benzer bir rulo kaplama sistemi ile uygulanır.
- Aşama 2: Kurutma. Islak kaplama, kurutulması için bir hava fırınından geçirilir.

Çevresel hususlar
Kaplama, durulama olmadan yerinde kurutulur, böylece hiçbir atık oluşmaz.

Fırın için ısı verimliliği ve kayıpları ele alınması gerekebilir.

2.9.8.11 Yağlama

Şerit yüzeyine ıslak bir yağ filmi tabakası uygulanır, bkz. Bölüm 2.9.5. Yağlama kaplaması, yağın kapalı bir döngü içinde dolaştırıldığı elektrostatik bir yağlayıcıda uygulanan, kalınlığı 0.25 - 3 g/m^2/yüzey arası olan bir kaplamadır.

2.9.8.12 Çıkış kıvırıcısı

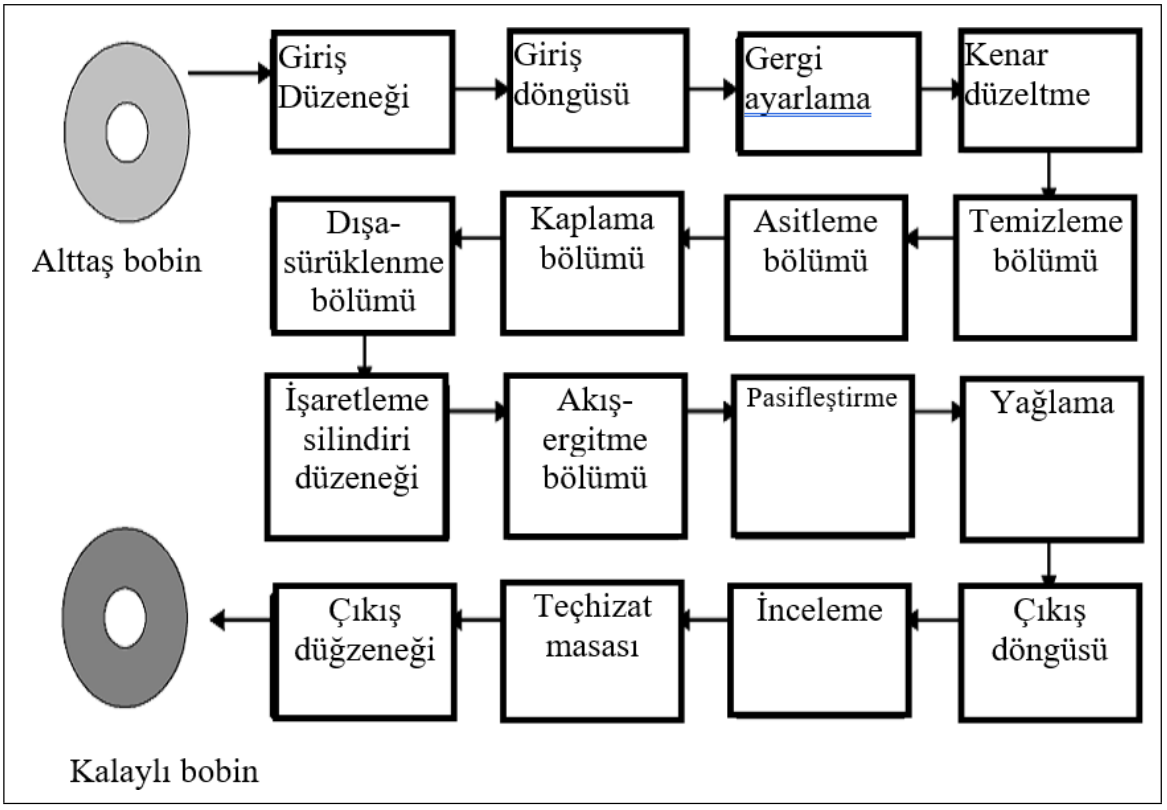
Bölüm 2.9.7.2'ye bakınız.

2.9.9 Sürekli elektrolitik kalay kaplama faaliyetleri

Orta düşük karbonlu çelik, her iki tarafta eşit veya farklı kalınlıklarda ve çeşitli kalınlık aralıkları içinde kalay kaplanabilir.

Sürekli bir elektrolitik kalay kaplama hattında, siyah-plaka (işlem görmemiş) şerit temizlik ve asitleme ön işlemlerinden geçirilir. Daha sonra bir kalay elektrolit içeren bir dizi tank içinden geçirilir. Bu işlem, elektrolitik olarak şeridin üzerine hafif bir saf kalay tabakası biriktirir; bu daha sonra yeniden akıtılabilir ve sonrasında geri sarılmadan önce pasifleştirilir ve yağlanır.

Tesis düzenekleri tasarıma göre değişir; günümüzde bazı modern hatlar ön işlemden önce bir kenar düzeltme birimi içermektedir. Şekil 2.20, sürekli bir kalay kaplama hattının tipik düzeneğini göstermektedir.



Şekil 2.20: Kalay kaplama hattı düzeninin şeması

2.9.9.1 Yağ giderme ve temizlik

Diğer yüzey işlemlerinde olduğu gibi, kalay kaplama alttaşın uygun bir şekilde hazırlanmasını gerektirir, çünkü kötü yüzey durumu, kalayın yetersiz yapışmasına ve hatta yeniden eritme işlemi sırasında topaklanma (ıslatma kaybı) olmasına neden olabilir, bakınız Bölüm 2.3 ve 2.9.3.1. Temizleme çözeltileri genellikle polifosfatlar, sodyum hidroksit ve ıslatıcı maddelerden oluşan özel karışımlardır. Banyonun kimyasal etkisi elektrolitik işlemlerle artırılmıştır. Derişimler, 7 ila 50 g/l arasında değişir ve çözelti sıcaklığı yaklaşık 90 °C olup ısıtılmış büyük bir depolama tankı içinde çözeltinin dolaştırılmasıyla sağlanır. Su ve temizlik bileşiği ilaveleri gerektiği gibi yapılır. Şekil 2.21, tipik bir durulamalı temizleyici bölümünü göstermektedir.

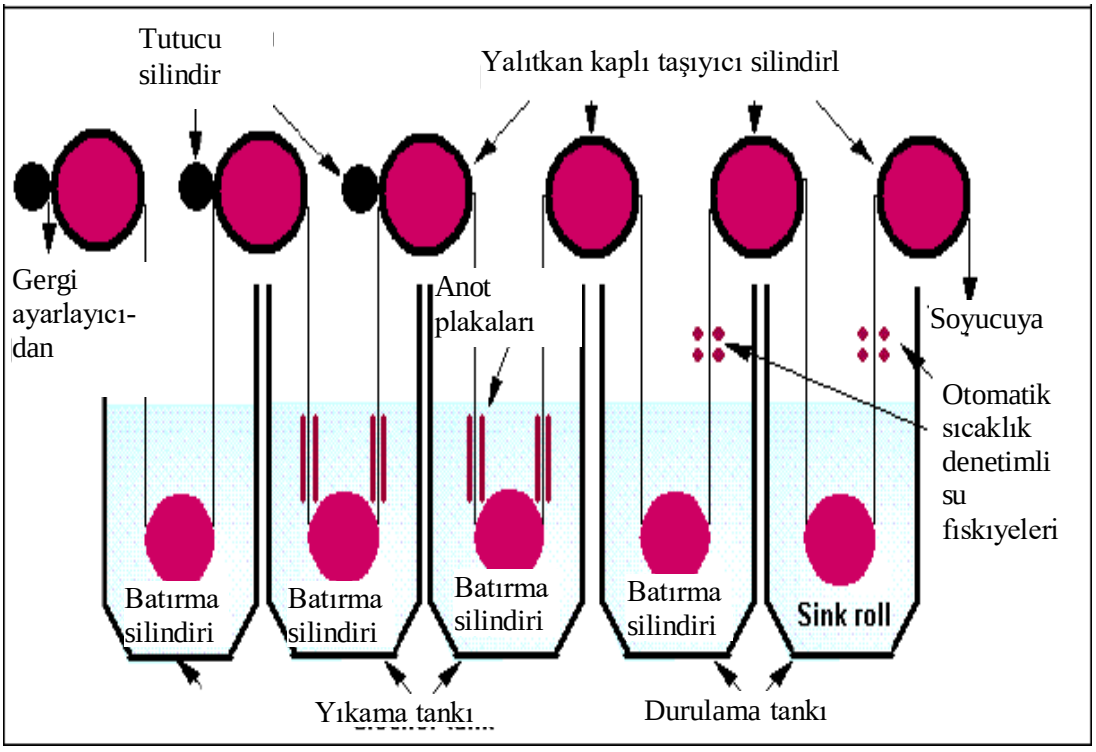
Şerit iki yöntemden biri kullanılarak kutuplanır:

- doğrudan - şeridin bir iletken silindirin üzerinden geçtiği ve daha sonra iki çift düzgün çelik elektrot arasında hareket ettiği yerler. Akım, iletken silindirden şerit ve elektrolit vasıtasıyla elektrotlara geçer
- dolaylı olarak - çelik şerit, iki karşıt kutuplu ızgara elektrotları oluşturan iki çift düzgün çelik levha arasından geçer. Akım, bir çift elektrottan elektrolit ve şerit üzerinden diğer elektrot çiftine geçer.

Durulama
Asitleme sıvısıyla önişlemin temizleme çözeltisiyle kirlenmesini önlemek için durulama mümkün olduğunca detaylı yapılır. Bu tipik olarak 150 - 400 l/dak sıcak su püskürtülerek yapılır.

Çevresel hususlar
Temizlik sırasında oluşan alkali dumanlar tipik olarak toplanır ve bırakılmadan önce ovalayıcıda yıkanır.

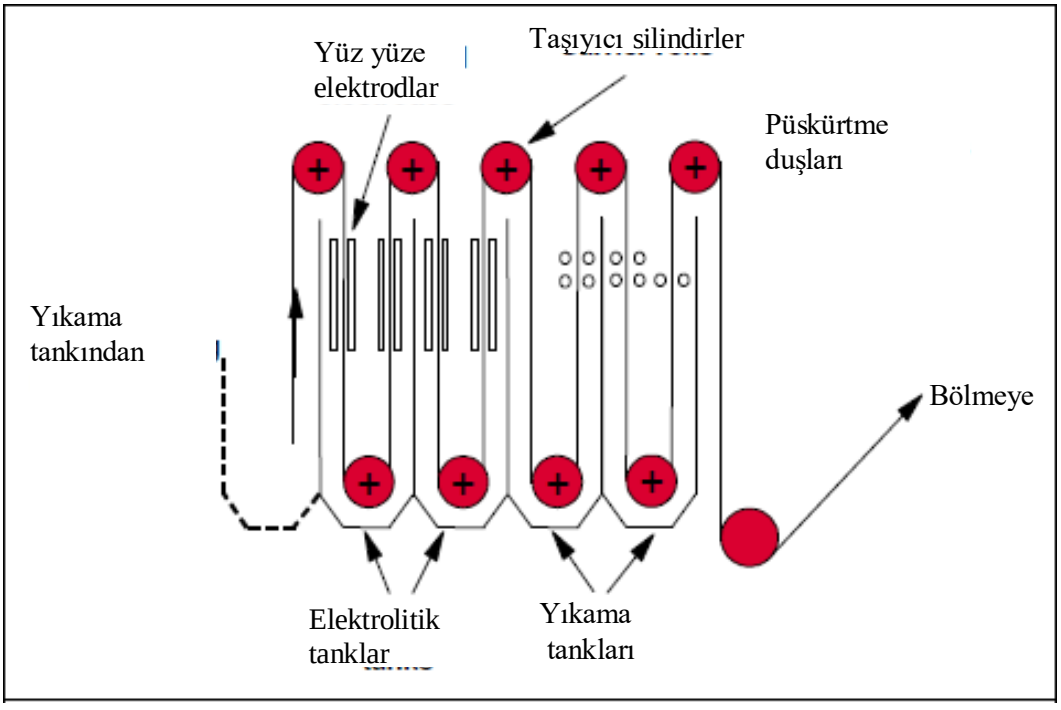
Harcanan temizlik maddesi ve durulamadan çıkan atık su, tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir.



Şekil 2.21: Bir temizleme ünitesinin şeması

2.9.9.2 Asitleme

Bölüm 2.9.3.2'ye bakınız. Sülfürik asit elektroliti derişimi 50 g/l (max) olduğundan dolayı kurşun anotlar kullanılır. Asit bilinçli olarak ısıtılmaz, ancak işlem akımı, çalışma koşullarına bağlı olarak 25 ila 40 °C arasında bir denge sıcaklığı oluşturur.



Şekil 2.22: Asitleyici bölümünün şeması

Çevresel hususlar

Asitleme sırasında oluşan asit dumanları genellikle atılmadan önce toplanır ve temizlenir. Kullanılmış asitler ve durulama suyu, boşaltılma öncesi atık su arıtıma tesisine gönderilir.

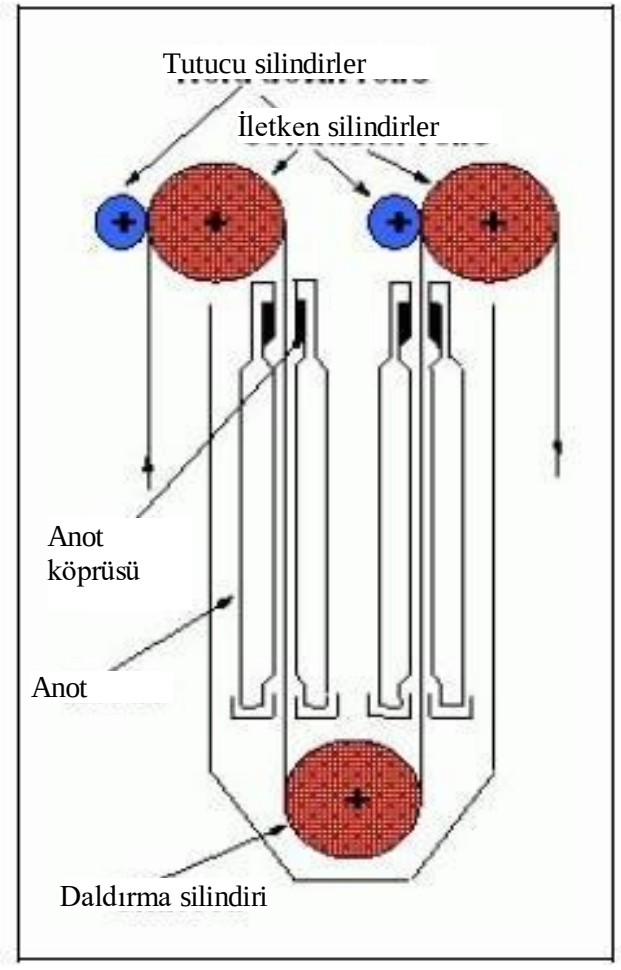
2.9.9.3 Kalay kaplama

Yaygın olarak kullanılan iki kalaylama işlemi vardır:

- Dünya çapındaki kalay levha üretiminin%20'sini temsil eden "Du Pont" süreci. Yüksek akım gerilimlerini kullanabilme yeteneğine sahiptir. Bununla birlikte, elektrolit bileşimi komplekstir, yüksek klorür ve florür içeriği nedeniyle tesis malzemelerine zarar verebilir.
- "Ferrostan" süreci, dünya çapında kalay levha üretiminin %75 ile 80'i arasında en yaygın kullanılanıdır. Bu, daha az tehlikeli ve daha az korozif kimyasalların kullanılmasından kaynaklanır.

Diğer elektrolitler kalay sülfat, kalay floroborat veya kalay metil sülfonat esaslıdır [113, Austria, 2003].

Bir kalay hattın kaplama bölümü, birbiri ardına dizilmiş birçok lastik kaplı çelik dikey tekneden oluşur. Her teknede, tabana yakın lastik batırma silindiri ve elektrolit yüzeyinin üstünde iki krom kaplı bakır iletken silindir bulunur. Akım silindirden şeride aktarılır, böylece şerit katodik hale gelir. Çözünebilir kalay anotları, tekne boyunca uzanan köprülere asılarak kaplama elektrolitine yerleştirilir. Anotlar, tipik olarak%99.85'ten daha saf olan elektro-rafine kalaydan dökülür.



Şekil 2.23: Bir kaplama teknesinin şeması - dikey hücre

Kaplama elektroliti, kalay sülfat (stanoz, $SnSO_4$), fenolsülfonik asit (PSA) ve organik bir katkı maddesinden oluşur. Kalay sülfat, çözelti içinde başlangıç kalay iyon kaynağı sağlar; PSA, çözeltiyi oldukça iletken hale getirir ve ilave katkı maddesi ise etoksilatlanmış alfa-naftol sülfonik asit (ENSA), düzgün ve tutarlı kalay birikmesine yardımcı olur. Bu, daha sonra akış- eritme aşamasından sonra parlak plaka elde etmek için gereklidir.

İyi kaplama koşullarını sağlamak için kalay elektrolitin tipik bileşimi ve sıcaklığı:

- kalay tuzu (stanoz kalay) 25 - 45 g/l
- fenol sülfonik asit (PSA) 20 - 27 g/l
- ENSA 1.5 - 6.0 g/l
- sıcaklık 30 - 55 °C

Kaplama elektroliti, ısı eşanjörleri arasından geçirilir ve buradaki dolaşım hızı, tüm kaplama ağırlıkları için sabit bir kaplama sıcaklığını koruyabilecek kadar yüksektir.

2.9.9.4 Dışa-sürüklenme (drag-out)

Kaplamadan sonra, şerit bir dizi dışa-sürüklenme ve durulama işleminden geçer.

Dışa-sürüklenme tankında, elektrolit seyreltilmiş bir PSA çözeltisi ve bir kalay bileşiği ile püskürtülerek durulanır ve daha sonra elektrolit döngü (devri-daim) tankına geri gönderilir. Bu tank bir buharlaştırıcıya bağlıdır ve seyreltilmiş elektrolit buharlaştırılarak derişimi artırılır ve daha sonra kaplama tankına tekrar gönderilir.

Dışa-sürüklenmeyi geri kazanım tankı üzerindeki çıkış sıkma silindirleri, eritme sırasında kalay kaplama "akısı" için gerekli olan optimum elektrolit miktarını şerit üzerinde bırakır. Şerit, bir dizi sıcak hava jeti boyunca geçirilmesiyle elde edilen akış-eritme veya parlatma ünitesine girmeden önce bu film sadece kurutma işlemi gerektirir.

Yüksek hızlı hatlarda, seyreltme oranını arttırmak için ikinci bir dışa-sürüklenme geri kazanım birimi sağlanmıştır. Bu, dışa-sürüklenen elektrolitin %90'dan yüksek bir geri kazanım oranının elde edildiği anlamına gelir.

Çevresel hususlar
Kaplamada dışarı sızan çözelti, derişimi artırılarak kaplama işlemine geri döndürülebilir.

Kaplama ve dışa-sürüklenme sırasında oluşan asit dumanları bir çeker üniteyle toplanabilir ve genellikle atılmadan önce temizlenir.

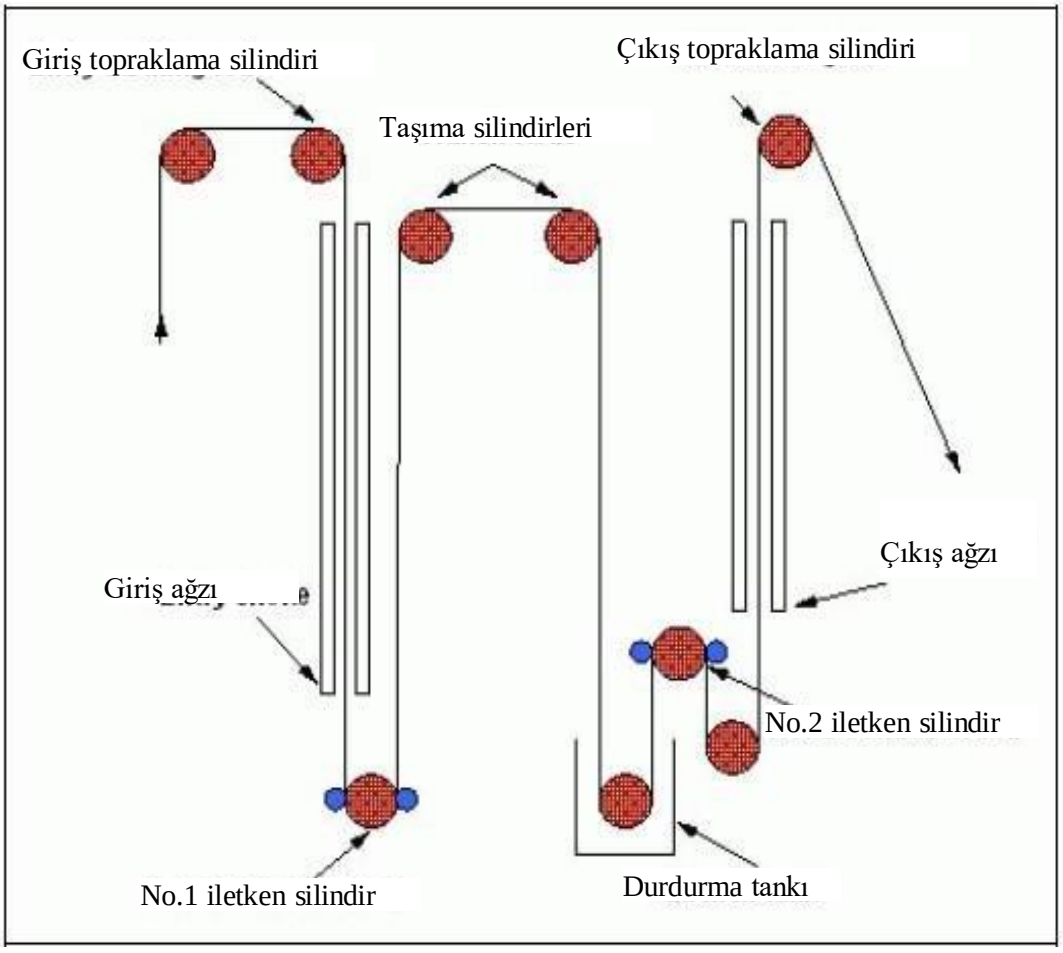
2.9.9.5 Ayrık işaretleme

İki yüzü farklı kaplamalar, şeridin bir tarafının genellikle bir sodyum dikromat çözeltisi ile işaretlenmesiyle gösterilmektedir. Bu şerit üzerine elmas, daire veya daha yaygın olarak bir çizgi şekillerinde basılır. Çözelti, şerit üzerinde kurutulur ve eritildikten sonra, yazıcıyla temas halinde olan alanlarda donuk, parlak olmayan bir yüzey oluşturacaktır.

Çevresel hususlar
Diğer krom kaplamalarda olduğu gibi, Bölüm 2.9.8.10'a bakınız.

2.9.9.6 Akış yineleme (Reflow) - kalay parlatma

Şerit üzerine biriktirilen kalay kaplama, donuk mat bir görünüme sahiptir. Akış yineleme veya akış-eritme, parlak bir yüzey elde etmek için kullanılan işlemdir. Şerit, 232 °C'nin (kalay erime noktası) üzerine ısıtılır ve daha sonra kaplamayı katılaştırmak için hızlıca soğutulur. Erime, indüksiyon ısıtma (toplam enerjinin%20'sini sağlar) ile desteklenen dirençli ısıtmayla (şeridi destekleyen iki iletken silindir arasında bir voltajın uygulanması) başarılır.



Şekil 2.24: Akış–eritme bölümünün şeması

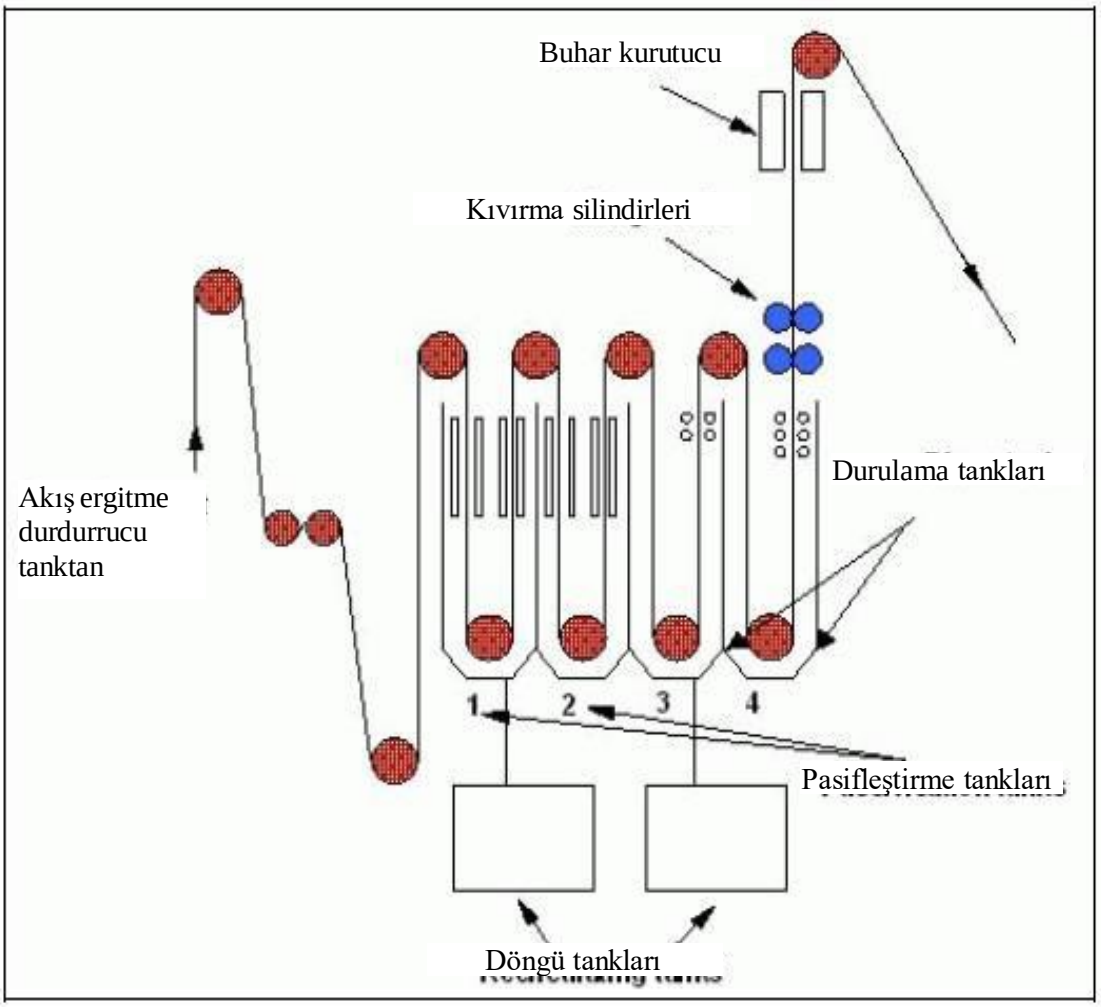
Karışık dirençli ve indüksiyonlu ısıtma, belirli kozmetik kaplama kusurlarından kaçınarak, istikrarlı erime koşullarının elde edilmesini kolaylaştırır.

Çevresel hususlar
Enerji verimliliği ve enerji kayıpları.

2.9.9.7 Pasifleştirme uygulamaları

Pasifleştirme, yeniden eritme sırasında oluşan kalay oksitlerin kalınlığını azaltmak için bir kromatlama işlemi ile gerçekleştirilir, bkz. Bölüm 2.5.17. İşlem elektrolitik olarak, hava oksitlemesini önleyen ve aynı zamanda boya tabakasının yapışmasını arttıran kromlu bir tabaka üretir.

İşlem sodyum dikromat çözeltisinde gerçekleştirilir.



Şekil 2.25: Pasifleştirme uygulamasının şeması

Çevresel hususlar

Krom pasivasyonu için genel sağlık ve çevre konuları 1.4.4.1 ve 2.5.17. bölümlerinde açıklanmıştır.

Harcanmış (kullanılmış, özelliklerini kaybetmiş) çözelti, tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir veya tehlikeli atık olarak bertaraf edilebilir.

2.9.9.8 Yağlama

İşlenmiş bobin tekrar sarılmadan önce kalay levha yüzeyine ince bir yağlama maddesi sürülür. Bu film aşınmadan kaynaklanan hasarı en aza indirir, sıralamayı kolaylaştırır ve daha sonraki boyama ve baskı işlemlerine yardımcı olur.

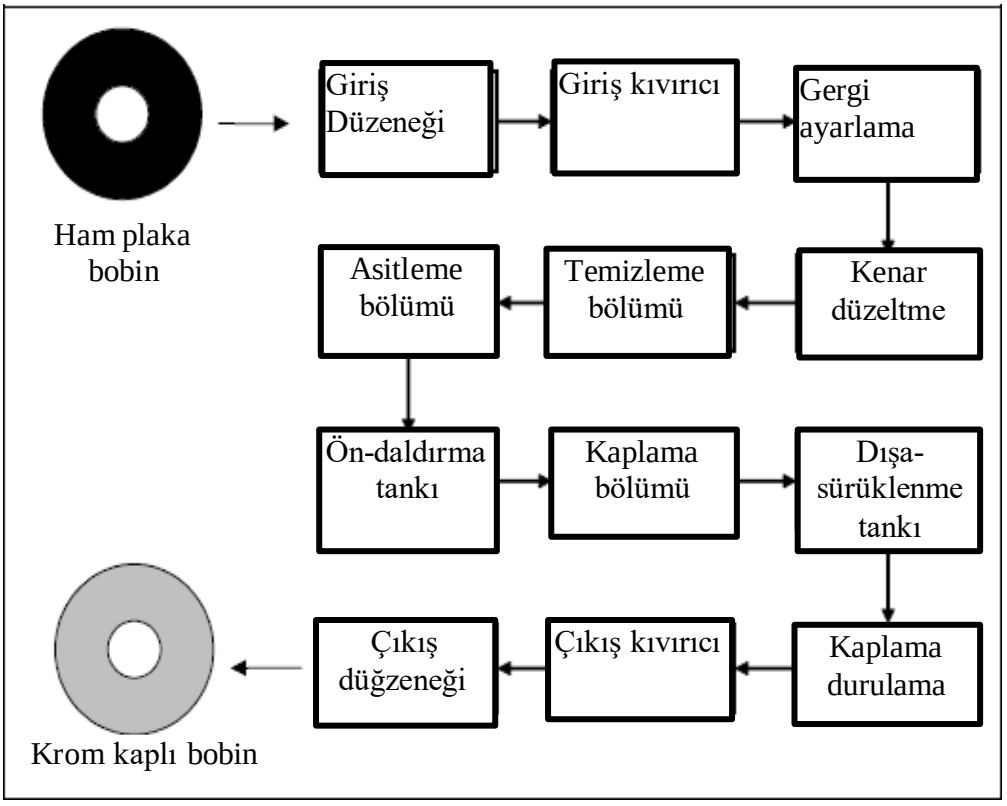
Saf derecede bir dioksit sebakat (DOS) veya asetilstribütil sitrat (ATBC) kullanılır. Yağ iki yöntemle eklenebilir:

- elektrostatik olarak, negatif yüklü bir yağ buharının, benzer şekilde şarj edilmiş itici plakalardan uzaklaştırılarak şeridin yüzeyi üzerine sürülmesi
- ince, düzgün bir yağ filminin, seyreltik bir su-içinde-yağ emülsiyonun kalay plakasının yüzeyinden taşırılması ile uygulanan emülsiyon yağlanması.

Şerit üzerindeki toplam yağ seviyeleri tipik olarak 6.0 ila 12.0 mg/m^{2}'dir.

2.9.10 Sürekli elektrolitik krom kaplama uygulamaları (çelik üzerine elektrolitik krom kaplama - ECCS)

Bu aynı zamanda kalaysız çelik olarak da bilinir: düşük karbonlu yumuşak bir çelik, her iki tarafı eşit olarak karmaşık bir metalik krom ve krom hidroksit tabakası ile kaplanmıştır. Süreçler genel olarak Bölüm 2.5.3'te sağlık ve çevre sorunları ile birlikte açıklanmaktadır. Şekil 2.26 tipik bir işlem hattı şemasını göstermektedir ve Şekil 2.27 bir hat boyunca enine kesiti gösterir. Çelik şeridin krom kaplanması, bir kromik asit banyosunda elektrolitik olarak gerçekleştirilir. Kaplama, her iki tarafa eşit olarak krom metal ve krom oksit tabakası olarak uygulanır. Genel işlem, elektrolitik kalay işlemine benzerdir - çelik şerit, hattın giriş kısmından geçirilir, temizlenir, asitlenir ve daha sonra kromik asit içeren bir çözelti içinde elektrolitik olarak uygulama yapılır, iyice durulanır, kurutulur, yağlanır ve sonra yeniden sarılır.



Şekil 2.26: Krom kaplama hattı düzeni

2.9.10.1 Yağ arındırma ve temizlik

Temizleme, alkali bir çözelti banyosunda elektrolitik olarak gerçekleştirilir (bakınız Bölüm 2.3.8) ve genellikle 50 ila 90 g/l'lik sodyum hidroksit derişimleri kullanılır. Temizlik performansını arttırmak için temizleme maddesine ıslatıcı maddeler ve birleştirici (şelatlayıcı) maddeler de ilave edilir.

- sodyum hidroksit 60 - 65%
- sodyum fosfat 30 -%35
- ıslatma maddesi 0 - 2%
- birleştirici maddesi 2 - 5%.

Elektrotlar
Elektrotlar hafif çelik levhalardan yapılmıştır. Şeridin polaritesi anodik, katodik veya ikisinin herhangi bir kombinasyonu arasından seçilebilir. Şerit polarize edilir ya:

- doğrudan, şerit bir iletken silindirden geçer ve daha sonra iki çift hafif çelik elektrot arasında hareket eder. Böylece akım iletken silindirden şerite, şeritten elektrolite ve elektrolitten elektrotlara geçer, veya
- dolaylı olarak, şerit iki karşı polarite elektrodu oluşturan iki çift hafif çelik levhaların oluşturduğu ızgara elektrotları arasında ilerler. Akım, bir çift elektrottan elektrolite, elektrolitten şerite, şeritten tekrar elektrolite ve elektrolitten diğer elektrot çiftine geçer.

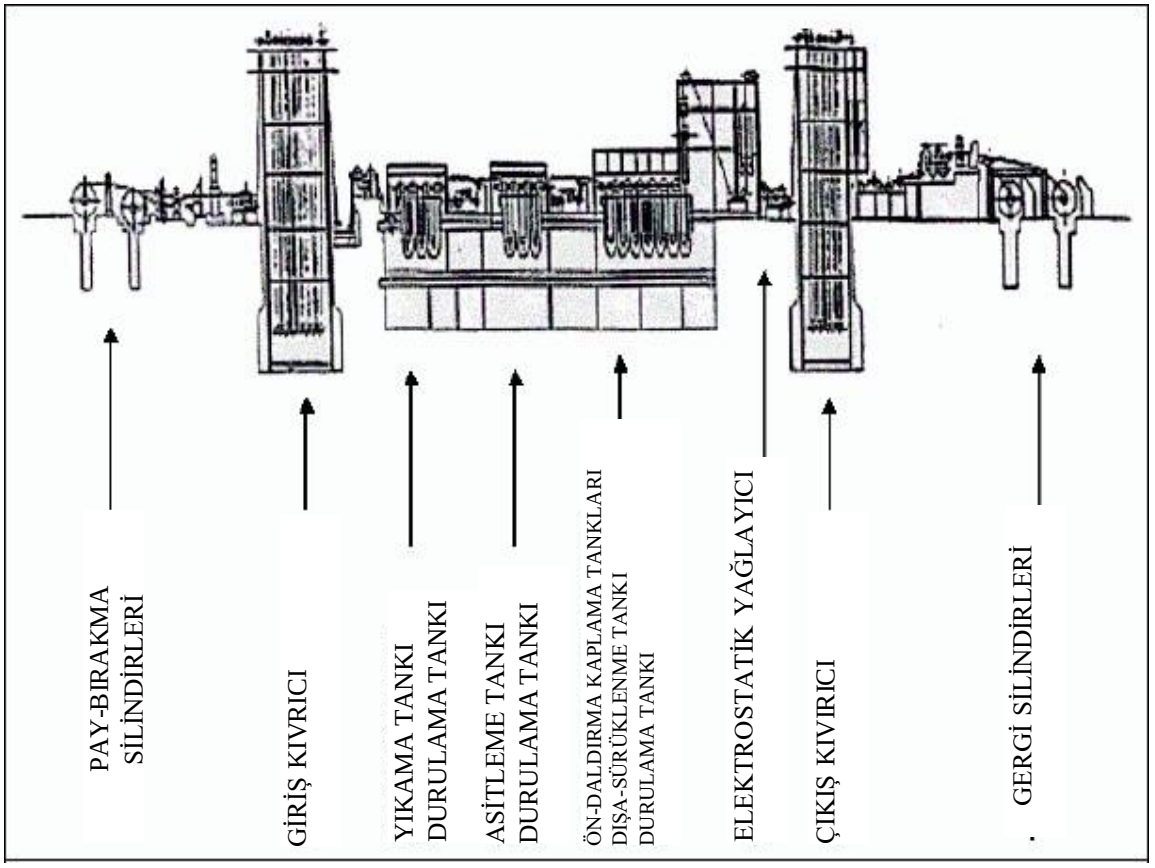
Bakınız Şekil 2.18: Elektrolitik yağ giderme

Temizleme çözeltisinin sıcaklığı, çözelti, temizleme tankı ile buhar sarmallı ısıtıcılı depolama tankı arasında dolaştırılarak sabit tutulur.

Durulama
Bu, asitleme sıvısı ön işleminin, temizleme çözeltisi ile kirlenmesini önlemek için kusursuz yapılmalıdır. Isıtılan suyun tipik olarak 150 - 400 l/dak arasında püskürtülmesiyle gerçekleştirilir.

Çevresel hususlar
Temizlik sırasında oluşan alkali dumanlar tipik olarak toplanır ve salınmadan önce temizlenir.

Kullanılmış temizlik maddesi ve durulama suyu boşaltmadan önce atık su arıtımı için arıtma tesisine gönderilir.



Şekil 2.27: ECCS hattının tipik şeması

2.9.10.2 Asitleme

Sülfürik asit, ortam sıcaklığında 60 ila 115 g/l'lik derişimlerde asitleme çözeltisi için kullanılır. Bölüm 2.3 ve 2.9.3.2'ye bakınız.

Çevresel hususlar
Asitleme sırasında oluşan asit dumanları genellikle toplanır ve salınmadan önce temizlenir.

Kullanılan asitleme maddeleri ve durulamadan gelen atık sular, boşaltımdan önce atık su arıtımı için arıtma tesisine gönderilir.

2.9.10.3 Krom kaplama

Krom kaplama ile ilgili sağlık ve çevre ile ilgili genel açıklamalar için Bölüm 2.5.3'e bakınız.

Ön-daldırma
Krom kaplamanın gerçekleşmesinden önce, şerit bir ön-daldırma tankından geçirilir. Bu, şeridin yüzeyini elektro kaplama için hazırlamak amacıyla gereklidir ve şeridin yüzeyinde oluşan lekeleri ve diğer yüzey kusurlarını önler. Ortam sıcaklığında 0.3-0.5 g/l'lik bir sülfürik asit çözeltisinde gerçekleştirilir.

Elektro kaplama
Şerit, bir çift katlı hidratlı krom oksit ve metalik krom tabakası oluşturmak için şerit yüzeyi üzerinde katodik olarak indirgenen Cr (VI) iyonları içeren bir elektrolit içinden geçirilir. Uygulanan akım, şerit genişliğine, hat hızına, akım verimliliğine ve hedeflenen film ağırlığına göre belirlenir ve çözünmeyen elektrotlardan şerite doğru elektrolit üzerinden akar ve daha sonra iletken silindirler üzerinden doğrultucuya (rectifier) geri döner.

Kaplama çözeltisi, döngü tankından pompalanıp ısı dönüştürücüden geçirilir ve daha sonra, içinde kurşun-antimon inert anotlarını barındıran kaplama teknelerinin dibine verilir. Çözelti teknenin üst kısmından taşar ve ardından döngü tankına geri döner.

Tipik bir kaplama elektroliti aşağıdaki kimyasallardan oluşur:

- 110 - 130 g/l kromik asit
- hidroflüorik asit (HBF_4) 0.30 - 0.44 g/l
- sülfürik asit (H_2S0_4) 0.60 - 0.80 g/l.

Hidrofluoroborik ve sülfürik asitlerin her ikisi de katalizör görevi görür: kaplama işleminin verimliliğini arttırırlar, ancak bunlar işlemde harcanmaz. ABD'de, çözeltiler daha çok sadece Cr/sülfürik asittir [73, BSTSA,]. Sıcaklık, elektrolit verimliliği üzerinde belirgin bir etkiye sahip olabilir; Çözelti daha düşük sıcaklıklarda çok daha verimlidir. Bununla birlikte, elektrolit içinden geçen elektrik akımı tarafından ısıtıldığı için, sıcaklığın çözeltiyi soğutan ısı değiştirici tarafından sabit tutulması gerekir. Uygulamada, elektrolitin optimum sıcaklığı 58 +/- 2 °C'dir.

Çevresel hususlar
Sağlık ve çevre sorunları genel olarak 2.5.3'te açıklanmaktadır.

Asit dumanları genellikle salınma öncesinde toplanır ve yıkanır. Yıkama çözeltileri boşaltılmadan önce arıtılmaya ihtiyaç duyabilir.

2.9.10.4 Dışa-sürüklenme ve durulama

Dışa-sürüklenme tankında elektrolit püskürtülür ve yıkayıcılar elektrolit döngü tankına geri gönderilir. Bu, seyreltilmiş elektrolitin derişiminin artırıldığı ve işlem tankına geri döndürüldüğü bir buharlaştırıcıya bağlanır. Dışa-sürüklenme geri kazanım tankında püskürtme durulama miktarı ve buharlaştırıcının kapasitesi, atık sudaki kromik asit derişimi ile kararlaştırılır.

Kromik asitle uygulama yapılmış şerit, kurutma, yağlama ve rulo sarma işlemlerinden önce tamamen su ile yıkanmalıdır. Şeritte elektrolit taşınması veya oksit filmdeki suda çözünebilir bileşenlerin önlenmesi için durulama tankının giriş ve çıkış uçlarında şerite sıcak su püskürtülür. Püskürtme, yaklaşık 5000 - 10000 l/s'lik bir akış hızı ile 50 - 60 °C'de gerçekleştirilir. Daha yüksek sıcaklıklarda ve basınçlarda püskürtme yapmak, yeni oluşturulmuş filme zarar verebilir.

Çevresel hususlar
Sağlık ve çevre konuları genel olarak Bölüm 2.5.3'te açıklanmıştır.

Krom ve diğer elektrolit bileşenleri ters akışlı durulama ve dışa-sürüklenme buharlaşması ile geri kazanılabilir.

Elektrolitik kaplama ve dışa-sürüklenme sırasında oluşan dumanlar bir çeker ünite tarafından toplanır ve salınmadan önce ovalanır/yıkanır.

2.9.10.5 Yağlama

Geri sarılmadan önce, krom kaplı yüzeye ince bir film yağlayıcı sürülür. Bu kayganlaştırıcı filmin işlevi, aşınma hasarını en aza indirmek, sıralama işlemini kolaylaştırmak ve kaplama ve baskı işlemlerine yardımcı olmaktır. Yeterli saflıkta ya dioksil sebakat (DOS) veya asetilstribütil sitrat (ATBC) kullanılır. Yağ genellikle bir elektrostatik yağlayıcı tarafından uygulanır. Bölüm 2.9.9.8'e bakınız.

Şerit üzerindeki yağ tabakasının ağırlığı 3.0 - 7.0 mg/m^2'dir.

2.9.11 Çelik üzerine sürekli elektrolitik kurşun kaplama

Avrupa'da faaliyet gösteren tek tesis 2005 veya 2006 yılında kapanmıştır. Belirli bir bilgi değiş tokuşu olmamıştır. Uygulamaların ve konuların çoğu için benzer bobin ve askı işlemleri hakkında genel bilgiler kullanılabilir.

2.10 Alüminyum litografi plakaları için sac kaplama işleme

[118, ESTAL, 2003], [38, Ullmann, 2002/3] Litografik plakalar için alttaşlar (bkz. Bölüm 1.3.3) kolay ve ucuz bir şekilde hazırlanmalı, asit ve alkali çözeltiler ile mürekkeplerdeki ya da yıkamada kullanılan çözücülere kimyasal olarak dayanıklı olmalıdır. Aynı zamanda, nötrleme maddesinin tutulması ve yayılması için iyi tanımlanmış bir mikro gözeneklilik ve hidrofilisite (ıslanabilme) ile, binlerce kopyanın baskı işlemlerinde kullanımı için fiziksel olarak sağlam ve stabil olup silindirlere sabitlemek için ise esnek olmalıdır. Alüminyum, 2.10.1, 2.10.2, 2.10.3 ve 2.10.4 bölümlerinde açıklanan süreçlerle kolayca hazırlanabileceği için tercih edilen alttaş olur.

2.10.1 Yüzey pürüzlendirme

Yüzey mekanik olarak hazırlanabilse de günümüzde elektrokimyasal taneleme kullanmak daha alışılagelmiş bir durumdur. Ham alüminyum yüzey önce yağdan arındırılır (bkz. Bölüm 2.3) ve daha sonra seyreltik nitrik asit, hidroklorik asit veya bunların diğer asitlerle karışımlarına bir AC uygulanarak düzgün bir şekilde aşındırılır. Bu taneleme işlemi, alüminyumun tüm yüzeyine çok düzgün pürüzlü bir yüzey bırakan bir çukur korozyonudur. Pürüzlülük derinliği, elektrik parametrelerini değiştirerek geniş sınırlar içinde (2,5 - 9 µm) denetlenebilir. Hem işlem hızı hem de ortaya çıkan alttaşların düzgünlüğü, sıcaklığa, elektrolit akışına, tank geometrisine ve diğer parametrelere bağlıdır. İşlemlerin kombinasyonu aynı zamanda tanelemede de kullanılmıştır. Bu süreçlerde mekanik düzlemeden sonra elektrokimyasal uygulama yapılır.

Tel fırçalarla taneleme, plakanın yüzey alanında en düşük artışı ve en yüksek elektrokimyasal tanelemeyi sağlar. Bu sadece üretim tekrarı ve optik çözünürlüğün kalitesini değil, aynı zamanda baskı özelliklerini de (su yayma ve çalışma uzunluğu) etkiler. Alüminyum bir yüzeyin daha ince pürüzlendirilmesi, daha düşük mekanik direnç oluşturur. Tel-fırçalanmış alüminyum ile ikinci bir sertleştirme adımı gerekli değildir. Bununla birlikte, elektrokimyasal aşındırılmış alüminyum için bir anodik oksitleme adımı gerekir.

2.10.2 Anodik oksitleme (eloksal)

Anodik oksitleme (Bölüm 2.5.13'te açıklandığı gibi), alüminyum parçaların en üst tabakasının, yüzey topografisini önemli ölçüde etkilemeden, alüminyum okside dönüştürülmesidir. Genellikle iki işlem kullanılır: sülfürik asit veya fosforik asit elektroliti. Birincisi ikincisinden daha küçük gözeneklere ve daha kalın oksit tabakalarına yol açar.

Genelde, metrekare başına 5 g'dan fazla oksit üretilmez; yüzeyin pürüzlülüğüne bağlı olarak, bu yaklaşık 1 um'lik bir tabaka kalınlığına karşılık gelir. Anotlaştırma sırasında oluşan oksit X-ışını amorf yapıda olup son derece güçlü bir adsorbenttir (tutucudur). Bu aşamada alttaşın özellikleri, örneğin, ışığa duyarlı kaplamanın yapışması, yüzeyin kimyasallara direnci; hidrofilikliği, sertliği ve aşınma direnci ve dolayısıyla uzunluk çalışma süresi potansiyeli gibi özellikleri büyük ölçüde iyileştirilmiştir. Bununla birlikte, yukarıda belirtilen özelliklerin ne kadar etkili olabileceği, işlem parametrelerine ve sürecin kendisine bağlıdır.

2.10.3 Uygulama sonu-işlem

Oksit tabakasının üretildikten sonra belirli hidrofilikleştirme çözeltileri ile işlemden geçirilmesi, ön-duyarlılaştırılmış (PS) plakaların üretiminde avantajlı olmuştur. Bu uygulamanın asıl amacı, alüminyum oksit yüzeyinin hidrofilisitesini arttırmaktır. Bununla birlikte, yapıştırıcı özellikleri, foto-tabetme ve levhaların raf ömrünün tümü aynı anda etkilenir. Bu amaçla aşağıdaki maddelerin çözeltileri önerilmiştir: alkali silikatlar, fosfonik asitler, grup 4 elementlerinin (titanyum, zirkonyum ve hafniyum) heksaflüoro metalatları, hetero poliasitler, altı-değerlikli fosforlu oksi asitler ve hidrofilik kolloidler. Tüm bu bileşikler, yüzeyin hidrofilikliğini arttıran çok kutuplu bir kaplama tabakası oluşturmak için alüminyum oksidin yüzeyini kaplar.

2.10.4 Kaplama ve diğer işlemler

Tamamen sürekli bir işlemde taşıyıcının ön işlemini, plakanın hat içinde kaplanması takip eder. Hafif ya da daha az uçucu bir çözücü karışımındaki ışığa duyarlı kaplama bileşenleri çözeltisi, belirli bir yaş film kalınlığında taşıyıcıya uygulanır. Kaplamalar genel olarak kaplama silindirli bir balık kuyruğu fırça veya püskürtme ile uygulanır. Kuru kaplamaların kalınlığı 0,3 - 5 mm'dir.

Modern tesislerde hat hızı <1 m/s'dir. Bireysel aşamaların uzunluğu bu işlem hızına göre ayarlanır. Kuruduktan sonra plaka, kaplama kusurları için otomatik olarak denetlenir, kesilir ve arızalı plakalar çıkarılır. Plakaların kesilmesi özel dikkat gerektirir. Ön-duyarlanmış litografik plakalar, yaklaşık 3 m^2'ye (1500 × 2000 mm) kadar birçok boyutta mevcuttur.

Bitmiş kusursuz plakalar, uygun bir tabakalama kâğıdı kullanılarak istiflenir ve ışık geçirmeyen ambalaj kağıdında ambalajlanır (gerekirse, streç-film ambalajından sonra).

Ön-duyarlılaşmış bu litografik plakalar için gerekli olan raf-ömrü, bunların dağıtımının mesafelerine bağlıdır. Ayrıca, levhaların depolanacağı ve kullanılacağı iklim koşulları ne kadar farklı olursa, şartlar daha değişken olur.

2.11 Baskılı devre kartı imalatı

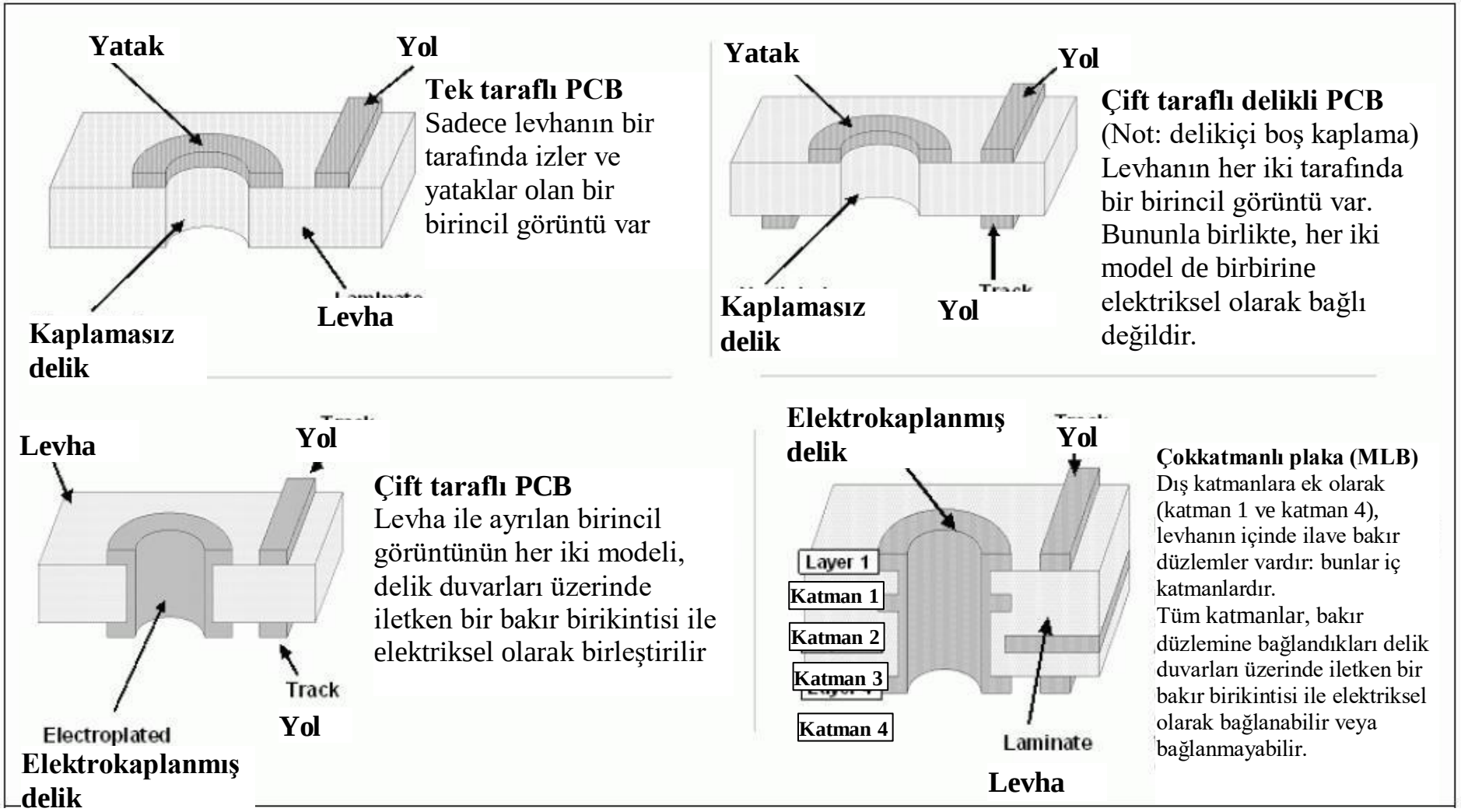
[73, BSTSA,] Baskılı devre kartları elektronik alt-sistemlerin temelidir. Bunlar ince, iletken olmayan tabakalara basılmış ince izleme katmanlarıyla, genellikle karmaşık olan elektronik devrelerdir. Dirençler, kapasitörler, yarı iletkenler, çipler ve bellek yongaları vb. montaj parçaları gibi bileşenler, sonraki işlemlerde eklenir (bu belgede açıklanmamıştır). Modern elektronik teçhizat, çoklu iletken tabakaların (çekirdeklerin) “prepreg” olarak adlandırılan

yalıtım katmanları ile ayrıldığı “çok katmanlı” veya “çok katmanlı kartlarda (MLB'ler)” elde edilen çok yüksek bir izleme (akım) yolu yoğunluğu gerektirir. Bu tekniğin bir başka gelişmesi HDI (yüksek yoğunluklu ara bağlantı) kartıdır.

Süreç tek tek işlemlerin karmaşık bir bileşimidir ve belirli bir devre kartı tasarımı üretmek için değişiklik gösterecektir. Kartların üretiminde 40'ın üzerinde işlem aşaması kullanılabilir, ancak bunların hepsi bir kart tasarımı için kullanılmayacaktır. Bu aşamaların çoğunun çok az çevresel etkisi vardır ya da hiç yoktur ve sadece aşağıdaki bölümlerde kısaca açıklanmıştır.

Genel olarak, baz malzemeler fenolik kâğıt, epoksi kağıt veya epoksi cam laminantlardır. Özel uygulamalar için seramik malzemeler, esnek veya esnek-sert malzemeler kullanılır. Temel malzeme, tasarım gereksinimlerine bağlı olarak, genellikle 5 ila 105 µm kalınlıkta olup, bir veya her iki tarafı bakır ile kaplanır. Bakır dışındaki metaller, bazen havacılık gibi belirli uygulamalar için kullanılabilir. PCB'lerin yapım örnekleri Şekil 2.27'de gösterilmiştir.

Çekirdekler bakır folyo dış katmanlı “prepreg”ler ile tabakalandırılır. Çekirdekler ve bakır folyo benzer şekillerde biçimlendirilip işlenmiştir ve karmaşık çok katmanlı devre kartı hazırlamak için bazı aşamalar tekrarlanabilir.



Şekil 2.28: Baskılı devre kartı yapım örnekleri

Avrupa üretiminin %90'ından fazlası, bakırın asıl tabakasından iletken yol bırakmak için çıkarıldığı bir çıkarma yöntemi ile yapılır. Biriktirme veya yarı-biriktirme süreçleri ile de iletken yol oluşturulabilir ama sıklıkla kullanılmaz ve burada açıklanmamıştır.

Şekil 2.28, Şekil 2.35'te gösterildiği gibi tipik birçok katmanlı kart oluşturmada yer alan üretim adımlarını göstermektedir.

Birçok adımın tekrarlandığı genel süreç karmaşıktır.

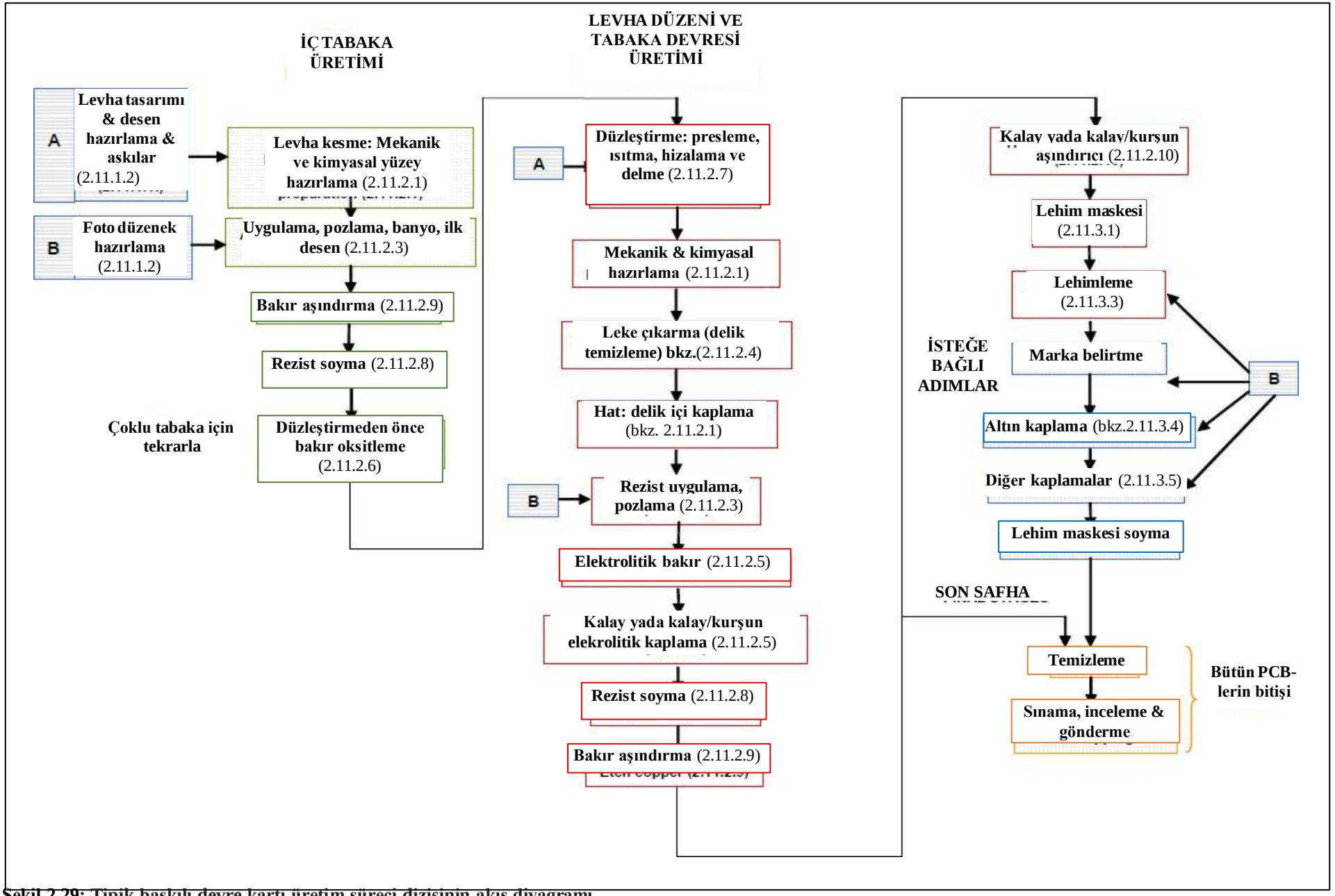
Diyagram, ilk olarak, tüm PCB imalatında gerekli olan, foto-aletlerin tasarımı ve hazırlanması gibi yardımcı işlemlerin ilkini göstermektedir.

İç katmanlar oluşturulur, birleştirilir ve bunların etraflarında dış tabakalar oluşturulur.

Delikler (vias olarak adlandırılır) şunlar olabilir:

- gömülü: dışarıdan görünmez ve iç katmanlar arasında delinmiş
- kör: sadece bir taraftan görülebilir ve dışarıdan yarı delinmiş
- gözle görülebilir ve tamamı delinmiş.

Delikler, tabakalar arasında bir bağlantı sağlamak için iç tarafından (delik-içi kaplama olarak bilinen, pth olarak kısaltılan) kaplanabilir, bakınız Şekil 2.28. Kaplanmamış delikler “yol-değil” (non-path) olarak adlandırılır.



Şekil 2.29: Tipik baskılı devre kartı üretim süreci dizisinin akış diyagramı

2.11.1 Hazırlık işlemleri

2.11.1.1 Kart tasarımı

Delme gibi muhtelif süreçler sırasında levhayı tutmak için askı delikleri yerleri gibi referans işaretlerinin de dahil olduğu baskılı devre tasarımı normalde CAD yazılımı üzerinde geliştirilmiştir. Tasarım, bir optik-plaka (foto-tool) adı verilen bir resim şablonuna aktarılır.

Çevresel hususlar
Büyük bakır alanların aşındırılması, üretimi yavaşlatır, aşındırıcı atımını yükseltir ve atık sulardaki atık ve bakır derişimini arttırır. Ayrıca, PCB'nin tüm bölgeleri çıplak alttaşla aynı bakır katsayısına sahipse daha istikrarlı bir şekilde kazınır. Bu nedenle, tasarımlarda bakır bağlantıları genişletilebilir, bağlantısız bakırlar aşındırılmaz veya geniş bir alanda elektriksel olarak yalıtılmış küçük elmas veya kare biçimli bakırlar bırakılabilir [139, Wikipedia, 2004].

2.11.1.2 Optik-plaka üretimi (fotoğraf laboratuvarı)

Bir PCB'ye tasarım uygulamanın iki yolu vardır: serigrafi veya fotoğraf baskısı. Optik-plakalar her iki işlemde de kullanılır ve polyester veya son derece yüksek boyutsal stabilite ve doğruluk için camdan üretilir. Görüntüler ya pozitiftir (resim pozitif bir görüntü olarak gösterilir) ya da negatiftir (resim negatif bir görüntü olarak gösterilir). Optik-plakalar, iki teknikle üretilen gümüş halojenür emülsiyonu ile kaplanır, ancak fotoğraf tekniği veya fotoğraf çizimi, büyük ölçüde serigrafi teknolojisinin yerini almıştır.

Fotoğraf çiziminde, 15 µm'ye varan bir doğrulukla film üzerine iz ya da boşluk bırakmak için yüksek çözünürlükte lazer çiziciler kullanılır. Biçim oluşturma ve sabitleme işlemleri sürekli bir yatay hat üzerinde ardışık olarak birbirini izler.

Çevresel hususlar
Ham plaka yüzeyinin mümkün olduğunca fazla kullanılmasını sağlamak için, tekrar eden işlemler ile optik-plaka üzerinde çok sayıda küçük tasarım kümesi üretilir. Bu, işlenen her plakada çoklu görüntülere neden olacaktır.

Film üretimi: gümüş içeriğinden dolayı, filmlerden ve geliştirici çözeltilerinden kaynaklanan atıklardan gelir elde edilebilir. Bununla birlikte, Diaz filmler, geri dönüşüme uygun olmadıkları için atılır. Doğrudan görüntüleme gibi alternatif işlemler ticari olarak geçerli değildir.

Serigrafi işleminde kullanılan, sodyum hidroksit çözeltisi, aldehidler, polivinil alkollerin dağılımları, tolüen ve ksilen atık sulara boşaltılabilir.

2.11.1.3 Serigrafi (screen printing)

Serigrafi, iyi bilinen baskı tekniğine dayanmaktadır [90, EIPPCB,]. Mürekkep geçirgen zar bir çerçeve üzerinde gerilir, yağdan arındırılır, durulanır ve kurutulur. Gümüş halojenür ve polivinil alkol/asetat bazlı foto-duyarlı bir emülsiyon uygulanır ve kurutulur. Film, amonyum hidrojen dikromat ile duyarlılaştırılır. Işıkla görüntü uygulanır ve banyo (develop) edilir. Ekranlar tekrar kullanılırsa, enzimler, sodyum hipoklorit ve periodat gibi oksitleyici soyma çözeltileri kullanılarak temizleme işlemi yapılır. Kalıntılar tolüen, ksilen veya bütil asetat kullanılarak çıkarılabilir. Parça deseni için daha yüksek çözünürlük gereksinimleri nedeniyle, serigrafi süreci, fotoğraf baskısı sürecine karşı giderek önemini kaybetmektedir.

Çevresel hususlar
Atıklar geri kazanılamaz.

Su bazlı atık sular gerektiğinde arıtılabilir.

Ekranların temizliğinde solventler kullanılabilir.

2.11.2 Üretim adımları

2.11.2.1 Mekanik ve kimyasal hazırlık

Laminantlar boyutlara göre kesilir.
Işık-duyarlı kaplama uygulanmasından önce (bkz. Bölüm 2.11.2.3), boş laminantın boyut ve şekle göre kesilmesi veya elektrik kontak ve yerleştirme deliklerinin karta açılması gerekir, bkz. Pano tasarımı, Bölüm 2.11.1.1 .

Laminant, bozunmuş bakır yüzeyini çıkarmak için temizlenir. Bir ön temizleme işlemi, sonraki işlemler için temiz bir yüzey sağlar (Bölüm 2.3.4'teki gibi), ancak PCB'lerde yüksek doğrulukta bir devre için, düzgün bir yüzey seviyesi de gereklidir. Temizleme işlemleri tipik olarak yatay sürekli üretim hatlarında ardışık olarak yapılır.

Temizlik
Bakır yüzeyi başlangıçta NaOH veya tensitler ve asit (H_3PO_4) karışımları ile temizlenir. Bunu ilave üç değişik süreç takip eder [159, TWG, 2004]:

- **Fırçalama**
  Fırçalama istasyonları, daha sonra bir su duşu altında kıl silindir fırçalar veya dokuma olmayan aşındırıcıların kullanılmasıyla aşındırılmış bakırın yıkanması için devre kartı yüzeyini pürüzlendirir. Kıl fırça ayrıca nikel gümüş veya bronz olabilir. Eşit olmayan aşınmadan kaynaklanan kalınlık problemleri sallanan silindirler ile aşılabilir. Yüzey pürüzlülüğü 1,5 ila 2,5 µm arasında olmalıdır. Ardından, kuru veya sıvı ışık-duyarlı kaplamanın yapışması, yüzey birimi başına çukurların ve gözeneklerin sayısına bağlıdır.

  Yüzey daha sonra bir durulama zincirinde püskürtülme ile temizlenir (genellikle bir taşıyıcı sistemde) (bkz. Bölüm 4.7).

- **Aşınma**
  İnert bir ponza çamuru (SiO_2%72.0, Al_2O_3%13.0, K_2O%4.2, Na_2O%3.5 (bilinmeyen %7.3), bakırın soyulmayıp sadece yüzeyinin Rz = 1.6 ila 1.9 µm yüzey pürüzlülüğüne yeniden yapılandırılması için yüksek basınçta püskürtülür. Bu işlemden sonra, yüzey yüksek basınç altında (10 bar) durulanır ve daha sonra kurutulur.

- **Kimyasal pürüzlendirme veya mikro-aşındırma**
  Bu, ya bakır klorür ya da asidik sodyum persulfat asitlemesi kullanılan püskürtmeli aşındırmadır ve çok ince iç kaplamalar için tercih edilen yöntemdir, çünkü kaplamanın mekanik bir hasarı olmamalıdır. Persülfat asitleme, yaklaşık 100 ml/l sülfürik asit ve 70 ila 120 g/l sodyum persülfattan oluşur. Mikro-aşındırma işlemi sırasında, bakır değeri sürekli olarak yükselir. Derişim yaklaşık 30 g/l'lik bir değeri aşar aşmaz performansı azalır ve çözelti yeniden hazırlanmalıdır. Daldırma işlemi sırasında, derişim alkali çözeltide bakır hidroksit bulamacı olarak çökeltilir, preslenir ve atık olarak atılır veya elektrolitik olarak geri dönüştürülür.

Yüzey kademeli durulama sistemi içinde durulanır ve ardından kurutulur.

Fazla su, silecek silindirleri ile levhalardan ayrılır ve daha sonra, hemen hemen hiç basınçsız önceden ısıtılmış bir hava akımı ile kalan nem buharlaştırılır.

Çevresel hususlar
Durulama zincirinden çıkan atık, boşaltımdan önce hat-içi nötralizasyon modülü ile işlenebilir.

Bakır, santrifüj veya filtreleme ile mekanik olarak geri kazanılabilir ve bu, kademeli durulama ile birleştiğinde, atık suyun geri dönüştürülmesini ve durulama işleminin hemen hemen-kapalı devre çalışmasını mümkün kılabilir.

Atık suların boşaltıldığı yerlerde, tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilirler. Bununla birlikte, bakır kolayca çözünebildiği için, olabildiğince çok bakır parçacıkların kaynağında alınması önemlidir. Asit çözeltilerinde çözülürse, nötralizasyon, topaklaşma ve çökeltme gerektirir; karmaşık oluşursa, arıtılması daha zor olabilir (bkz. Bölüm 2.13.1.1).

Laminant ve PCB atıkları ve kesme atıkları, metallerin geri dönüşümü için uzman şirketler tarafından toplanabilir.

2.11.2.2 Delme

Modern yüksek yoğunluklu levhalarda, delikler mümkün olduğunca küçük, çoğunlukla 0,5 mm'nin altında delinir. NC kontrollü tek-başlıklı makineler kullanılır, ancak giderek artan sayıda CNC/DNC denetimli çok-başlıklı makinelerin yanı sıra HDI teknolojisi için çok yüksek delik yoğunlukları üretmek için kullanılan lazer ve X-ray delme makineleri de kullanılır.

Çok-başlıklı CNC delme makineleri, aşırı derecede eğme-dirençli, nispeten hafif ve buna ek olarak hızlı ivmelenme ve yerleşme özellikli masa yapılarına sahiptir. Hava yataklı başlıklar, tek tek kontrol edilen Z ekseni modülleriyle 100000 dd'den daha yüksek hızlara ulaşabilir.

Çevresel hususlar
Kompresörler ve hava üfleyiciler genellikle yüksek frekanslarda gürültü üretir. Modern delme makineleri genellikle gürültüyü azaltmak ve temiz oda çalışma koşullarını korumak için dolaplarda bulunur.

Aşınmaya dayanıklı tungsten karbür matkap uçları kırılmaya karşı dirençlidir ve yeniden bilenerek yüksek delik sayımı elde edilebilir.

Delme ve havsalama işleminden elde edilen talaş sadece küçük miktarlarda üretilir ve metal içeriği çok düşük olduğundan geri dönüştürülemez.

Yaygın olarak kullanılan alüminyumdan yapılmış giriş plakaları ve matkaplar (yeniden bilenmesi mümkün olmayan) %100 oranında geri dönüştürülebilir. Delik-altı plakalar ya bertaraf edilir ya da üreticiye geri gönderilir. %10 ile%25 arasında kalan metal içeriği ile delme ve havsalama işlemlerinde oluşan tozlar atık olarak bertaraf edilir.

2.11.2.3 Birincil görüntünün üretilmesi

Optik-plakalardan gelen kartlar üzerindeki referans işaretler dahil olmak üzere parça görüntüsünü üretmek için kullanılan iki tip foto-rezist (veya rezist) vardır (bkz. Şekil 2.27):

- rulo kaplama ile uygulanan sıvı rezist
- lamine-kaplama ile uygulanan kuru rezist.

MLB'ler için iç tabakalar ya serigrafi ya da kuru rezist (kuru film) ile oluşturulabilir. Dış katmanların örüntüsü genellikle kuru bir rezistle oluşturulur. İzole durumlarda üçüncü bir işlem, serigrafi kullanılabilir. Foto-baskı için üç işlem aşaması, kaplama (sıvı veya kuru), pozlama ve biçimlendirmedir (tabetme). Bu işlem adımları otomatik hale getirilebilir ve sürekli bir işlemde gerçekleştirilebilir.

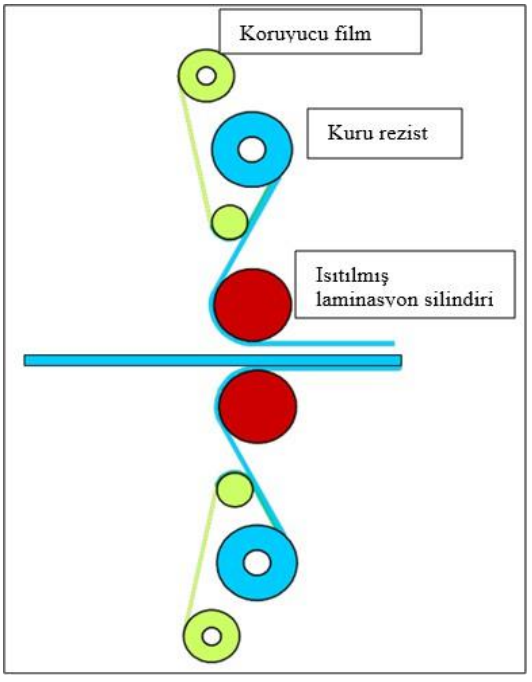
Kaplama
İlk adımda, ön işlemden geçirilen yüzey, sıvı olarak veya kuru olarak mevcut olan ışık-duyarlı bir tabaka (foto-rezist) ile kaplanır. Kaplama için iki önemli işlem mevcuttur: sıvı rezist için silindir kaplama ve kuru rezist için tabakalama. Tablo 2.3, her iki sistemin avantajlarını ve dezavantajlarını göstermektedir.

- Rulo kaplama (sıvı rezist). Sıvı rezist, akrilatlar, foto-başlatıcılar ve dolduruculardan oluşur ve ölçülü bir aralıktan dağıtılır ve plaka yüzeyi üzerine kırışık bir kauçuk silindir tarafından basınç altında yayılır. Silindir kırışıklığı, temas basıncı ve sıvıdaki katı içerik nedeniyle kaplama 2 ila 12 µm arasında bir kalınlığa ayarlanır. Rezist sürekli olarak filtrelenir ve bir depolama tankından dolaştırılırken akışkanlığı da izlenir. Hasarlı silindirler arızalı kaplamalar ürettiğinden ötürü silindirlerin durumu önemlidir. İç tabakalar her iki tarafta kaplanır ve daha sonra hat-içi kızılötesi kurutucularla kurutulur. Konveyör hızı, yüksek verimli sıvı rezist ile yaklaşık 2 - 4 m/dakikadır. Malzeme kayıpları, yalnızca teçhizatın temizliği sırasında veya rezist değiştirirken meydana gelir.

Tablo 2.3: Birincil görüntüleme için rezist tabaka türlerinin karşılaştırması [122, UBA, 2003]

Süreç	Avantajları	Dezavantajları
Rulo kaplama (sıvı resist)	Az film kalınlığı (yaklaşık olarak 2 - 12 µm)	İnce-delik oluşumu riski
	Düsük malzeme kullanımı nedeniyle atık sulardaki düşük kirlilik	Çözücü salınımları Yönetmeliği altında azaltma gerektirebilen %50'den fazla VOC bazlı solvent içerir.
	Kullanılan malzemede yüksek verim	Banyo ve soyucudan gelen akışkanın ultrafilitrelenmesi sırasında olası sorunlar
	Düşük yatırım	Fazla enerji gereksinimi
	Bakırın düşük alt-aşındırması	İç tabalarda kısa devre riski
İnce lamel (kuru rezist)	Kuru rezistten ötürü sabit film kalınlığı	Film kalınlığı 37.5 µm, fazla akışkan ve rezist atığı yaratan fazla rezist giderme
	İnce-delik yok	Yüksek yatırım
	Kurutucu olmadığından, düşük enerji harcama	
	VOC salınımı yok	

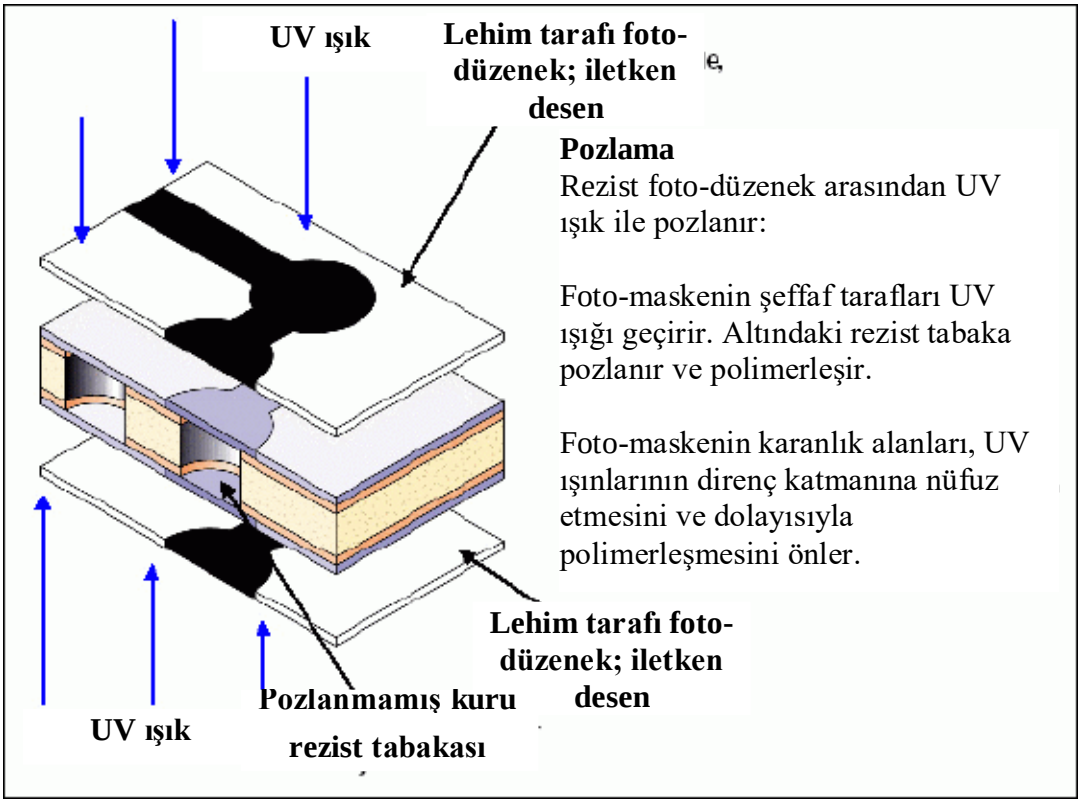
- Tabakalama (kuru rezist) (Şekil 2.30). Kuru rezistler çeşitli katmanlarda yapılandırılmıştır. Sadece sarı ışıklı temiz oda koşullarında, ışık-duyarlı emülsiyon, 25 µm kalınlığında bir polyester taşıyıcı folyo üzerine perde kaplaması şeklinde uygulanır, kurutulur ve bir polietilen koruyucu tabaka ile kaplanır. Bu sandviç, iç tabakanın yüzeyine kaplandığı bir kâğıt veya plastik bir silindir çekirdek üzerine rulolanır. Merkez çekirdeği silindir sistemi olan manuel veya tam otomatik tabakalayıcılar kullanılır. İşlemi etkileyen başlıca faktörler: boyutsal kararlılığı sağlayan alüminyum çekirdekli tabakalama silindiri, sıcaklık, temas basıncı, tabaka yüzeyinin dalgalanması, tabakalama hızı ve bakır yüzeyinin ön işlem yöntemidir.



Şekil 2.30: Kuru Rezist Uygulaması

Pozlama

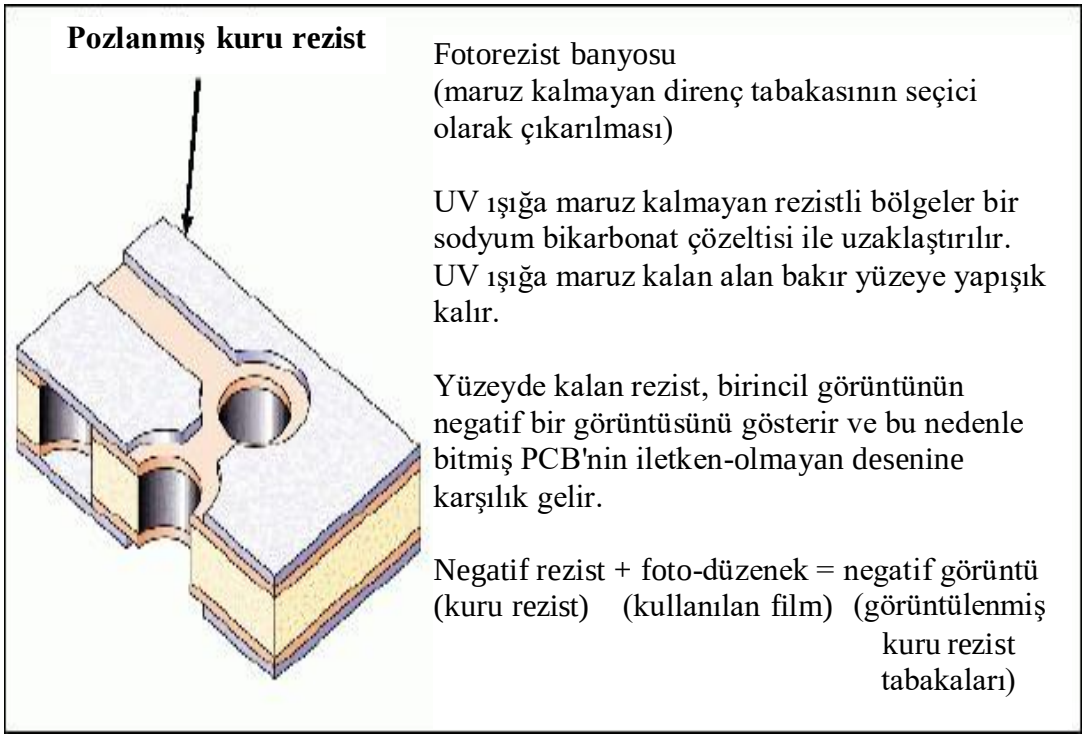
Görüntü, temiz odalarda kehribar (sarı) ışık koşullarında ya manuel ya da otomatik görüntüleme teçhizatında foto-baskı ile her fotorezist tipine yazdırılır. Şekil 2.30'da, fotorezist tabaka (bkz. Bölüm 2.11.2.3), optik-plakanın şeffaf alanları içinden geçen ve alıcının monomer bileşenlerini çapraz bağlayarak polimerize eden UV ışıkta pozlanır. Elde edilen polimer aşağıdaki biçimlendirme (tab etme) işlemine dirençlidir.



Şekil 2.31: Fotoresist pozlama

Fotoresist banyosu

Tabaka (rezist) yatay sürekli hat boyunca geçerken bir sodyum karbonat çözeltisi püskürtülerek banyo edilir. Bu adım aşağıdaki süreç için son iz modelini (izler, delikli yüzeyler ve SMD'ler (yüzey montaj cihazı) için yüzeyler) ve zemin düzlemlerini ortaya çıkarır (Şekil 2.32).



Şekil 2.32: Rezist banyosu

Tipik banyo hattı, ana banyo odası ve bunu takiben taze sodyum karbonat kaynağı olan daha küçük bir odadan (lardan) oluşur. Bu, panel yüzeyinin temiz banyo çözeltisi ile durulanmasını sağlar ve kirlenmiş çözeltinin sonraki taze suyla durulama kısmına sürüklenmesini azaltır. Banyo odasının ilk%60 ı konik püskürtücüler ile ve geri kalan kısmı da fanlı jet püskürtücüler

ile donatılabilir. Manifoldlar, püskürtme duşlarının mekanik etkisini artırmak ve daha iyi bir çözelti değişimi sağlamak için bir salınım ile donatılmıştır. Fan jet püskürtücüler, işlemin yönüne göre yaklaşık 30 - 40 ° 'lik bir açıda monte edilmelidir. Çoklu püskürtme çubukları durumunda, bunlar birbirine karşı monte edilebilir.

Serigrafi süreci
İzole durumlarda, izli-olmayan PCB'ler hala serigrafi teknolojisi kullanılarak üretilmektedir. Panelin bakır yüzeyi, Bölüm 2.11.1.3'te açıklanan bir ekran aracılığıyla uygulanan özel bir mürekkeple kaplanmıştır. Açıkta kalan bakır yüzeyler, ardından gelen aşındırma işlemi sırasında çıkarılacaktır. Desen bitişi; yine de lehim maskesi ile daha fazla işlem yapılabilir (Bölüm 2.11.2.11'e bakınız). Serigrafi mürekkepleri, çözücüler veya sodyum hidroksit çözeltisi ile çıkarılabilir.

Çevresel hususlar
Tablo 2.3, iki tabakalı kaplama tekniklerinin avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymaktadır.

Solvent Salınım Yönergesi tarafından azaltılması gereken VOC salınımlarına neden olan buharlaşan çözücüler, sıvı rezistlerde %50'den fazla vardır [97, EC, 1999, TWG, 2004 # 159]

Pozlama aşaması atık veya atık su üretmez. Soğutma suyu yeniden dolaştırılabilir. Banyo aşaması, sürüklenmeyi ve taze durulama suyunu azaltmak için banyo sisteminin ardışık statik durulamalarını kullanabilir (bkz. Bölüm 4.7).

Soyulan rezist, banyo aşamasında atık sudan filtrelenebilir.

Halojenli çözücüler tarafından soyulması (sıyrılması) gereken serigrafi mürekkepleri artık alternatiflerle ikame edilebilir.

İşlem tankları, genellikle üretilen aerosolleri atmak için duman çeker ve sıvı fırçalama ile donatılmıştır.

Atık sular, nötralizasyon ve çöktürme dahil olmak üzere arıtılmayı gerektirebilir.

Kuru rezistlerin ambalajlanması ve korunması önemli miktarda atık üretir. Ayrıştırma ve geri dönüşümü zor olan, farklı plastik çeşitleri kullanılır. Bazı malzemeler geri dönüşüm için ayırılabilir ve iade edilebilir. Ayrıntılı ambalajlama gereksinimleri nedeniyle, tedarikçilere dönüş genellikle mümkün değildir. İç katmanlar için sıvı rezist kullanarak ortaya çıkan atıkların en aza indirilmesi mümkündür.

2.11.2.4 Delik içi kaplama (hat, delik içi kaplama)

Delik içi yapılan kaplama, çift taraflı bir kartın her iki tarafındaki iletken izleme düzlemleri arasında veya MLB'lerin çoklu hat düzlemleri arasında elektriksel olarak iletkenlik bağlantıları sağlar. Genellikle üç aşama vardır, yağ-giderme (temizleme), aktifleştirme ve elektroliz (otokatalitik) bakır kaplama. Bununla birlikte, otokatalitik bakırın doğrudan kaplama ile değiştirilmesi eğilimi vardır (bu bölümün sonundaki çevresel hususlara bakınız).

Not: Bu işlemi, bileşenlerin kablolarının karta delinmiş deliklere yerleştirildiği bir PCB yapım tekniği olan delikli yapı ile karıştırmayın. Bunun yerini şimdi büyük ölçüde yüzeye monte edilen bileşenler almıştır.

Yağ-giderme - yağ filminin kaldırılması
Yüksek delme ve matkap hızı matkap deliklerinin ısınmasına ve giderek delinmiş polimer kalıntılarının delik çevrelerinde film gibi yayılmasına neden olur. Bu kalıntıları kaldırmak önemlidir, yoksa kaplanacak metal tabakası üzerine zayıf bir yapışma olacaktır. Kalan artıklar, ayrıca lehimleme işlemi sırasında (gazlaşma) buharlaşarak daha sonra sorunlara yol açabilir.

Yağ-giderme işlemi en iyi şekilde birçok çalışma aşamasında potasyum veya sodyum permanganat kullanılarak gerçekleştirilir:

- fosforik asitle yağ giderme
- aşındırıcı silindirlerle çapak alma
- sodyum hidroksit, butil diglikol ve katkı maddeleri ile şişme
- permanganat ve sodyum hidroksit ile permanganat işlemi

- İstenmeyen oksitleme-tekrarının önlenmesi için hidrojen peroksit ile temizleme işlemi.

Konsantre sülfat asidi kullanılarak (%96) arka-aşındırma işlemi yerine permanganat işlemi kullanılır.

Plazma aşındırma işlemi vardır, ancak nadiren kullanılır.

Tablo 2.4: Yağ-giderme işlemlerinin karşılaştırılması [122, UBA, 2003]

İşlem			
	Yağ-giderme (sıklıkla kullanılır)	Aşındırma-arka (Daha az sıklıkla kullanılan)	Plazma (seyrek kullanılır)
Kullanılan teçhizat	Yatay işlem modülü	Yatay hatlı birim	Vakum odacığı
İşlem	Sürekli	Sürekli	Parti işlemi
Ortam	Potasyum permanganate, alkali	Sulfirik asit (96 %)	O_2/F_2/HF/Freon
Tepkime tipi	Oksitleme	Reçine-çözücü, sulfonatlama	Radikal tepkimesi
Kalıntılar	Potasyum permanganat	Çözünmüş reçine (çamur)	Florlanmış yüzey 'kül'
İşlem hızı	Hızlı	Hızlı	Ortadan yavaşa doğru
İşlem basamaklarının sayısı	3 – 4	2	2 – 3
Cam liflerin /yapıştırıcının tutunma etkisi	Yok	Güçlü	Orta
Uygunluk	Epoksi	Epoksi	Poliakrilamidler, polyester, epoksi
Düşük yapılı bakırın tutunması	İyi	Memnuniyet verici	Yeterli
Yüksek yapılı bakırın tutunması	Memnuniyet verici	Yetersiz	Sorunlu

Çevresel hususlar
Tablo 2.4 İşlemleri ve kalıntıları karşılaştırmaktadır.

Aktivasyon ve elektroliz (otokatalitik) bakır kaplama
Bölüm 2.5.8'e bakınız.

Doğrudan kaplama
Doğrudan kaplamada, bir bakır tabaka yerine iletken bir polimer tabakası uygulanır. Genel süreçler ya polimer-karbon ya da paladyum biriktirilmesine dayanmaktadır.

Aşağıdaki liste, olası süreçlerden birinin sırasını ve koşullarını göstermektedir (DMSE, doğrudan metalleştirme sistemi değerlendirmesi):

- DMSE şartlandırıcı — 60 °C, 3 ila 5 ml/l
- durulama — ortam sıcaklığı
- oksitlemeli şartlandırma ($KMnO_4$, NaOH) — 90 °C her biri 50 g/l
- katalizörleme (katalizör DMSE) — 20 °C 65 %
- sabitleme (H_2SO_4) — 20 °C 100 g/l
- kurutma — Yüksek sıcaklık

İlk işlem adımları sırasında (takiben potasyum permanganat ile oksitlemeli şartlandırma)

mangan dioksit oluşur. Mangan dioksit, katalizleme sırasında bir monomer bileşiği (bir tiofen türevi) ile reaksiyona girer. Sabitleme banyosunda sülfürik asit, manganez dioksit ve monomer bileşiğinin tepkimeye girerek iletken bir polimer tabakası oluşturmasına neden olur. Bu tabaka, sonraki elektrolitik bakır kaplama işlemi sırasında iletken bir tabaka olarak işlev görür.

Çevresel hususlar

Otokatalitik bakır banyolarının, değiştirilmeye ihtiyaç duymadan önce sınırlı bir ömrü vardır. Banyoların bertaraf edilmesi zordur (bkz. Bölüm 2.5.8). Onlar, kullanımı zor, doğal olarak kararsız ve atık sularda taşınan EDTA içeren kompleksleyici bileşikler ve formaldehit kullanır. Özellikle EDTA ile elde edilen otokatalitik bakırın yerine "doğrudan kaplama" uygulanmaya başlanırken, modern HDI'ler için gerekli olan yüksek teknik standartlar hem otokatalitik işlemin kullanımı hem de EDTA kullanımının yeniden canlanmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, doğrudan kaplama kullanımı tekrar artmaktadır ve otokatalitik bakır banyolarının yaklaşık%60'ı doğrudan kaplama ile değiştirilmiştir [122, UBA, 2003].

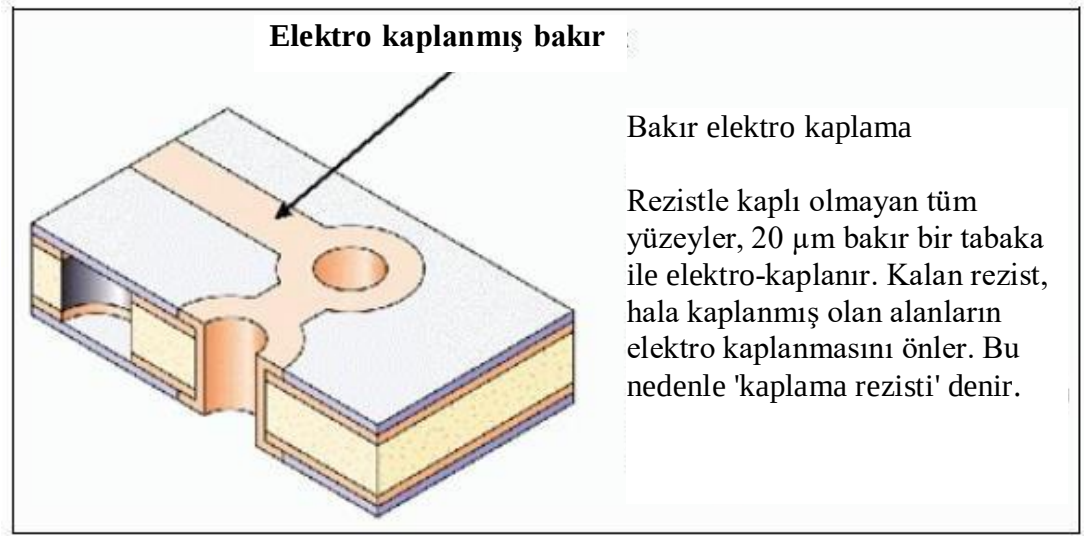
Kir temizliğinde krom tuzları kullanmıştır. Ancak, şimdilerde potasyum veya sodyum permanganat ile ikame edilebilirler (yukarıdaki paragrafta doğrudan kaplama işlemi açıklamasına bakınız).

Kompleksleştirici içeren doğrudan kaplama banyoları, toplu olarak işlemden geçirilmeli veya ayrılmalı ve ayrı olarak işlemden geçirilmelidir. Paladyum içeren durulama suları, metali çıkarmak için işlenir. Durulama suyu kademeli ters akımlı olabilir (bkz. Durulama, Bölüm 4.7). Kompleksleştirici maddelerle birleştikten sonra, atık su, tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir. Hidroksit çamuru, yüksek bir metal içeriğine sahip olduğu için geri dönüştürülebilir (bkz. Bölüm 4.17).

2.11.2.5 İletken desen elektro-kaplanması

Birincil görüntünün oluşturulma sürecini takiben, elektro kaplama işlemleri aşağıdakiler için kullanılır:

- İletken yapıların (birincil görüntü) üstüne-ekleme (tabaka kalınlığının artması)
- aşındırıcı ortama karşı bakır bir yüzeyin korunması (aşındırma dayanımı)
- temas uçlarının değerli metallerle kaplanması.



Şekil 2.33: Bakır elektro kaplama

Ön temizlik, oksit giderme ve asitleme

Şimdiye kadar serigrafi veya fotoğraf baskısı ile işlenmiş olan paneller yağ, parmak izleri vb. kalıntıları ortadan kaldıracak şekilde temizlenir (Bkz. Bölüm 2.3). Bunlara ilk önce asidik, alkali veya nötr çözeltiler içinde ön-yıkama yapılır. Açık bakır yüzey (iletken desen) üzerindeki

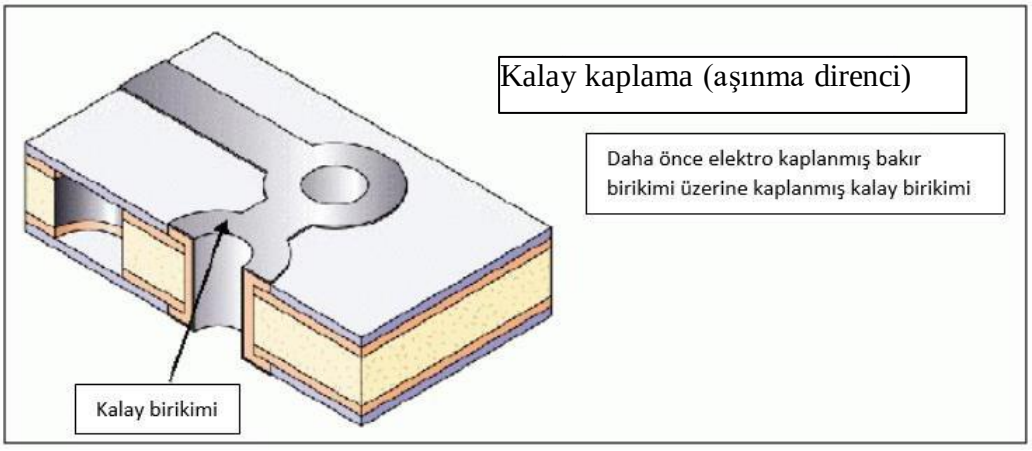
oksit daha sonra ya sodyum persülfat çözeltileriyle ya da sülfürik asit/hidrojen peroksit çözeltileri ile giderilir. Burada 0.5 ile 1µm arasında bakır aşındırılır. Bakır yüzey, kaplama için taze aktif yüzey sağlamak amacıyla sonunda asite daldırılır.

Bakırın elektrolitik çökelmesi

Genel olarak, birincil görüntü, yüzeyin kaplama direnci tarafından korunmadığı pencerelerdeki bakır tabanlı yüzey üzerinde en az 20 µm kadar kalınlığa büyütülür, bkz. Şekil 2.33 (orantılı olarak delik çeperlerinde daha az). Ayrıntılar için, bkz. Bölüm 2.5.1

Aşınmaya karşı-kalay elektro kaplama

Elektrokapalı birincil görüntüyü aşındırma ortamına karşı korumak için bakır yüzey, Bölüm 2.5.6'da tarif edilen bir kalay tabakayla kaplanır (Şekil 2.34).



Şekil 2.34: Kalay elektro kaplama

Altın veya diğer değerli metallerle elektro kaplama

Fişli konnektörler için bağlantı uçları genellikle altın kaplıdır. Nadir durumlarda, rodyum, rutenyum veya paladyum ile cilalanır. Bölüm 2.5.7'ye bakınız.

Çevresel hususlar

Rezist aşındırıcı elektrolitler genellikle kurşun ve kalay floroborat çözeltilerine dayanıyordu. Birçok Yönerge, ürünlerde kurşun kullanımını kısıtlamaktadır ve PCB üretimi için %100 kalay kaplamaları kullanmak üzere 1 Temmuz 2006'da elektro kaplama banyolarındaki kurşun katkı maddeleri kaldırılacaktır. (Yönergeler şunlardır:

- Ömrünü Tamamlamış Araçlar (ELV) Yönergesi [99, EC, 2000]
- Atık Elektrikli ve Elektronik Cihazlar (WEEE) Yönergesi [96, EC, 2003] ve
- Elektrikli ve Elektronik Teçhizatlarda Belirli Zararlı Maddelerin Kısıtlanması ve Kullanımı Hakkında Yönerge (ROHS Directive) [98, AT, 2003]).

Müşteri gereksinimlerini karşılamak için uygun ürünlerde (yeniden akış panoları) 10 µm kaplama için kalay/kurşun (%60/40) içerikli elektrolit hala kullanılmaktadır, ancak kurşun içeriği azaltılmaktadır.

PCB üreticileri ve kimyasal tedarikçileri, kurşunsuz elektrolitlere hızla dönüştürebilecek konumdadır.

Kimyasal bakır kaplama, "temiz teknoloji" teknikleri olarak adlandırılan paladyum, grafit veya iletken kopolimerlerle değiştirilebilir.

İşyeri atmosferinin bozulmasını önlemek için, işlem tankları, üretilen aerosolleri çıkarmak için duman çeker üniteleri ile donatılabilir.

Atık sular atık su arıtma tesisinde arıtılmayı gerektirebilir. Bu uygulamalar arasında filtreleme, nötralizasyon ve çöktürme yer alır.

2.11.2.6 İç katman yapışması

Oksitleme işlemleri yaygın olarak kullanılmıştır ve aşağıda tarif edilmiştir. Ancak, diğer süreçler yeni yeni ortaya çıkmaktadır (bazen oksit alternatifi uygulamalar olarak adlandırılmaktadır). Bir tipi yüzeyde bir bakır azole kompleksi oluşturur. Bu süreçlerin gelişimi hızla artmakta ve giderek artan daha yüksek teknik gereksinimleri tarafından yönlendirilmektedir [159, TWG, 2004].

İç katmanlardaki bakır yüzey, çekirdekler ve prepregler arasındaki yapışmayı iyileştirmek ve daha sonraki tabaka ayrışmasını (yapraklanmayı) önlemek için (çok katmanlı levhaların ayrılması) Cu(I) 'e oksitlenir. 0.5 - 5 µm oksit tabakası iki işlemden biriyle oluşturulur:

- kahverengi oksit işlemi en yaygın olarak kullanılır ve hidrojen peroksit, organik katkılar (pasivasyon için) ve klorürden (sadece mg miktarında) oluşarak 30 °C'de gerçekleşir.
- siyah oksit işlemi, sodyum fosfat (Na_3P0_4), sodyum hidroksit (NaOH) ve sodyum klorat ($NaClO_2$) veya hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 80 °C'de gerçekleştirilir.

Her bir bileşenin derişiminin buharlaşma hızına eşit ilaveler tarafından korunması ile atıklar en aza indirilebilir.

İşlemden sonra iyi bir durulama gereklidir (bkz. Bölüm 2.4).

Çevresel hususlar
Kahverengi oksit işlemi, daha düşük sıcaklıklarda çalıştığı ve klorat veya Hipoklorit kullanılmadığı için artan bir şekilde kullanılmaktadır.

İşlem hava çekerlere ihtiyaç duyabilir.

Atık sular en aza indirilebilir (yukarıya bakınız) ve tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir.

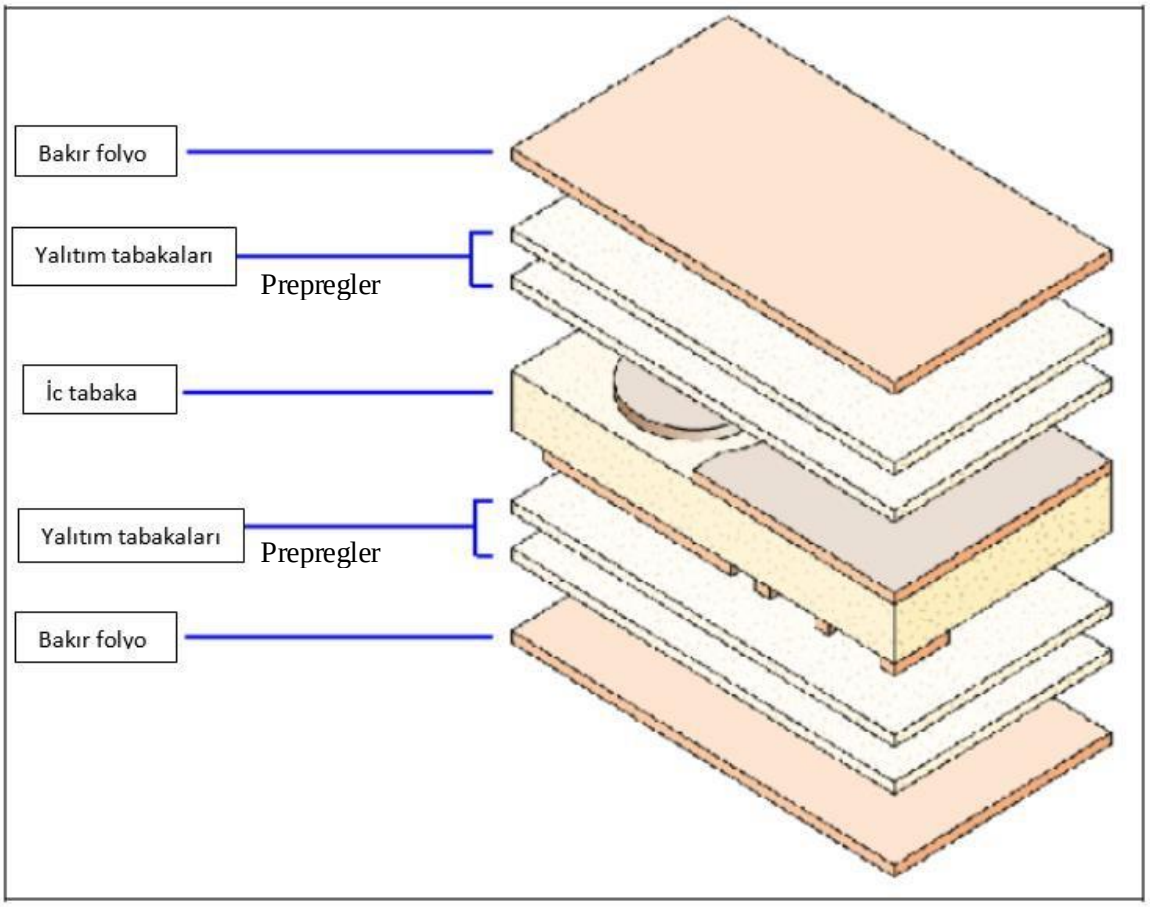
Yaklaşık 24 aylık aralıklarla yeni bir banyo yapılır ve alkali çökeltme ile toplu işlemden sonra atılabilir.

Oksit alternatifi uygulamalar kimyasal ve su tüketimlerini ve böylece atık oluşumunu azaltır.

2.11.2.7 Tabakalama

Hem tabakalar hem de yalıtım tabakaları (prepregler) güçlü bir şekilde yapışmalıdır, ve oksitlenmiş bakır yüzeylerin kullanımı (bkz. Bölüm 2.11.2.6) cilalanmış kart tabakalarının ayrışmasını önler. Çok katmanlı yapının ön oksitlenmiş çekirdekleri, yapıştırma tabakaları (prepreg'ler) ve bakır folyolar (dış tabakalar) ile kaplanır, bkz. Şekil 2.35.

Prepregler, önceden şekillendirilip cam elyaf ile güçlendirilmiş epoksi reçine levhalarıdır. Basınç ve sıcaklığın etkisi altında sıvılaşırlar ve iç çekirdeklerle bağlanırlar.



Şekil 2.35: Çok katmanlı bir kartın şematik görünümü

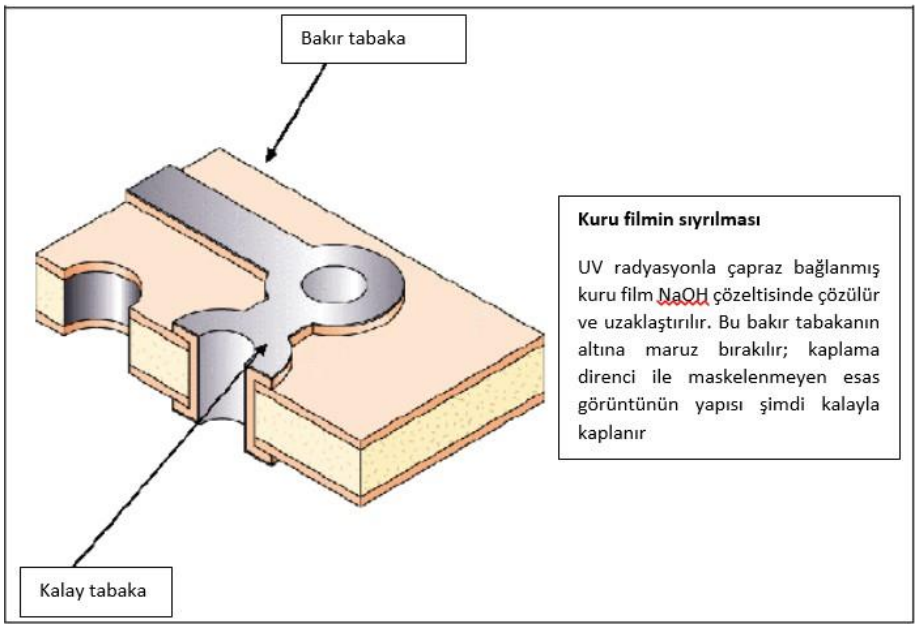
Tabakalama işlemi için başlıca çalışma adımları şunlardır:

- Serilme istasyonunda yerleşme (kayıt)
- Vakum presde tabakalama
- Tabakalama aracının sökülmesi
- MLB'nin kenarında şişmelerin kırpılması.

Çevresel hususlar
Tabakalamada ve kırpmada çıkan atıklar, uzman şirketler tarafından metalleri geri kazanmak için geri dönüştürülebilir.

2.11.2.8 Resist Soyma

Elektro-kaplamadan sonra, fotoresist film devre görüntüsünü tanımlama amacını yerine getirdiğinden ötürü, tümüyle kart yüzeylerinden uzaklaştırılır (Şekil 2.36).



Şekil 2.36: Kuru filmin sıyrılması

Rezist soyucular hem sulu kuru film hem de sıvı fotorezistleri tamamen kaldırmak için tasarlanmıştır. Rezist soyucular, bakır veya kalay/kalay-kurşuna tutunmaksızın rezistin hızla çıkarılması için formüle edilmiştir. Denetimli şişme özellikleri, ince desenler arasındaki bağlantıyı en aza indirir.

- tipik çalışma sıcaklığı 30 °C [159, TWG, 2004]
- bekleme süresi yaklaşık 60 - 120 saniye.
- çözelti Almanya sistemlerinde organik katkı maddesi kullanılmadan çalışılmasına rağmen, alkali (NaOH veya KOH 10 - 20 g/l) çözelti, butil glikol veya butil diglikol gibi organik katkı maddeleri ile seyreltilir [159, TWG, 2004]

Çevresel hususlar
Bakır salınımları ve çözünebilir organik katkı maddelerden KOİ.

Soyucu, filmi, sıvıdan filtrelenerek kolayca uzaklaştırılabilen büyük parçacıklara ayırır., Akışkan filtreleme ve buharlaştırma ile konsantre hale getirilebilir. Burada elde edilen damıtık su arıtma sistemine (KOİ için) gönderilebilir ve konsantre ise tehlikeli atık olarak ele alınır.

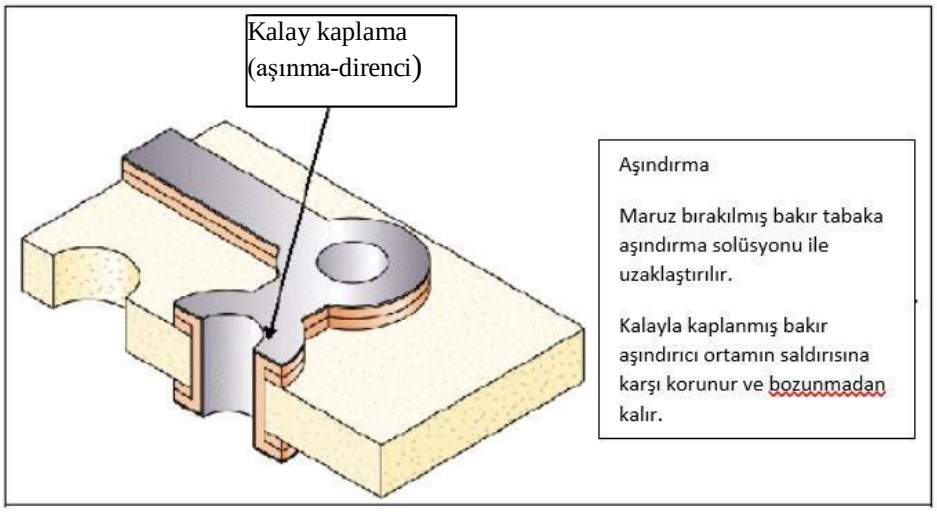
Çalışma ortamının bozulmasını önlemek için, işlem tankları, üretilen aerosolleri çıkarmak için duman çeker ile donatılabilir.

Atık sular bir arıtma tesisinde arıtılmayı gerektirebilir. Bu uygulamalar arasında filtreleme, nötralizasyon ve çöktürme yer alır.

2.11.2.9 Aşındırma

Baz (kullanılmayan) bakırın tamamen uzaklaştırılması için aşındırma işlemi gerçekleştirilir, böylece yalnızca kalay/kalay-kurşun kaplama (etch resist) ile korunan devre deseni kalır, bkz. Şekil 2.37. Tipik olarak, modern aşındırıcılar, 50 °C'de dakikada 5 ila 50 mikron kalınlığında bakır çıkarır.

Kullanılan aşındırıcının türü, kullanıldığı teçhizat ve aşındırma oranının hepsi, ortaya çıkan alt kesme miktarını etkilediğinden, büyük öneme sahiptir. Alt kesme (undercut), metal aşındırma rezistinin koruması altındaki bakırın çözülmesi sonucu metal rezist köprü oluşumudur.



Şekil 2.37: Aşındırma

Aşağıdaki aşındırıcılar kullanılmaktadır:

- amonyaklı aşındırıcılar: amonyum tuzları (klorür, sülfat, karbonat): Örneğin, kalay (metal-rezistli teknoloji) kullanılan gibi metal kaplama ile dirençli hale getirilmiş olan PCB'ler neredeyse sadece bu işlemde kullanılır ve kullanım sıklığı ise yüksektir. Atmosferik oksijen, oksitleyici bir madde gibi davranır.
- asidik aşındırıcılar: bir başlangıç çözeltisi olarak kullanılan bakır (II) klorür (yaklaşık olarak 30 g/l Cu), HCI varlığında metalik bakır ile birleşir ve bakır (I) klorürü (CuCl) oluşturur. Hidroklorik asit (200 - 240 mg/l) ve hidrojen peroksit varlığında, aktif olmayan bakır (I) oksitlenerek bakır (II) 'ye dönüşür. Bu yöntem iç katman aşındırma, tek taraflı, çift taraflı ve çok katmanlı izsiz (non-pth) kartlar için kullanılır.
- hidrojen peroksit/sülfürik asit mikro-aşındırma için ve persülfat sülfürik asit yerine kullanılır.
- asidik, demir klorür ($FeCl_3$) artık nadiren kullanılmaktadır.

Aşındırma, çoğunlukla yatay hatlı tesislerde gerçekleştirilir. Örneğin, kalay (metal-rezistli teknoloji) kullanılan gibi metal kaplama ile dirençli hale getirilmiş olan PCB'ler, daha sonra, neredeyse tamamen amonyaklı aşındırıcılarda işlenir. Bazlar, amonyum klorür, amonyum sülfat ve amonyum karbonat gibi amonyak bileşikleridir. Hava oksijeni oksitleme maddesi olarak görev yapar. Aşındırma çözeltisi aşağıdaki değişkenlere sahiptir [159, TWG, 2004]:

- pH : 8,0 - 9.5
- sıcaklık : 20 - 45 °C.
- bakır : 145 - 170 g/l
- halid : 235 - 265 g/l; klorür içeriği 4 - 4.5 mol/l
- redoks potansiyeli : yaklaşık 600 mV.

Sağlık ve güvenlik gereksinimlerini karşılamanın yanısıra amonyak gidermek ve rahat bir çalışma ortamı sağlamak için havalandırma gereklidir. Denetimli bir denge gereklidir. Aşırı havalandırma, pH ve amonyak seviyelerini düşürecektir; yetersiz havalandırma aşırı dumanlara ve pH ve amonyakta artışa neden olur. İdeal olarak, havalandırma sadece aşındırma hattında uygulanmalıdır.

Çevresel hususlar

tehlikeli maddelerin taşınması ve depolanmasının yanısıra önemli miktarda bakırın geri kazanılması ve aşındırıcı kirlenmesinin (doyması) en aza indirilmesi için metotlar mevcuttur.

Amonyaklı aşındırıcının kullanıldığı durumlarda, çalışma ortamını sağlık ve güvenlik seviyeleri içinde tutmak için işlem tankları, üretilen aerosolleri ve dumanları çıkarmak için duman çeker ile donatılabilir. Duman salınımı ise atık sudaki amonyak seviyesini artıran sulu ovalama

(scrubbing) gerektirebilir.

Atıklar, aşındırıcının kimyasına bağlı olarak tipik bir atık su arıtma tesisinden önce ayrı bir arıtma işlemi gerektirebilir.

Aşındırma çözeltileri genellikle işleme için tedarikçilere veya harici şirketlere geri gönderilir. Bu, kullanılan banyo çözeltilerinin, işlenen ve depolanan yenileriyle değiştirilmesini içerir. Tesis içi yeniden işleme, ilave geri dönüşüm modülleriyle mümkün olabilir.

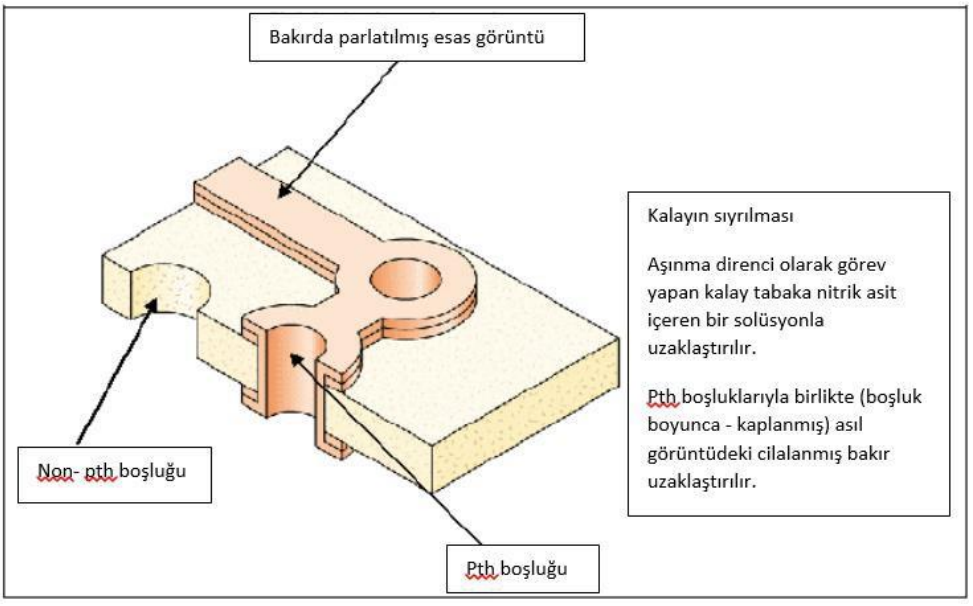
Asidik aşındırma çözeltileri: Asidik aşındırma işleminde üretilen konsantreler (hidroklorik asit, bakır klorür ve hidrojen peroksit) dış tedarikçiler veya yükleniciler tarafından geri dönüştürülür. Tüm parametrelerin optimum yönetimi ve bakırın zenginleştirilmesiyle, bu atıklar satılabilir. Yenilenen hidroklorik asit işlemde tekrar kullanılabilir. Diğer geri dönüşüm yöntemlerinin başarılı olduğu kanıtlanmamıştır.

Amonyak aşındırma çözeltileri: önemli miktarlarda bakırın geri kazanılması ve tehlikeli maddelerin depolanması ve taşınması ile birlikte, aşındırıcı doymasının en aza indirilmesi için işlemler mevcuttur, bakınız Bölüm 4.15.7.

2.11.2.10 Kalay soyma

Bu işlem şu anda tipik olarak iki aşamalı kalay-kursun soyma tekniği olarak yatay modda gerçekleştirilmektedir. İlk aşama intermetalik tabakaya kadar, daha sonra ikinci aşamada intermetalik tabaka soyulur ve böylece lekesiz bir bakır yüzey bırakır. Hidrojen tetrafloroborat, kalay floroborat veya nitrik asit çözeltileri kullanılır:

- aşama 1: sıcaklık ve daldırma süresi, 25 - 35 °C' de 20 - 60 saniye
- aşama 2: Sıcaklık ve daldırma süresi, 25 - 35 °C'de 10 - 30 saniye.



Şekil 2.38: Kalay rezistin sıyrılması

Çevresel hususlar

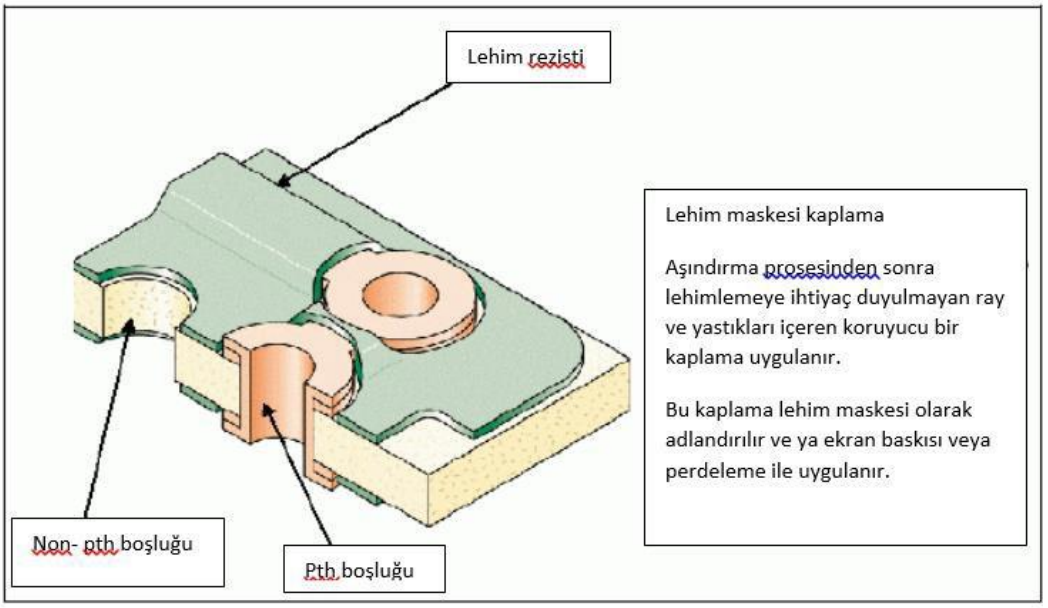
Çalışma atmosferinin bozulmasını önlemek amacıyla, işlem tankları oluşan aerosollerin atılması için duman çeker ile donatılabilir.

Atık sular bir arıtma tesisinde arıtılmayı gerektirebilir. Bu uygulamalarda filtreleme, nötralizasyon ve çöktürme yer alır. Tesiste yeniden işlemenin, geri kazanılan metal miktarı için yararlı olduğu kanıtlanmamıştır.

2.11.2.11 Lehim maskesinin uygulanması

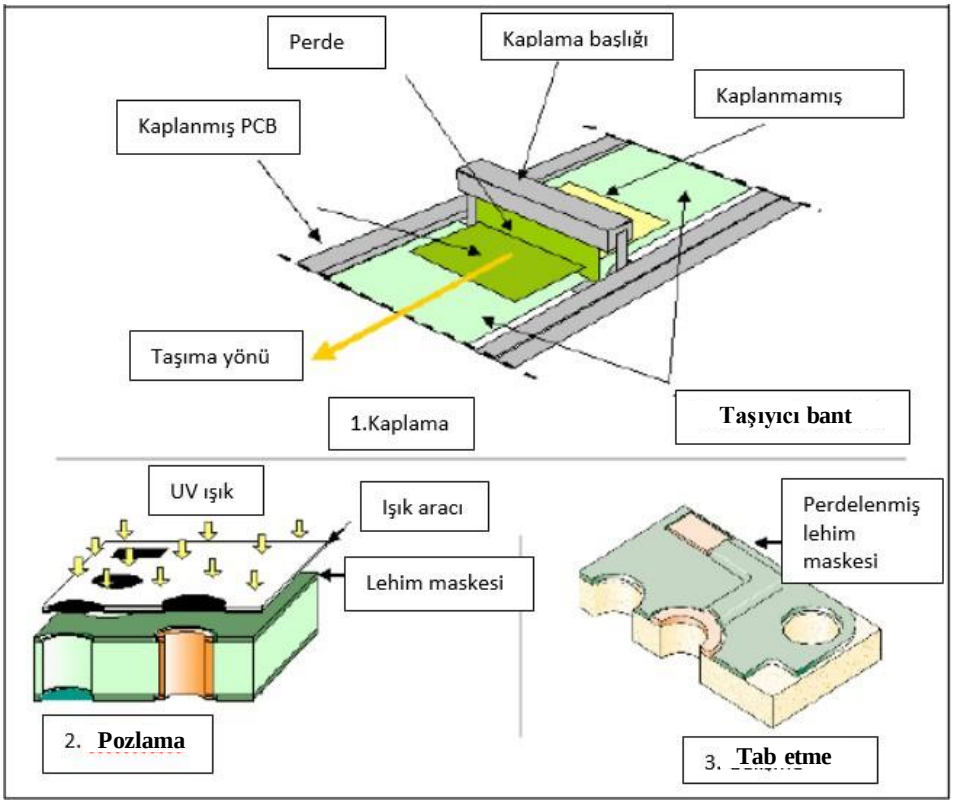
Aşındırma rezistinin sıyrılmasından sonra, PCB'ler üzerindeki korumasız bakır yüzeyler, bileşenler levhaya eklenirken lehimleme işlemi sırasında, korozyondan ve lehim köprülemeden (lehimleme sırasında desenler arasında istenmeyen bağlantılar oluşturulması) korunmaya ihtiyaç duyar. Montaj sürecinde gerekli olmayan tüm bakır kısımlar, bir yalıtım reçine matrisi ile kaplanır (Şekil 2.39 ve Şekil 2.40'a bakınız). Çeşitli yöntemler mevcuttur, en önemlileri serigrafi ve perde kaplamadır.

Serigrafi Bölüm 2.11.1.3'te tanımlanmıştır. Buradaki farklılık, lehim maskesinin uygulanmasıdır. Ancak, bu teknik normalde yüksek hacimli üretim için kullanılmaz.



Şekil 2.39: Lehim maskesi ile kaplama

Perde kaplama daha verimli ve yüksek üretim hacimleri için kullanılır. Paneller, bir lehim maske perdesi boyunca yatay bir kayış (yaklaşık 20 m/dakika) üzerinden geçirilir. Kaplama duyarlı hale getirildikten sonra bir fotoğraf şablonundan pozlanır (aşınma rezistine benzer şekilde, bakınız Bölüm 2.11.2.5). Aşınma resisti banyosunda olduğu gibi, pozlanmayan yüzeyler, bir sodyum karbonat veya etil glikol banyo çözeltisinde seçilerek aşındırılır: sulu alkali maskeler giderek daha fazla kullanılmaktadır. Paneller daha sonra hat içinde durulanır, kurutulur ve sertleştirilir, bkz. Şekil 2.39.



Şekil 2.40: Perde uygulaması ve lehim maskesinin sertleştirilmesi

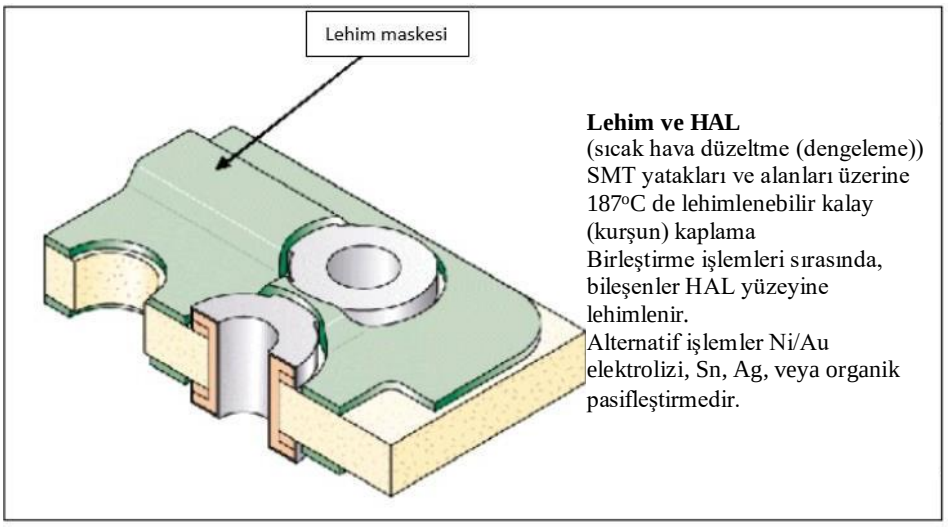
Çevresel hususlar

Işığa duyarlı mürekkeplerden ve maskelerden kaynaklanan artıklar bertaraf edilir. Cilaların (lacquers) temin edildiği kaplar, içeriklerinin boşaltılmasından sonra da hala içerikleri ile ilgili kalıntılarına sahip olabilirler. Bu kaplar geri dönüşüm için toplanabilir

2.11.3 Ek yüzey sonlandırma işlemleri

Birçok yüzey sonlandırma işlemi vardır: Sıcak Hava Lehim Tesviyesi (HASL), Organik Lehimlenebilirlik Koruyucu (OSP), Akımsız Nikel Daldırma Altın (ENIG), Daldırma Gümüş (ImmAg), Daldırma Kalay (ImmSn), Döngü-Akışlı Kalay/Kurşun, Elektrolitik Nikel Altın, ve Akımsız Palladium. Bunlardan bazıları aşağıda ve 2.5.7 ve 2.5.9 bölümlerde açıklanmıştır. Hangi adımların uygulanacağının seçimi, özelliklere ve takip eden süreç gereksinimlerine bağlıdır. Bu endüstri hızla geliştiğinden ötürü, endüstri web sitelerinde daha fazla bilgi bulunabilir. [159, TWG, 2004].

Bir lehim maskesi uygulaması, bileşenlerin yüzey montajı için alanlar (pedler ve yerler olarak adlandırılır) bırakır. Bu yüzeyler, bileşenlerin lehimlenmesi hemen gerçekleşmezse genellikle Ni/Au tarafından korunmaya ihtiyaç duyar.



Şekil 2.41: Sıcak hava tesviyesi

2.11.3.1 Lehim uygulaması

Buna Sıcak Hava Tesviyesi (HAL) veya Sıcak Hava Lehim Tesviyesi (HASL) denir. Ön temizlemeden (yağ giderme, deoksitleme ve kurutma) sonra levhalar bir akışkan (reçine) banyosuna daldırılır, ardından yaklaşık 240 °C'de ötektik bir kalay-kurşun banyosuna daldırılır. Erimiş kalay-kurşun, yüksek basınç altında deliklerden dışarı üflenir. Bu sıcak hava bıçağı, Şekil 2.41'deki gibi, yaklaşık 1 - 25 µm'lik bir kalınlığa sahip kalay-kurşun yatağını dengeler. Levhalar durulanır ve kurutulur.

Çevresel hususlar
Durulama, ısıl olarak çatlamış akışları içeren sıvı atık maddeler üretir ve bu nedenle kimyasal oksijene ihtiyaç duyar.

Duman çeker gerekebilir.

HAL işleminde kullanılan kalay-kurşun lehimin kullanılması, ELV Direktifi [99, EC, 2000] ve ROHS Yönergesinin [98, EC, 2003] gerekliliklerini karşılamak üzere 1 Temmuz 2006 tarihine kadar sonlandırılacaktır. Alternatifler, kurşunsuz lehimleme veya kalay, nikel/altın elektrolitik kaplama veya organik maddelerdir ki bunlar desenlerde (tracks) ve deliklerdeki metalik bakırın kirlenmesini ve oksitlenmesini önler ve malzemelerin lehimlenebilirliğini korur.

Ortaya çıkan çapak ve lehim ticari bir değere sahiptir ve tesis dışı işlemler için tedarikçilere geri gönderilir.

2.11.3.2 Nikel altın ve/veya kalay

Yüzey hazırlığı yapıldıktan sonra, bir elektrolitik nikel tabakası uygulanır (bkz. Bölüm 2.5.8), ardından daldırma altın kaplama takip eder (bkz. Bölüm 2.5.9) [159, TWG, 2004].

Çevresel hususlar
Değerli metaller geri kazanılabilir.

2.11.3.3 Organik pasifleştirme

Organik pasifleştirmeler, yatay hareketli hatlarda giderek daha fazla kullanılmaktadır. 0.2 - 0.3 µm'lik koruyucu bir tabaka asetik asit, imidazol türevleri ve amonyak bileşikleri çözeltisinde biriktirilir. Bu tabaka lehim işleminden hemen önce bir akışkan ile temizlenir.

Çevresel hususlar
Durulama suları ve konsantreler atık su arıtma tesisinde arıtılabilir. Ön ayırma ve/veya işlem, metallerle komplekslerin oluşmasını önlemek gerekebilir.

2.11.3.4 Diğer faaliyetler - Rafları ve kaplama tamburları soyma

Kaplama rafları ve kaplama Tamburlari üzerindeki metal birikintiler düzenli olarak soyulmalıdır (bakınız Bölüm 2.3.9). Akımsız bakır kaplamada kullanılan taşıyıcılar genellikle sodyum persülfat çözeltilerinde soyulur. Bakır ve kalay elektro-kaplanmış metal taşıyıcılar genellikle nitrik asitle veya anodik bir işlemde kimyasal olarak soyulur.

2.12 Yardımcı girdiler

Yüzey işleminde kullanılan araçlar arasında doğal gaz, propan gazı ve/veya sıvılaştırılmış propan gazı (LPG), akaryakıt, kömür, elektrik ve su bulunmaktadır [128, Portekiz, 2003].

2.12.1 Enerji

Enerji kullanımı Bölüm 1.4.3'te açıklanmıştır. Elektrik, elektrokimyasal süreçler için doğru akım şeklinde kullanılır. Kullanılabilirliğe ve maliyete bağlı olarak işlemdeki ısıtma için gaz, petrol, kömür ve/veya elektrik kullanılabilir.

Elektrik ayrıca işlem soğutma ve duman çeker için kullanılır. İşleme tabi tutulan işin yüzeylerinin kurutulması için gaz ve/veya elektrik kullanılmaktadır.

Bir taşeron asit çinko kaplama atölyesi için kullanım başına tipik enerji tüketimi oranları şunlardır:

- ön işlem ve çinko kaplama için doğru akım 20 - 40%
- ön işlem ve çinko kaplama için ısıtma 20 - 40%
- çinko kaplama için işlemde soğutma %0 - 17
- duman çekme 5 - 13%
- sürücü motorlar, kurutma, alan ısıtma, aydınlatma %13 - 40.

2.12.1.1 Elektrik

Enerji üç fazlı beslemeden çekilebilir ve/veya yüksek voltaj kaynaklarından düşürülüp çekilir. Bu AC kaynaklar, doğrultucular ve anodlar arasındaki çubuk iletkenler yoluyla tesislerde oluşacak elektrokimyasal tepkimeler için DC güce çevrilir. Bölüm 1.4.3'te vurgulanan bu faaliyetlerle ilişkili önemli enerji kayıpları olabilir.

İşlemde işlenen yüzeyin m^2'si başına elektrokimyasal tepkimedeki elektrik güç tüketimi, işlem kimyasına göre değişebilir. Asit çinko gibi bazı işlemler, diğerlerinden (siyanür çinko gibi) daha fazla güç verimlidir, çünkü diğerlerindeki elektrokimyasal yan tepkimelerde da (bu durumda, siyanürün oksitlemesi) enerji kaybolur.

2.12.1.2 Fosil yakıtlar ve işlem ısıtma

İşlemlerin gerçekleştirildiği teknelerin birçoğu verimli şekilde çalışmak için çevre sıcaklıklarının üzerinde ısıtılmalıdır. İşlem çözeltisi için ana ısıtma kaynakları olarak petrol ve gaz (ve muhtemelen bazı durumlarda kömür) kullanılır. Tekneler genellikle ısıtma bobinleri boyunca dolaşan sıcak bir sıvı ile dolaylı olarak ısıtılır. Yüksek basınçlı sıcak su sistemleri (suyun, basınç altında ve 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda dolaştırılabildiği) ve termik akışkan sistemleri (100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda da çalışabilen yağlar) kullanılan alan için daha büyük bir enerji girişi sağlayabilir, ve işlem sıcaklığının 100 °C'ye yakın olduğu yerlerde gerekli olabilir. Basınçsız sıcak su, işlem sıcaklıklarının 85 °C'nin altında olduğu yerlerde kullanılabilir.

Su bazlı sistemlerden kaçaklar genellikle işlem çözeltilerine zarar vermez, ancak ekonomik gerikazanım ile yenilenemeyecek kadar çözeltileri sulandırabilir. Termal sıvı sızıntıları işlem çözeltilerinin tamamen değiştirilmesini gerektirebilir, ancak daha kolay gözlemlenir.

Yakıcılar (Brülörler) doğrudan ısı tanklarına monte edilebilir [128, Portugal, 2003]. Tek elektrikli tank (daldırma) ısıtıcıları, küçük tank hacimli (kıymetli metaller ve makaradan makaraya kadar) işlem hatlarında yaygın olarak kullanılır ve daha büyük tank hacimlerine sahip elle çalıştırılan hatlarda kullanılabilirse de ancak düşük verimli olur veya çalışma sıcaklıklarına ulaşmak için diğer sistemlere yardımcı olmada kullanılabilir.

Enerji kullanımı, işlemin verimli bir şekilde çalışması için gerekli çalışma sıcaklığına ve sistemden kaynaklanan ısı kayıplarına bağlıdır.

Elektrokimyasal süreçlerde ısı, akımın çözeltiden geçmesinden de kaynaklanır ve bazı kimyasal işlemler ekzotermik olabilir.

2.12.1.3 Süreç çözeltilerinin soğutulması

İşlem kalitesinin optimum verimi ve işlem kimyasallarının parçalanmasını en aza indirmek için birçok işlem bir sıcaklık aralığının korunmasına ihtiyaç duyar. İşlem yapmaya başlamadan önce ısı girişine ihtiyaç duyabilirler (örneğin, bir gece süresince çalışmazsa), ancak elektrokimyasal tepkimeler sırasında geçen akım veya bazı kimyasal tepkimeler, çözeltiyi gerekli aralıkların ötesinde ısıtabilir. Daha fazla bilgi [85, EIPPCB,] 'de verilmektedir. Yüzey işleminde kullanılan üç yaygın sistem vardır:

- en basit soğutma sistemi olan bir defa-akıtma sisteminde, su teknelerde bir kez soğutma sisteminden geçer ve kanalizasyon kanallarına ya da yüzey sularına boşaltılır: su, şehir kaynağından, yakındaki bir nehirden ya da yeraltı suyunu çıkaran bir sondaj deliğinden sağlanabilir. Su, boşaltılmadan önce tesisteki diğer kullanımlarda (kullanılmış durulama suyu veya arıtılmış atık su gibi) geri dönüştürülebilir. Soğutma suyu, nehir veya yeraltı suyunun filtrelenmesi gibi, kullanımdan önce arıtma gerektirebilir. Bu sistemler en yüksek su kullanımına sahiptir ve bir tesiste suyun en büyük kullanımlarından biri olacaktır.
- devirdaimli soğutma kulesi sistemlerinde, soğutma suyu sürekli olarak bir soğutma kulesi aracılığıyla geri dönüştürülür. Bununla birlikte, soğutma kulesi üzerindeki suyun çalıştırılması, sistem içinde korozyona neden olabilecek yüksek bir çözünmüş oksijen seviyesi içerir ve kuledeki suyun buharlaşması, asılı katıların birikmesine neden olabilir. Devirdaim eden su bu nedenle aşınmayı önlemek için arıtma gerektirebilir ve fazla çözünmüş katıların birikmesini önlemek için suyun bir kısmı dönemsel boşaltılmalıdır.
- soğutma sıvısının dışarıdaki hava ile temas halinde olmadığı kapalı sistemlerde. Bu, korozyonu en aza indirir ve çözünmüş katı madde birikmesi yoktur. Soğutma sistemi soğutulabilir veya fan soğutmalı radyatörlerden geçirilebilir.

Elektrik, soğutma sistemlerinde pompalama ve soğutma için de tüketilmektedir.

2.12.1.4 Tesisteki diğer enerji gereksinimleri

Elektrik aynı zamanda yardımcı teçhizat için de kullanılır, bkz. Bölüm 1.4.3 Çalışma ve depolama alanlarındaki ısıtma, soğutma ve havalandırmanın enerji kullanımı, tesis inşaatına, lokasyona (kuzey veya güney Avrupa gibi) ve ısı ve işlem hatlarından çıkan dumanların yanı sıra su buharı kayıplarına bağlı olacaktır.

2.12.2 Su

Su temini ve kalitesi bu sektörde kritik öneme sahiptir. Soğutmada kullanılabilir (bkz. Bölüm 2.12.1.3) ancak diğer büyük kullanımı, bir sonraki işlemin kirlenmesini, iş parçasının veya alttaşların aşırı-tepkimesini veya boyanmasını önlemek için işlem aşamaları arasındaki durulamalardır (bkz. Bölüm 2.4). Su kullanımı gereken kalite ve kullanılabilecek kaynağı (ları) belirler ve bir tesis farklı amaçlar için birden fazla su kaynağına sahip olabilir. Su kaynakları:

- sondaj
- nehir

- şehir (şebeke) suyu
- yıkama veya arıtılmış atık su gibi tesisattaki diğer kullanımlardan geri dönüşüm.

2.13 Çevreye potansiyel salınımların azaltılması

Bu bölüm, potansiyel salınımlar için azaltma uygulamalarının seçeneklerini özetler. Ana salınımlar, Bölüm 1.4.4'te açıklanmıştır. Potansiyel çevresel salınımlar, Bölüm 2'nin önceki bölümlerinde açıklanan her faaliyet için önemli çevresel faktörler olarak tanımlanır. Bunlar:

- atık sularda kirletici salınımı
- tehlikeli atık üretimi
- havaya salınımlar.

Havaya salınımlar bunlardan en az önemli olanıdır. [104, UBA, 2003] Herhangi bir salınım, yerel düzenlemeleri de (çevresel kalite standartları veya mevzuat) içeren çevresel düzenlemeleri (IPPCD, art 9 ve art 10 [1, EC, 1996]) yerine getirmek için arıtma gerektirebilir [121, Fransa, 2003] .

2.13.1 Atık su

Kimyasal ve elektrolitik aktivitelerle yüzey işlemine yönelik tesisler ağırlıklı olarak su bazlı olup hem inorganik hem de organik kirleticiler içeren önemli miktarlarda atık su üretmektedir. Çok geniş aralıklı işlem ve hammadde çeşitleri demek, atık suların zamana, işleme ve tesise göre değişik bileşimlerde ve karmaşık olduğu anlamına gelir.

Kirleticilerin su ortamına girmesini önlemek için en etkili yöntem, malzeme kaybını en aza indirmektir. Su-bazlı işlemlerde, malzemeler durulama sularına sürüklenerek kaybolur ve durulamada bu malzeme kayıplarının en aza indirilmesi, durulama ve sürüklenme kontrolü için yöntemlerin açıklandığı Bölüm 2.4, 4.6 ve 4.7'de tartışılır. Bu bölümlerde su kullanımının en aza indirilmesi de tartışılmaktadır.

Aşağıdaki konular en uygun atık su arıtma yöntemlerini seçmek ve salınım sınır değerlerini belirlemek için temel oluşturur [111, ACEA, 2003] [3, CETS, 2002]:

- atık suya neden olan işlemlerin türü
- atık su hacmi ve bileşimi
- atık su salınımının akıbeti veya kullanımı (yani, iç veya dış yeniden kullanım, belediye atık su arıtımı için deşarj veya yüzey sularına doğrudan deşarj) ve ilgili kalite standartları veya gereksinimleri (çevre: su ve/veya kanalizasyon çamuru alma standartları veya üretim gereksinimleri) [111, ACEA, 2003]
- yasal salınım gereksinimleri
- aynı suyoluna veya kanalizasyona boşalan diğer akarsuların kompozisyonu (bu, yasaların düzenlenmesi için olabilir)
- belirli bir süreci uygun hale getirmenin daha geniş çevresel etkileri (örneğin, az miktarda çevresel kazanç için yüksek enerji tüketimi).

Atık su arıtımı, genellikle [87, EIPPCB,] ve özellikle bu sektör için [6, IHOBE, 1997, 13, UNEP, vd., 2002, 21, Agences de l'Eau de France ve arkadaşları, 2002] yayınlar gibi başka yerlerde detaylı olarak açıklanmıştır. Aşağıdaki bölümler (Kısımlar 2.13.1.2 ila 2.13.1.15), genel olarak kirletici maddelerin ve bunları arıtmak için kullanılan faaliyetlerin kısa bir açıklamasıdır.

Atık su, işlemlerde kullanılmış reaktifler ve bozulma ürünleri tarafından kirletilir. İlgili kirleticilerin asıl bileşenleri koruyucu (bkz. Bölüm 1.4.4.1) metal iyonları (katyonlar) ile siyanür veya kromat gibi zehirli anyonlardır. Atık su arıtma işlemlerinin bazıları kendi kendine ileri arıtma gerektiren kirlilik üretebilir, bu nedenle aşağıdaki bileşen kategorilerinden herhangi biri veya hepsi mevcut olabilir ve bu bölümde tartışılmıştır [21, Agences de l'Eau de France, ve diğ., 2002] ve bkz. Bölüm 1.4. 4:

- organik malzemeler (Bölüm 2.13.1.2)
  - o karışmaz - halojenlenmemiş yağlar, yağlar, çözücüler
  - o karışmaz – halojenlenmiş yağlar, yağ çözücüler, boya çözücüler
  - o çözünür - ıslatıcı maddeler, parlatıcılar, organik iyonlar ve ligandlar, ör. asetat, EDTA (Bölüm 2.13.1.8), KOİ olarak ifade edilen organik maddeler
  - o AOX - atık arıtımında potansiyel olarak oluşur
- partiküller, asılı katı maddeler - metal hidroksitler, karbonatlar, tozlar ve tozlar, film kalıntıları, metalik parçacıklar vb. (Bölüm 2.13.1.4)
- asitler ve alkaliler (Bölüm 2.13.1.3)
- metaller- işlem faaliyetlerinden kaynaklanan çözünebilir anyonlar (Bölümler 2.13.1.5, 2.13.1.6 ve 2.13.1.7)
- Azotlu malzemeler - $NH4^{+}$, NO_3^{-}, NO_2^{-} (Bölüm 2.13.1.9) gresleme, temizleme, kaplama, fosfat kaplama, ısıl işlem, kimyasal nikel kaplama, vb. işlemlerden
- siyanürler - CN^{-}, SCN^{-}; yağ giderme, kaplama vb. (Bölüm 2.13.1.10) işlemlerden
- florürler-ovalama, pasivasyon, parlatma, kaplama vb. (Bölüm 2.13.1.12) işlemlerden
- Fosfatlı bileşikler - yağ giderme, fosfat kaplama, parlatma, kimyasal nikel kaplama vb. (Bölüm 2.13.1.13) işlemlerden
- sülfürler (Bölüm 2.13.1.11)
- diğer tuzlar - Cl^{-}, SO^{-4} , K^{+}, Na^{+}, Ca^{+2} (Bölüm 2.13.1.14).

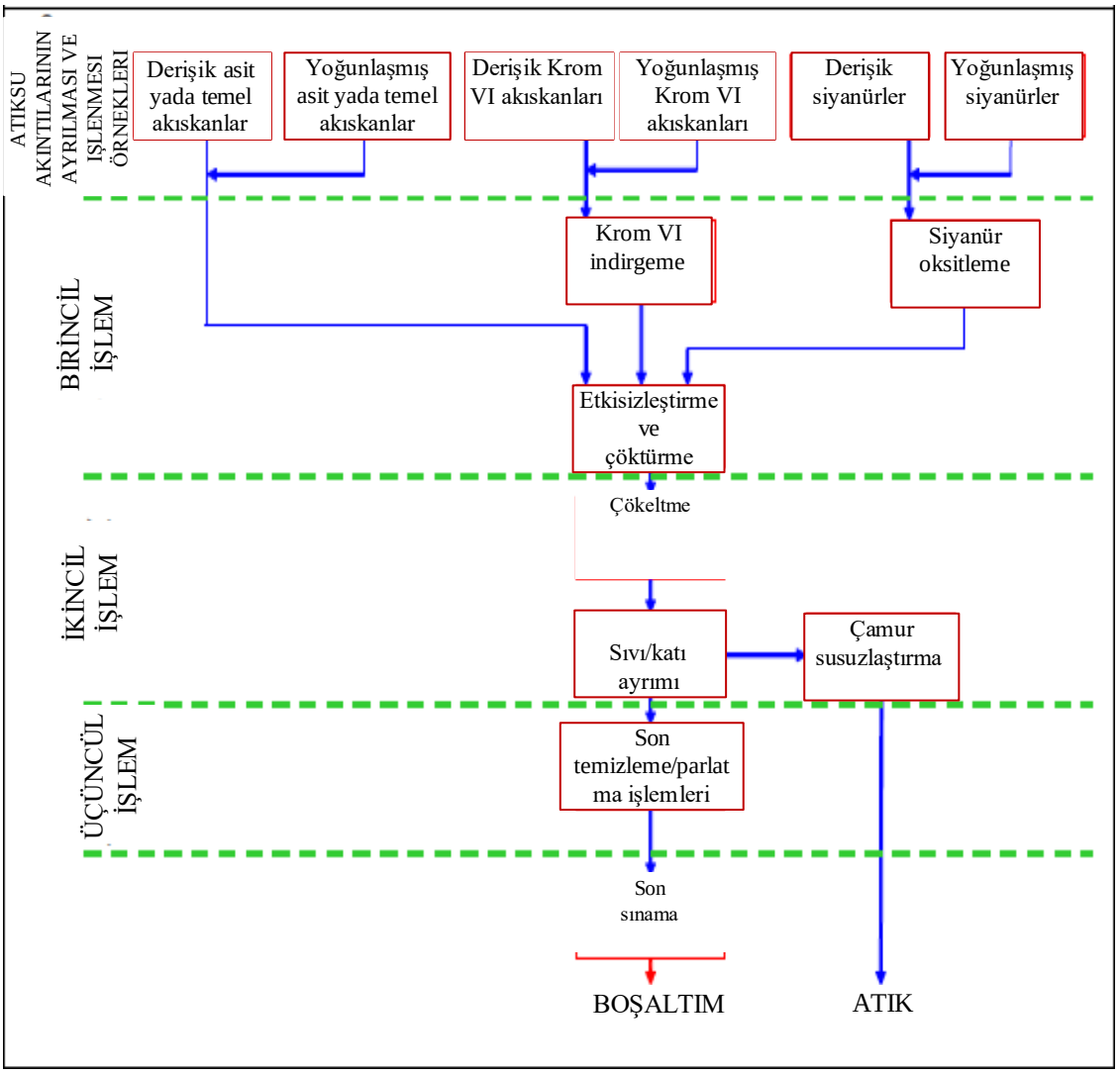
Tüm kirleticiler birine veya her ikisine de ihtiyaç duyar:

- yok etmek veya daha az zararlı kimyasala dönüştürme veya daha kolay yönetilen veya çıkarılabilir kimyasal türlere değiştirmek için kimyasal arıtma
- önceden belirlenmiş seviyelere indirmek için sudan ayırma. Kirletici maddelerin sudan uzaklaştırılması, filtreleme ve/veya çökeltme teknikleriyle ve ardından doğru pH'de topaklaşma ve çökeltme ile gerçekleştirilebilir.

Bazı durumlarda, tüm atık su arıtma tesisi karışık atık akışlarıyla çalışabilir. Bazı maddelerle, Bazı maddelerle, ayrı deşarjdan veya müteakip olarak karışık arıtmadan önce atık su akımlarının bireysel arıtma için ayrılması tercih edilir.

Arıtma işlemi akışın tamamı ya da oranları için banyolu yada sürekli olabilir [3, CETS, 2002]. Banyo işlemi, denetlemek ve yönetmek için daha kolay olabilir, ancak arıtılacak akışı karşılaması için daha büyük kapasiteli tesis gerektirir ve daha doğrudan yönetim süresi gerektirebilir. Sürekli arıtma, daha karmaşık kontrol sistemleri ve bunların bakımını gerektirir.

Şekil 2.42 tipik bir atık su arıtma tesisi için akış çizelgesini tanımlar.



Şekil 2.42: Tipik bir atık su arıtma tesisi için akış çizelgesi [21, Agences de l'Eau de France ve diğ., 2002]

Ayırma normalde kirletici maddelerin sudan uzaklaştırılmasıyla olur, fakat aynı zamanda suları kirletici maddelerden çıkararak da olabilir:

- atık çamur bırakan, buharı yoğuşturulan yada yoğuşturulamayan buharlaşma ile
- biraz saflaştırılmış ve saf olmayan kirliliği artmış atık su üreten ters osmozla saflaştırma

Kalan konsantreler, diğer malzemelerin eklenmesiyle veya kalan suyun buharlaştırılmasıyla bir katıya indirgenebilir [3, CETS, 2002].

2.13.1.1 Arıtma teknikleri

Aşağıdaki bölümlerde çeşitli arıtma teknikleri belirtilmiştir. Bazıları ayrıca işlem çözeltisi bakımı, gelen suyun arıtılması ve geri dönüşümden önce atık suların arıtılması için de kullanılır, bkz. Bölüm 2.7.

2.13.1.2 Organik maddeler

Karışmayan organikler
Bunlar iki gruba ayrılır:

- halojen içermeyen - yağlar, gres/boya, çözücüler
- halojenli yağlar, yağ çözücü, boya çözücüler.

Bunlar, ilk olarak, sıvı/sıvı faz ayrımı ile, yüzdürme (örneğin yağlar, elektro-baskı katıları gibi) veya uçucu maddeler gibi fiziksel ayrıştırma yoluyla çözünürlük sınırlarına indirgenebilir. Uçucu organikler için, çözünürlük sınırının altındaki seviyelerin gerekli olduğu durumlarda, iki seçenek mevcuttur [3, CETS, 2002]:

- havadan ayırmalı hava soyma (air stripping), örn. aktif karbonla, yaklaşık 1 mg/l civarında olur ve atık su aktif karbondan geçirilerek son işlemin yapılır
- karbondioksite oksitleme (ve halojenli organikler durumunda halojen asit); UV ışınları ve hidrojen peroksit ilavesi kullanılır.

Çözünebilir organik maddeler
Islatıcı maddeler, parlatıcılar, organik iyonlar ve ligandlar, ör. asetat, EDTA vb.

Ayırıcı maddeler, metallerle bileşik oluşturarak metallerin pıhtılaştırma ve çökeltme yoluyla atılmasının zorlaştırırlar ve eğer fazla ise, dış ortamda metalleri çözebilirler [22, Fraunhofer, 2002]. Karışmayan organik maddelerin derişimi, UV ışıması ve hidrojen peroksit ilavesiyle (tipik olarak 30 dakika) oksitleme (hipoklorit gibi) ile azaltılabilir veya bunların zararlı etkileri kalsiyum klorür/hidroksit gibi iyi huylu bir metal tuzu ilavesiyle azaltılabilir [3, CETS, 2002].

KOİ azaltılması
Atık suda çözünmüş organikler, kimyasal oksijen ihtiyacını (KOİ) artırır. Mevcut bileşiklerin türleri, hem kimyasal hem de biyolojik olarak oldukça değişken parcalanma oranlarına sahiptir. Ters (yukarı) akış önleme, genellikle KOİ yükünü azaltmada en kolay seçenektir.

KOİ'nin arıtma gerektirdiği yerlerde, belediye atık su arıtma tesisine boşaltım düzenleyerek oluşturulan biyolojik arıtma genellikle en kolay arıtma seçeneğidir. Bununla birlikte, atık sulardaki bazı bileşiklerin biyolojik oksitlenmeye karşı dirençli olma olasılığı için atık suyun biyolojik olarak parçalanabilirliğini sınamak gerekebileceği not edilmelidir [121, France, 2003]. Bazı durumlarda kimyasal uygulamalar gerekli olabilir ve bunlar arasında [21, Agences de l'Eau de France, ve diğerleri, 2002] aşağıdakiler bulunur:

- fiziko-kimyasal arıtma
- kimyasal emülsiyon kırılması
- Aktif karbon veya diğer benzer materyaller üzerine tutunma
- membran teknikleri
- buharlaşma ile derişim
- hipoklorit, peroksit vb. kullanarak oksitleme teknikleri

AOX
Oksitleyici madde olarak hipoklorit veya klor (chorine) kullanıldığında, atıksu arıtımında organik klorlu bileşikler oluşabilir.

2.13.1.3 Asitler ve alkaliler

Asit ve alkali boşaltımları genellikle boşaltmadan önce karıştırılan suya veya kanalizasyona bağlı belirli bir aralıkta pH ayarlaması gerektirir. Birbirine ters pH'lı akışkanların sürekli akışı birbirine karıştırılarak kısmen nötralize edilebilir. Banyo işlem çözeltilerinin kullanım süreleri dolunca toplu saklanabilirler ve ters pH lı çözeltilerle karıştırılabilirler.

Altı-değerlikli krom indirgenmesi veya siyanürün oksitlemesi gibi atık ön işlem kimyasalları, orjinal işlem çözeltilerine yakın bir pH gerektirir ve genellikle nötralizasyondan önce gerçekleştirilir.

Genellikle pH denetimi otomatik denetimlerle sürekli akış temelinde gerçekleşir, ancak bazı boşaltımlar hacim (batch) bazında işlenir.

2.13.1.4 Partikül madde

Metal hidroksitler, karbonatlar, tozlar ve dumanlar, film kalıntıları, metalik parçacıklar, vb. çökeltme veya filtreleme yoluyla giderilebilir, bkz. Bölüm 2.13.2.1.

2.13.1.5 Metaller - çözünebilir anyonlar

Çözeltinin kimyasına ve kullanılan tekniğe bağlı olarak metallerin derişimi, doğrudan veya daha fazla işlemden sonra yeniden kullanım veya geri dönüşüm için uygun olabilir. Teknikler Bölüm 2.7'de açıklanmıştır. Platin, altın, gümüş, rodyum ve rutenyum gibi değerli metallerin tutulması, atık sudan elektrokimyasal geri kazanım veya iyon değişimi ile elde edilebilir (bkz. Bölüm 2.7.6 ve 2.7.8,) İyon değişiminde geri kazanım, yüklenen reçinenin veya konsantre yenileme çözeltisi akışının daha sonra uzman geri dönüştürücülere satışı ile gerçekleşir. Atık su akıntılarında diğer katyonların ıslahı, tek tek veya birkaç metalden oluşan kompozit olarak gerçekleştirilebilir. Şekil 2.43, iyon değişimi kullanılan bir arıtma tesisi örneğini göstermektedir.

Birden fazla işlemin çalıştırıldığı ve metal geri dönüşümünün gerçekleştirildiği yerlerde, ayrılmış akışlarda farklı metal kaplama hatlarından kaynaklanan metallerin derişiminin artırılması veya çökeltilmesi tercih edilebilir. Bu, ekonomikliği ve/veya metalleri geri kazanmanın pratikliğini geliştirebilir.

Şekil 2.43: İyon değişimini kullanan atık su arıtma tesisi örneği (Productmetal S.A. ve Agence de l'eau Seine-Normandie)

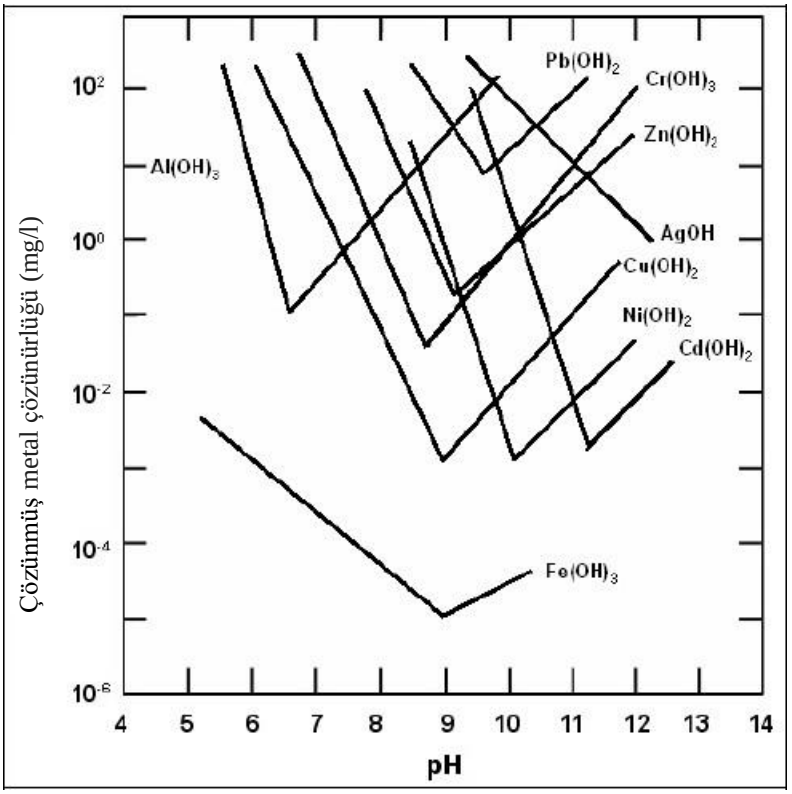
2.13.1.6 Metal iyonlarının oksitlenme durumunun azaltılması

Bazı durumlarda, yüksek oksitlenme durumunun/durumlarının pH değişimi ile kolayca topaklanmaması ve çökeltilememesi nedeniyle metalin oksitlenme durumunu azaltmak gerekir [3, CETS, 2002]. Örneğin, Cr (VI) 'nın sodyum ditiyonit ile indirgenmesi:

$$4\ Na_2Cr_2O_7 + 3\ Na_2S_2O_3 + 13\ H_2S0_4 \longrightarrow 4\ Cr_2(S0_4)_3 + 7\ Na_2S0_4 + 13\ H_20$$

2.13.1.7 Metalik topak çökmesi

Çok değerlikli metal iyonları en uygun şekilde hidroksit olarak çökeltme ile uzaklaştırılır, ve çökeltme sonunda ayrı ayrı 1 mg/l'nin altında metal derişimleri, kuramsal elde edilebilir. Geçiş metalleri amfoterik olduğundan, dikkatli bir pH seçimi ve denetimi gerektiren minimum çözünürlükleri vardır (Şekil 2.44):



Şekil 2.44: Çözünmüş metal çözünürlüğünün pH ile değişimi

Birçok metal iyonunun atılarak çok düşük seviyelere eş zamanlı olarak ulaşılması, farklı pH değerlerinin ve çökeltmenin sırayla seçilmesini gerektirebilir. Ayrışmış akışların arıtımı, aralardaki katı madde çıkarma aşamaları ile sıralı pH ayarlamalarına tercih edilebilir. PH, boşaltımdan önce daha fazla ayarlama gerektirebilir.

Çökelen metaller, çökeltme ile ayrılabilir. Farklı tipte ayırıcı ve çöktürücü tanklar vardır [21, Agences de l'Eau de France, ve diğ., 2002, 87, EIPPCB] :

- uzunlamasına
- yukarı yönlü radyal akış
- laminer (düz akış).

Bir anyonik çökeltme yardımcısının kullanımı (demir iyonları, alüminyum klorohidrat gibi yüksek iyonik yük yoğunluğuna sahip pıhtılaştırıcı) veya bir polielektrolitin kullanılması, stabil topaklaşma pıhtılaştırılması ve çökelmesinin optimize edilmesinde yararlı olabilir. Ayrıca, sonraki herhangi bir çamur susuzlaştırmada yardımcı olurlar, bkz. Bölüm 2.13.2.1.

Düşük boşaltım seviyeleri için (örneğin çinko için yaklaşık 3 mg/l'nin altında), kum, karışık ortam, kartuş veya basınç filtrelerinin kullanıldığı filtreleme ile atık son bir arıtmayı gerektirecektir (üçüncül işlem). Küçük boşaltımlar için, çöktürme yerine süspansiyonun doğrudan filtrelenmesi daha uygun maliyetli olabilir.

Çökeltilmiş topak veya süzüntü yaklaşık %5 katı-madde içerecek ve normal olarak susuzlaştırma ile daha derişimli hale getirilecektir (bakınız Bölüm 2.13.2.1).

Tek başına hidroksit ilavesiyle elde edilebilenden daha az artık metal iyonu derişimleri için, çözünmeyen sülfid bazlı tuzlar, hidroksit ilavesinden sonra kullanılabilir. Dithiokarbamat (DDC), çözünebilir geçiş metallerinin derişimini 0.1 mg/l'nin altına indiren bir dizi uygun malzemeden biridir.

2.13.1.8 Kompleksleme (ayırıcı, şelatlama) maddeleri

Modern baskılı devre teknolojisinde talep edilen yüksek özellikleri elde etmek için, baskılı devre kartı endüstrisinde artan miktarlarda, özellikle de EDTA'lı komplekstirici maddeler kullanılmaktadır [22, Fraunhofer, 2002].

Çökelme işlemlerinin başarısı, çözünebilir metal iyonu ve hidroksit arasındaki tepkimeye bağlıdır. Kompleksleştirilmiş metaller, hidroksitlerin oluşum zorluğu ve kompleks yapıcı madde varlığının atık su arıtma tesislerinde başarısızlığa neden olabildiği gibi sorunlar gösterir (örneğin atık sudaki metaller için çalışma sınırlarının aşılması). Siyanür içeren atık su akışları (kompleks yapıcıdır) kolaylıkla arıtılabilir (bkz. Bölüm 2.13.1.10). Bir çok temizleyici ve tescilli elektrolitlerde bulunan diğer komplekstirici maddelerin üstesinden gelmek daha zordur. Kompleksleştirici maddelerin problem olduğu durumlarda, sodyum hidroksit yerine kalsiyum hidroksit kullanımıyla veya maddeyle tercihen kompleks yapan kalsiyum veya magnezyum klorürlerin eklenmesiyle metal çökeltmesi mümkün olabilir. Kuvvetli oksitleyici maddeler ile birlikte yoğun bir ön parçalama (> 30 dakika), kenetleme maddelerinin etkisini azaltmada yararlı olduğu ancak krom ve manganı oksitleyeceğinden, bu metallerin bulunduğu yerlerde çökelmeden önce indirgeme gerektirir. Çökelmeden önce yapılan alternatif organik arıtma işlemleri, örn. aktif karbon ve iyonik-olmayan reçineler, çevre duyarlı olabilir. Organiklerin mikrobiyolojik oksitlenmesi teorik bir olasılık olarak kalmaktadır.

2.13.1.9 Azotlu malzemeler

NH^{+}, NO^{3-}, NO^{2-} gibi nitrojen içeren bileşikler, yağların giderimi, ağartma, kaplama, fosfat kaplama, ısıl işlem, kimyasal nikel kaplama, vb. işlemlerde oluşur [21, Agences de l'Eau de France,v.d.., 2002].

Amonyak

Buhar soyma ile geri kazanım ekonomik değilse, amonyak oksitlenerek azot ve sodyum hipokloritli suya dönüşür. Herhangi bir aşırı hipoklorit fazlalığı sodyum sülfit kullanılarak azaltılabilir. Amonyak ayrıca, genellikle bir belediye atık su arıtma tesisinde biyolojik olarak oksitlenebilir.

Nitrürlerin oksitlenmesi

Nitrürler genellikle otomatik olarak, rH denetimi ile pH 6'da sodyum hipoklorit ile oksitlenebilir. Ayrıca hidrojen peroksit ile oksitlenip nitrata dönüşebilir [113, Austria, 2003]. Nitrürler, pH 2'de sodyum bisülfit ile N_2'ye indirgenebilir; bu durumda, rH ile kontrol mümkün değildir [121, Fransa, 2003]. Asit çözeltisinde, nitrür sülfamik asit kullanılarak kolayca azot gazına indirgenebilir [113, Austria, 2003].

Çevresel hususlar

AOX, hipoklorit çözeltisi kullanıldığında oluşabilir [113, Austria, 2003].

2.13.1.10 Siyanürler

Yağ giderme ve kaplamadan gelen siyanür (CN-, SCN-) oksitlenebilir. En ucuz ve en yaygın kullanılan seçenek, yüksek pH'ta kullanılan hipoklorit veya klor gazıdır, ki bu gaz önce siyanürü sodyum siyanüre oksitler ve ikinci olarak pH nötralizasyonundan sonra amonyuma ve karbonat'a (yaklaşık pH 8.5) oksitler. Hipoklorit fazlalığı sodyum sülfit kullanılarak azaltılabilir. Büyük tesislerin içinde hipoklorit iyonları üretmek için sodyum hipoklorit çözeltisi veya klor gazı kullanılabilir. Hidrojen peroksit gibi diğer oksitleyici maddeler de, oksitleyici maddeye göre değişen pH ile kullanılabilir [113, Austria, 2003] [159, TWG, 2004].

Çevresel hususlar
Hipoklorit çözeltisi veya klor gazı kullanıldığında AOX oluşabilir.

Hipoklorit çözeltisi veya klor gazı kullanıldığında, hızlı bir tepkime sağlamak, ve uçucu lakromat, siyanojen klorür oluşumunu ve serbest kalmasını önlemek için ilk aşamadaki pH yüksek tutulmalıdır.

2.13.1.11 Sülfür

Sülfür normalde çoğu atık su akışında bulunan çok değerlikli katyonların fazlalığı ile kontrol edilir ve daha fazla arıtma gerektirmez. Aşırı miktarda meydana geldiğinde, hidrojen peroksit veya demir III tuzları ile oksitlenerek elementel kükürt olarak çökeltilebilir.

2.13.1.12 Florürler

Ovalama, pasivasyon, cilalama, kaplama vs. işlemlerde florür oluşur ve 7'nin üzerindeki bir pH'ta kalsiyum florür olarak kolayca çökeltilir. Kalsiyum fluoridin en düşük çözünürlüğü 11 ,2 pH'ta 15 mg/l'dir.

2.13.1.13 Fosfatlanmış bileşikler

Fosfat bileşikleri yağ giderme, fosfat kaplama, ısıl işlem, parlatma, kimyasal nikel kaplama vb. işlemlerde kullanılırlar. Genellikle sorun olmasalar da, yerel çevre koşulları nedeniyle denetlenmesi gerekebilir: günde bir kaç kilo fosforun serbest bırakılması, alıcı nehir üzerinde bir etkiye ve ötrofikasyona neden olabilir [121, Fransa, 2003], fosfat en uygun şekilde kalsiyum hidroksit fosfat olarak çökeltilir.

Çözünürlük, 10'dan büyük bir pH'ta 5 mg/l'den daha azdır.

2.13.1.14 Diğer tuzlar

Cl^-, SO_4^{-2}, K^+, Na^+ ve Ca^+ gibi diğer iyonlar normalde sorun değildir, fakat yerel çevresel düzenlemeler onların giderilmesini gerektirebilir.

Sülfat kolayca kalsiyum sülfat olarak çökeltilebilir; ürün çözünürlüğü diğer iyonların derişimine bağlı olarak 2 g/l'dir.

Diğer iyonların derişimi istenebilir ve iyon değişimi, ters ozmoz veya buharlaştırma işlemleri ya diğer uygulamalardan (yukarıdaki) önce ya da bir atık olarak bertaraf edilmek için konsantre elde etmede kullanılabilir.

2.13.1.15 Atıkların son temizliği (parlatma)

Atık su arıtma teknolojileri ne olursa olsun, arıtılmış su küçük miktarlarda işlenmiş bileşenler ve kullanılan arıtma reaktiflerinden kaynaklanan daha yüksek iyi huylu, zararsız malzeme derişimleri içerir. Atık su daha fazla arıtılabilir ve bunun örnekleri [3, CETS, 2002]:

- kalıntı partikül malzemesini çıkarmak için ince (kum) filtre (yaklaşık 5 µm)
- organik malzemeyi çıkarmak için aktif karbon yatağı
- çok değerlikli iyonları seçici olarak kaldırmak için şelatlama, crown veya tiyol katyon değişim reçinesi yatağı.

2.13.2 Atıklar

2.13.2.1 Çamur süzme

Asıl akışkan atıklardan çökeltme veya filtreleme ile elde edilen katı atıkların, bir katı olarak ele alınabilen kek üretmek için filtre presi, kayış presi veya santrifüj kullanılarak derişiminin daha da yükseltilmesidir. Metal hidroksit çamuru 15 bar üzerindeki basınçlarda filtre pres işlemi ile süzülürse %15 - 35 katı madde elde edilir. Anotlama işleminde ortaya çıkan çamurların son katıları nadiren %25'in üzerine çıkmaktadır [118, ESTAL, 2003, Sheasby, 2002 # 132].

2.13.2.2 Çamur kurutma

Filtre keki daha düşük su içeriği sağlamak için ilave olarak kurutulabilir.

Çevresel hususlar
Kurutma ton başına 450 kWh termal enerji gerektirir. Diğer işlemlerden gelen atık ısı kullanılabilir.

Kurutma, %40'tan daha az bir su içeriğinde, toz halinde atık oluşturabilir. Bu, katı kek işleminden daha fazla toz problemine neden olabilir.

H_2O_2, NaOCI veya persülfatlar gibi oksitleyici bileşenlerin kalıntılarını ihtiva eden kurutulmuş çamur, büyük torbalarda (tonluk torbalar) depolandığında ekzotermik tepkimelerle ısındığı rapor edilmiştir ve kendiliğinden yanabilir [3, CETS, 2002].

Bazı durumlarda, çamur kurutma, katılaştırma gibi sonraki işlemlere yardımcı olabilir.

2.13.2.3 Sıvı atıklar

Bazı atık işleme çözeltileri, sıvı atık olarak saklanabilir ve bertaraf edilebilir, uzman geri dönüşüme tesislerine gönderilebilir veya geri kazanılabilir veya tehlikeli atık olarak bertaraf edilebilir. Örnekler otokatalitik kaplama çözeltileri, kullanılan aşındırıcılar, ve Anotlama çamurlardır.

2.13.2.4 Diğer katı atıklar

Metal ve plastiklerin yüzey işlemleri, diğer endüstriyel atıkları üretir. Bunlar normalde hammaddeden (kimyasal maddelerden) ve gelen iş parçalarından veya alttaşlardan ve kırık askı ve tambur gibi atılmış teçhizatlardan oluşan kullanılmış ambalajları kapsar.

2.13.2.5 Çamur stabilizasyonu

Atık yönetim kurallarının gerektirdiği bazı durumlarda, çamur stabilize edilebilir [21, Agences de l'Eau de France, ve diğerleri, 2002], ancak bu durum genellikle uzman atık yönetimi yüklenicileri tarafından saha dışında gerçekleştirilir. 89, EIPPCB,]. Katılaşma için, iki ana bağlayıcı türü kullanılır:

- çimento, çimento fırınlarında veya kömür yakıtlı enerji üretiminde oluşan uçucu kül gibi hidrolik
- katran veya zift gibi hidrokarbon bazlı (nükleer endüstrisinden türetilen bir süreç).

Çamurun kurutulması, stabilizasyondan önce gerekli olabilir.

Çevresel hususlar
Hidrolik bağlayıcılarla katılaşan atık hacmi 1.5 - 2 kat artar.

Hidrolik bağlayıcılarla (kireç gibi) işlenen atık, bir puzolanik etkiye sahip olabilir ve zamanla stabiliteyi artıran mekanik özellikler geliştirebilir. Ancak, mevcut yüzey aktif maddeleri bu tepkimeye karışabilir.

2.13.2.6 Atıkların değeri

Atıkların tesis dışı yeniden kullanılması veya geri dönüştürülmesi için teknikler mevcuttur. Bunlar çamurların, demir içeren metallerin arıtılmasında hammadde olarak ve atık asitlerin yenilenmesinde kullanılmasını içerir. Bunlar Bölüm 4.17'de açıklanmıştır.

2.13.3 Atık gazlar ve diğer havaya salınımlar

Yüzey işleme tesislerinde hava kaynaklı salınımların yönetilmesinin iki nedeni vardır [111, ACEA, 2003]:

- çalışanların işyerinde tehlikeli maddelerden korunması için işyeri atmosferine sağlık ve güvenlik mevzuatının uygulandığı yerlerde
- rutubet, asit, alkali veya diğer kimyasallar ve/veya partiküller içeren çalışma ortamları malzemeleri, iş parçalarını ve yüzeyleri, teçhizatları ve binalardaki kumaşları yıpratıcı olabilir. Bu, hammaddelerin bozulması, elde edilen ürünlerin aşınması ve reddedilmesi, teçhizatın arızalanması ve yüksek hızda kötüleşen yapılar gibi sorunlara yol açabilir.

Birçok tesis, bu problemleri önlemek için asit, alkali ve diğer gaz veya aerosol kirleticilerinin yanı sıra su buharını da atar.

Salınım değerlerini karşılamak için çıkış gazlarının ilave arıtımı gerekebilir.

2.13.3.1 Salınım kaynakları ve çeşitleri

Havaya salınımlar, gazları, buharları, buğuları ve partikülleri içerir [111, ACEA, 2003]. Ana kaynaklar Bölüm 2'de vurgulanmıştır ve katman soyma işlemini (asitleme ve soyma banyoları gibi), elektrolitik yağ giderme banyolarını, münferit arıtma işlemlerini ve ayrıca bazı dışa- sürüklenme ve durulama işlemlerini (özellikle durulamaların ısıtıldığı ve/veya püskürtüldüğü yerlerde) içerir. Parçacıklar, cilalama ve parlatma gibi mekanik işlemlerden veya damlacıklarındaki suyun buharlaşarak havaya kimyasal partikülleri bırakan kimyasalları içeren bazı sislerden (buğu) oluşabilir.

Zararlı maddeler, ilgili işlemlerden (örneğin NOX, HF, HCI) gazlar ve kostik, asitler veya diğer kimyasal maddelerle (örneğin kostik soda çözeltisi, sülfürik asit, krom (VI) bileşikleri, siyanür) yüklü aerosoller olarak havaya yayılabilir. Tablo 1.4'e bakınız.

Çözücülü yağ giderme işleminden veya organik kaplamaların kurutulmasından (elektro-boyama veya laklama gibi) kaynaklanan çözücü salınımları [90, EIPPCB,] 'de tartışılmıştır.

2.13.3.2 Salınımları azaltma önlemleri

Kaynaklardan kirletici salınımlarını en aza indirmek için önlemler alınabilir. Örneğin:

- işlem çözeltilerinin hava ile çalkalanması aşağıdaki gibi başka yöntemlerle değiştirilebilir:
  - işlem çözeltisini pompalayarak dolaştırmak
  - askıları hareket ettirmek için mekanizmalar
- sürekli kullanılmayan banyolar kapalı tutulabilir.
- krom kaplamadaki gibi uçucu madde oluşumunu azaltmak için katkı maddeleri kullanılabilir. Bakınız, bölümler 1.4.4.1 ve 2.5.3.

2.13.3.3 Çeker sistemler

Salınımların tutulması için çeker (çıkarıcı) sistemler kurulabilir. Bazı işyerlerinin çalışma alanının genel olarak çeker olmasına rağmen, çıkış banyosunda kenar ya da kapak buhar çekeri yaygın bir işlemdir. Hatlar çeker sistemler ile tamamen kapatılabilir. Taşıyıcı sistemler, uçuş (hareket) çubuğuna yerleştirilmiş bütünleşmiş bir kapak içerebilir.

Kenar çekeri ile tutulan çıkış havası miktarı ve içerisindeki kirletici miktarı, çeşitli değişkenlere bağlıdır:

- banyo büyüklüğü
- banyonun sürekli veya aralıklı çalışması
- banyo sıcaklığı
- belirli kimyasalların fiziko-kimyasal özellikleri
- işyerindeki sınıflandırma ve izin verilen derişim değerleri
- HF, NO_X ve Cr (VI) salınımlarının azaltılması ve/veya önlenmesi için katkı maddelerinin kullanılması
- diğer salınım denetim süreçleri
- tamamen kapalı uygulama hatları.

2.13.3.4 Atık gaz arıtma

Aşağıdaki temizlik sistemleri kullanılır:

- aerosolleri ve damlacıkları yoğunlaştırmak için bir dolgu malzemesi kullanan damlacık ayırıcılar. Yoğunlaşan, genellikle atık su arıtma tesisinde arıtılır.

- çıkış havası ıslak gaz yıkayıcıları (ovucuları). Bunlar aşağıdakiler olabilir:
  - lif keçesi dolgulu, lif dolgulu yıkayıcılar
  - hareketli dolgu kısımlı hareketli yataklı yıkayıcılar, genellikle düşük yoğunluklu plastik destek ızgaraları arasında hareket eden düşük yoğunluklu plastik küreler
  - çeşitli biçimlerde dolgu malzemeli sabit yatak içeren dolgulu yatak yıkayıcılar
  - darbe plakalı yıkayıcılar
  - püskürtme kuleleri.

Su veya belirli kimyasal çözeltiler, ıslak gaz yıkayıcılarına genellikle (ancak her zaman değil) gaz akışına karşı yönde püskürtülür.

NOX azaltılması, gaz akışına verilen NH2-X bileşikleri (X = H, CN veya CONH2 ile) kullanılarak seçici indirgeme ile sağlanabilir. En yaygın indirgeyici madde amonyaktır. Hem katalitik olmayan (SNCR) hem de katalitik (SCR) teknikler mevcuttur.

Bu teknikler ve cihazlar, kimya sektöründeki atık su ve atık gaz arıtma/yönetim sistemlerinde MET ile ilgili referans belgesinde daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır [87, EIPPCB,].

2.13.4 Gürültü

Sandıklı taşıma sırasında gevşek bileşenlerin yüklenmesi ile boşaltılması ve tambur işlemi için yüklemeler sürekli olmayan gürültü tepecikleri verebilir. Cila ve parlatma sürekli gürültü düzeyleri oluşturur. Her ikisinde de kurum-içi ilgili sağlık etkileri olabilir.

İş sağlığı ve güvenliği için genellikle çıkış havası temizleyicileri ile birlikte hava çekerler monte etmek gereklidir. Yüksek dönme hızlarında çalışan çeker motorları ve fanlar, tesis binaları dışında da zararlı etkilere sahip olabilir [121, Fransa, 2003].

Diğer gürültü kaynakları arasında soğutma sistemleri, ısıtma sistemleri, dağıtım araçları, vb. bulunmaktadır [158, Portekiz, 2004].

3 METALLER VE PLASTİKLERİN YÜZEY İŞLEMİ İÇİN GÜNCEL TÜKETİM VE SALINIM SEVİYELERİ

3.1 Giriş – yardımcı birimler ve girdi malzemeleri

Yüzey işleme tesisleri için en önemli çevre faktörleri enerji ve su tüketimi, hammaddelerin verimli kullanımı, sulara kirleticilerin salınımı ve tehlikeli atıkların üretilmesidir. Kirletici maddelerin havaya verdiği salınımlar (emisyonlar) daha az zararlı olanıdır.

Bu tesislerde, kirleticilerin salınımını olduğu kadar hammaddelerin tüketimini de belirleyen birçok olgu vardır. Tesisler arasındaki büyük farklılıklar nedeniyle, hem tüketim hem de salınım açısından karşılaştırılabilir istatistiklerin elde dilmesinde bazı zorluklarla karşılaşılır:
15 AB Üyesi Devlette (AB-15) işletilen 18000 tesisten iş tasarımı ve müşteriler açısından çıktılarının birbirleriyle karşılaştırılabilmesi için iki tane bile benzer tesis çıkmaz. Tesis tasarımı seçeneklerinde çeşitlilikler, işletim değişkenlerinin çokluğundan kaynaklanır, bkz. Bölüm 1.2. ve Bölüm 2'ye genel giriş. En önemlileri: [104, UBA, 2003]

- farklı girdi maddeleri (örn. çelik, demir dışı metaller, plastikler, vb.)
- iş parçalarının biçimi (ör. küçük parçalar, teller, saclar, küçük ve büyük rulolar, borular, karmaşık montajlar)
- işlemlerdeki taşıma teknolojisi (askı, tambur (baril), sürekli bobin)
- temizleme teknolojisi (sulu, alkali, asit, elektrokimyasal, vb.)
- metalik parlak bir yüzeyin üretimi için teknoloji (hidroklorik asit, sülfürik asit, asit karışımları, vb. ile yıkama)
- kaplama programı (örneğin, bakır, nikel, krom, çinko, kalay, alaşımlar, kaplamayı elektro-boya izlemesi gibi tek katmanların bileşimleri)
- tek kaplamaların seçimi (kimyasal, elektrolitik ve işlem kimyası)
- işlem sonrası sistemleri (kromatlama tipi, diğer sistemler)
- durulama (yıkama) teknolojisi
- atık su ve atık gaz arıtma teknolojisi.

Karşılaştırma için tüketimi ve salınımları belirlemenin en iyi başlangıç noktası, "işlenen alanın metrekaresi başına kullanılan miktar" gibi bir üretim ölçüsüdür. Bu, aynı tesis içindeki değişiklikleri göz önünde bulundururken ve yönetirken hem tesis içi karşılaştırmaların hem de tek tek tesislerin performanslarının izlenmelerini sağlayabilir. Yüzey işlemleri için bu, tercih edilen temel işlemden geçen yüzey alanı olacaktır. Bununla birlikte yüzey alanının doğru bir şekilde hesaplanması, iş parçalarının ve / veya alttaşların farklı boyutları, şekilleri ve karmaşıklıları olduğundan ötürü hepsi için zordur, ancak basit durumların genelinde yapılmaktadır.

Salınım tarafında, salınım standartları ve ölçümler mevcut olduğundan, durum daha basit görünür. Yinede, bunlar büyük ölçüde boru sonu boşaltımları içindir. Doğru karşılaştırma için tahliye miktarlarını çıktı faktörleriyle ilişkilendirmek en iyisi olabilir, ancak yine de çok zordur.

Bununla birlikte, bu sorunların hiçbiri karşılaştırma ölçütlerinin oluşturulmasını engellememelidir. Enerji kullanımı gibi tüketim verileri, tek tek tesislerin çalışma başarımını (performansını) izlemek için her zaman şirket içinde kullanılabilir [112, Assogalvanica, 2003]. Tesisler arası bazda kullanılabilecek diğer karşılaştırma ölçütleri türetilebilir. Malzeme etkinliği ölçütleri, yüzey ile ilgili olanlardan daha az karmaşıktır ve sürecin ekonomik etkinliği ile yakından ilişkilidir, örneğin bkz. Tablo 3.7 ve Ek 8.5'deki örnekler. Bunlar, atıklarda ve atık sularda yayılan malzeme miktarını toplam metal girdi miktarından çıkararak türetilebilirler [127, Oekopol, 2003, ÜBA, 2004 # 123]. Yinede, benzerlik bağlamında herhangi bir benzerlik sağlamak için hala dikkatli olunmalıdır: tesisatta malzemenin başka kaynakları olabilir, örneğin işleme teknelerinde çinko döküm alttaşlardan çinko çözünmesi gibi.

Bazı temel veriler bu bölümde verilmiştir. Almanya'daki on örnek tesis için metallerin tüketimi ve salınımı ile ilgili bir çalışma paketi verileri Ek 8.5'te yer almaktadır.

Yayılan tehlikeli maddeler gibi önemli çevresel hususlara ilişkin veriler, Bölüm 2'deki süreç tanımlamaları ile verilmektedir.

Ek 8.3.1, çeşitli ülkeler ve süreçler için yasal (düzenleyici) sınır örnekleri sağlar.

3.2 Tüketim ve salınımlar - faydalı araçlar

3.2.1 Enerji

Enerji kaynakları ve kullanımları Bölüm 2.12.1'de anlatılmıştır.

Isıtılmış işlem çözeltilerinin yüzey alanından enerji kayıpları
Isıtılmış süreç çözeltilerinin yüzey alanından enerji kayıplarının, süreç sıcaklıklarıyla ilişkisi aşağıda Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Tablo, en yüksek enerji kaybının, hava emişli ve sıvı çalkalamalı çözelti yüzeyinden oluştuğunu gösterir. İşlem çözeltilerinin yüzeyinin üstündeki hava çekişi, buharlaşmayı ve dolayısıyla enerji kaybını artırır [3, CETS, 2002].

Tablo 3.1: Sıcak işlem çözeltilerinin yüzeyinden enerji kayıpları watt / m^2

Uygulama sıcaklığı (°C)	Sıvı çalkalamasız, hava çekicisiz (W/m² tank yüzey alanı)	Sıvı çalkalamasız, hava çekicili (W/m² tank yüzey alanı)	Sıvı çalkalamalı, hava çekicili (W/m² tank yüzey alanı)
30	352	559	839
35	530	837	1209
40	757	1196	1677
45	1048	1635	2268
50	1426	2198	3012
55	1922	2910	3949
60	2587	3815	5129
65	3505	4973	6621
70	4824	6469	8521
75	6844	8436	10974
80	10279	11096	14212
85	17386	17386	21188
90	41412	41412	46023

3.2.2 Su

Su, doğrudan durulama amaçlı olarak veya devridaimli suyla durulama sistemleri için kullanılır. Daha az ölçüde, işlem tanklarından buharlaşma kayıplarını gidermek ve filtreleme sistemini yıkamak ve ısı değişim teçhizatı için gereklidir. Soğutma sistemlerinde de kullanılabilir. Su geri dönüştürülmediği veya başka bir yerde yeniden kullanılmadığı sürece, bu tüketim rakamının atık su arıtımı için yük olacağını unutmayın.

Otomatikleştirilmiş tambur çinko kaplama tesisi için tipik durulama suyu kullanımı örneği [3, CETS, 2002]:

- çıktı — 6 tambur / saat
- tambur uzunluğu — 1200 mm
- üretilen iş — c. 500 kg / saat bileşenlere bağlı
- kaplama elektroliti — asit çinko, 33 g / l çinko
- kaplama aşamaları — 5
- çinko anot kullanımı — 20 - 25 ton / yıl
- kaplama süresi — 45 dk
- kademeli durulama

- İlk aşama temizlikten sonra 4 aşamalı (dışa-sürüklenmenin geri dönüşü ile)
- asitlemeden sonra 3 aşamalı
- elektrolitik yağ almadan sonra 3 aşamalı [125, İrlanda, 2003]
- kaplamadan sonra 5 aşamalı (zorla buharlaştırma ve dışa-sürüklenme dönüşü ile)
- pasifleştirmeden sonra 2 aşama

• Genel durulama suyu kullanımı 600 - 1000 l / s.

Su kullanımı için karşılaştırma ölçütleri şunlardır:

- akışkanın, kullanılan metalin% 0.1'inden daha azını içerecek kadar temizlenerek, işlem görmüş 50 l/m^2'lik yüzey alanından boşaltımı [8, Nordic-Council, 2002]
- 40 l/m^2 civarı bir endüstri karşılaştırma ölçütü (özel iletişim, SurfaceEngineering Association, UK)
- Her durulama aşamasında en fazla 8 l/m^2 [121, Fransa, 2003] [58, Fransa, 2003]. Bu ölçüt, beş durulama aşamalı sistemdeki 40 l/m^2'ye eşittir ve işleme teknelerinin hacminin 10 m^3'ten büyük olduğu Fransız yüzey işleme şirketlerinin yaklaşık % 80'i tarafından karşılanmaktadır. Bunun nasıl hesaplandığı ve durulama aşamasının nasıl tanımlandığının detayları Bölüm 4.1.3.1'de verilmiştir. PCB üretimi, bu rakamların karşılanamayacağı önemli bir alandır (bkz. Bölüm 3.4.3.1).

3.2.3 Tüketim ve salınımlar - malzemeler

3.2.3.1 Ön arıtma - yağ giderme

[104, UBA, 2003] Sulu yağ giderme işlemlerinden kaynaklanan ana salınımlar durulama suları, ayrılmış yağlar ve kullanılmış yağ giderme çözeltileridir. Bunların üretimi ve yağ gidericilerin tüketimi de kullanıcının sadece kısmen etkileyebileceği bir dizi faktör tarafından belirlenir. Kimyasalların tüketimi ve uygun atıksu üretimi için üç faktör önemlidir:

- iş parçalarının kirlilik derecesi
- yağ giderme çözeltisinin servis ömrü
- durulama suyunun geri dönüşümü yağ alma deposuna yoğunlaşır.

Tablo 3.2. uygulamada bulunan büyük farklılıkları göstermektedir. Buradaki tüm şirketler benzer kaplama programlarına sahiptir ve iyi uygulama teknikleri için örnek tesisler olarak kabul edilir.

Tablo 3.2: Yağ giderme kimyasallarının özel tüketimi

Şirket	Uygulama yapılmış yüzey verimi (m^2/yıl)	Temizleme malzemesi tüketimi (t/yıl)	Özel tüketim (t/100000 m^2)
1	158000	1.24	0.78
2	200000	12.8	6.4
3	63000	0.13	0.2
4	468000	12.4	2.6
5	66000	7	9.0

Önemli farklılıklar, bu üretim aşaması için genel olarak geçerli bir tüketim rakamı oluşturmanın zor olduğunu göstermektedir.

Her iki ayrılmış yağ ve doymuş-yağ- süreç çözeltileri üretilmiştir. Ayrıştırılan yağ miktarı, iş parçaları ile birlikte verilen yağ miktarıyla aynıdır.

Durulama suları ve kullanılmış yağ giderme banyoları genellikle birlikte atık su arıtma sistemi ile bertaraf edilir. Temizlik çözeltilerinde kullanılan tüm malzemelerin atık suya boşaltıldığı varsayılmaktadır.

3.2.3.2 Asitleme (Asitle yıkama)

Asitlemede asitlerin özel tüketim verilerinde geniş farklılıklar vardır, bkz Tablo 3.3. [104, UBA, 2003]

Tablo 3.3: **Asitleyici maddenin özel tüketimi**

Şirket	Kaplanan yüzey verisi (m^2/yıl)	Asit tüketimi (asit tipi ve gücü bilinmiyor) (t/yıl)	Asit tüketimi t/100000 m^2
1	158000	24	15
2	200000	202	101
3	63000	21	33
4	468000	150	32
5	**6000**	**1.3**	**2**

Danimarka'da 5000 kg (% 96) H2SO4 / 100000 $m^{2'}$lik bir tüketim normaldir. [73, BSTSA,] (Tablo 3.3 ile karşılaştırıldığında 5 t / 100000 m^2).

Tablo 3.4'teki veriler, alttaştan asitleme ile çözünen metali göstermektedir ve işlenen metal miktarına bölünmüş bir yüzde boşaltım olarak verilmiştir.

Tablo 3.4:Asitleme ve ilgili süreçlerden kaynaklanan metal kayıpları [51, Fransa, 2003]

İşlem	*Salınım oranı (%)*
Bakır asitleme (bakır ve alaşımları)	0.013
Çinko asitleme (çinko ve alaşımları)	0.045
Paslanmaz çelik asitleme (% 18 Cr ve% 10 Ni)	0.12
Bakır baskılı devre kartı aşındırma	10
Kalay kurşun sıyırma	15
Alüminyum aşındırma	2

3.2.3.3 Durulama

Yukarıdaki Bölüm 3.2.2 ve Bölüm 4.7.9 ve 4.7.10'a bakınız.

3.2.3.4 Temel yüzey işlemleri

Bunlar sadece kullanılan metalleri değil, aynı zamanda süreç kimyasallarını (örneğin inorganik asit, alkaliler ve tuzlar) ve tescilli katkı maddelerini de (örneğin parlatıcılar, anot metalleri ve sıvı arıtma kimyasalları) içerir. Malzeme kaybı temel olarak dışa-sürüklenmeden (sızıntı) kaynaklanmaktadır, ancak temizlik ve bakım (özellikle filtreleme teçhizatı) kaçakları ve dökülmeleri küçük ama önemli etkenlerdir.

Kaplama (biriktirme) süreçleri

Fransız su Daireleri, yüzey işlemede temel kullanımlar için kirletici salınımlarını belirlemiştir. Bu değerler, kirliliği azaltmak veya geri dönüştürmek için herhangi bir teknik dikkate alınmadan tahmin edilmiştir. Bunlardan bazıları özellikle baskılı devre kartı endüstrisi için tahminlerin üzerinde degerler olabilir [51, Fransa, 2003].

Veriler atılan metali, işlemde kullanılan metallerin yüzdesi olarak gösterir (anotlar, tuzlar, vb.).

Tablo 3.5: Kaplama işlemlerinden kaynaklanan metal kayıpları [51, Fransa, 2003].

Süreç	Salınım oranı (%)
Nikel (elektrolitik)	19
Nikel (otokatalitik / kimyasal)	45
Nikel (fosfatlama)	55
Bakır (elektrolitik)	9
Bakır (otokatalitik / kimyasal)	16
Çinko sıcak daldırma kaplaması (bu BREF kapsamında değildir)	6
Çinko (fosfatlama)	32
Kadmiyum (kaplama)	8
Krom (sert)	40
Krom (dekoratif)	52

Çinko elektro kaplama süreclerinde özgül elektrolit tüketimleri için benzer farklılıklar vardır. [104, UBA, 2003] (Çinko banyosunun türünü belirtmek önemlidir. [73, BSTSA,])

Tablo 3.6: Özgül elektrolit tüketimi

Kuruluş	Kaplanan Yüzey (m^2/yıl)	Elektrolit Tüketimi (t/yr)	Özgül Elektrolit tüketimi (t/100000 m^2)
1	158000	38	24
2	200000	160	80
3	63000	6	9.5
4	468000	90	19.2
5	66000	15.3	23

Danimarka'da, dışa-sürüklenme geri kazanımı kullanıldığında, sıcak asit çinko banyosu için metal tüketiminin 1500 kg Zn /100000m^2 (1.5t Zn /100000 m^2) olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 3.7: Farklı çinko kaplama tesisleri için verimlilik ölçütleri. Oekopol: tesis veritabanı 2003'den alınmıştır [127, Oekopol, 2003].

Tesis	Metal	Metal girdi	Atılan Metal	Atık sudaki metal	Metal verimliliği
I	Zn kg/yılr	4520	770	15	82.63
	Zn %	100	17.04	0.33	
II	Zn kg/yıl	10000	1830	0.75	81.69
	Zn %	100	18.30	0.01	
III	Zn kg/yıl	12500	2630	3.9	78.93
	Zn %	100	21.04	0.03	
IV	Zn kg/yıl	25200	4620	32	81.54
	Zn %	100	18.33	0.13	

Otokatalitik nikel

Değişken miktarlarda fosfor içeren, her biri MTO cinsinden farklı ömürlü birçok otokatalitik nikel işlemi vardır. Litre başına nikel miktarı yaklaşık 6g'dır. 8 MTO'lu ve 5 g/l li plaka çıkışı, 49g nikel kullanımı ile harcanan çözeltide 5 g kalıntı oluşturur. Nikel atığı membran elektroliziyle azaltılabilir ve kullanılmış çözeltinin geri kalanı çelik katotlar kullanılarak yaklaşık 3 g/l'ye düşürülebilir. Mevcut süreçler, 15-20 arası MTO'lar ile denenmektedir. 4 MTO olağandışı değildir ve daha düşük bir verime sahiptir. Bu, genel bir % verimin hesaplanmasını çok zorlaştırır (kişisel iletişim, CETS VOM).

Altı değerlikli krom kaplama

Ek 8.6, ekolojik durulamalı (bkz. Bölüm 4.7.4) ve iki ters-akış kademe durulamalı (ekolojik durulamaya geri dönmeyen) tipik bir küçük dekoratif krom hattının detaylarını verir. Malzeme verimi% 52 olarak ölçülmüştür. Eko-durulama olmadan, bu % 20-30'a düşebilir (Collini, GmbH).

Fosfatlama

Tablo 3.8, fosfat tabakası uygulamasındaki metal alımının verimliliğini ve otomotiv endüstrisinde kullanılanlar gibi korozyon önlenmesi için tipik bir modern üç-metal sistemden kaynaklanan kayıpları göstermektedir. Nikel verimliliği % 8 - 16 aralığında olabilir.

Tablo 3.8: Otomotiv endüstrisinde fosfatlama verimi ve kayıpları [163, Gock ve Schlmrosczyk, 2004].

	Zn %	Ni %	Mn %
Süreç koşulları			
Süreç pH	1.3 to 1.7		
Metal fosfat çözünürlüğü	95	98	96
Tipik fosfatlama sisteminde metal dağılımı			
Fosfat korozyon tabakasında metal alım verimliliği	40	8	21
Atık sudaki metal	7	55	25
Fosfat çamurundaki metal	53	37	54

Endüstrideki daha fazla Fe çözülmesi daha iyi kaplama oluşturur görüşüne göre çamur üretimi, çelik alt tabakalar ile bu pH'ta kaçınılmazdır. Çinko fosfatlama neredeyse hiç çamur oluşturmaz ve alüminyum fosfatlama ise çok miktarda kriyolit (Na_3AlF_6) oluşturur.

Modern standart boya hatları (son 10 - 15 yıl içinde) genellikle 2 veya 3 kademeli ters akımlı yıkama barındırır. Bu teknik birçok şirkete büyük su tasarrufu sağlamıştır. Durulamalar geri beslenebilir, ancak tamamlama kimyasalları dahil edildiğinde genellikle aşırı fazla sıvı oluşur.

Durulama sularını, ters-osmoz veya elektrodiyaliz gibi zar (membran) teknikleri kullanarak yoğunlaştırmak için denemeler yapılmıştır. Fakat, bunlar H_3PO_4 eklenebilmesine rağmen, pH kontrol problemlerine ve fosfat çökelmesine yol açar. Elektrodiyaliz geniş hatlar üzerinde denenmiştir, ancak karmaşık çözelti kinetikleri nedeniyle çözeltinin süreç kontrolü hızlı bir şekilde kaybolduğundan başarısız olmuştur. [164, Wittel, 2004]

Sonuçlar

Tablo 3.9'daki sanayi verileri, finansal faktörlerin (altın, gümüş gibi) veya çevresel düzenleyici baskıların (kadmiyum için olduğu gibi) en önemli olduğu durumlar dışı düşük malzeme verimliliğini göstermektedir. [3, CETS, 2002]. Bunlarda, yeniden işlemenin azaltılması ve dışa-sürüklenme ve malzeme geri kazanımı teknikleri kullanılarak daha yüksek verimlilik elde edilebilir ve bu tekniklerin çoğu diğer süreçlerle kullanılabilir (genel olarak bkz. Bölüm 4.1.2, 4.6, 4.7 ve 4.12.). Modern çinko kaplama tesislerindeki malzeme verimi verileri, temelde iş parçalarının ve kullanılan taşıma teknolojisinin biçimi ile değişir.

Tablo 3.9: Kullanılan malzemelere göre süreç verimliliği

İşlem	Verim % [29, EA, 2001-3]	Verim % [3, CETS, 2002]	Veri yorumları
Çinko kaplama (tüm süreçler)	90 95 bobin kaplamada [119, Eurofer, 2003]	70 – 80	70 % pasifleştirmeli (asit kromlama tarafından Zn tekrar çözündüğü zaman), 80 % pasifleştirmesiz
Nikel kaplama (kapalı döngü)	95	(tekrarsız) 80 – 85 (tekrarlı) 95	
Otokatalitik nikel kaplama	95 (harcanan çözeltideki kayıplar hariç)	95(harcanan çözeltiler hariç)	Bu, işlem tipine, karşılanacak özelliklere ve MTO'lara göre büyük ölçüde değişir ve tanımlanması çok zordur (bu bölümdeki yorumlara ve Bölüm 2.5.8'e bakınız)
Bakır kaplama (siyanür süreçi)	95	80	
Kalay ve kalay alaşımları	95	95	
Krom kaplama (kapalı döngü)	95	96 15 (tekrarsız)	Geri kazanım olmadan düşük verimlilik (% 25 - 30) (Annex 8.6)
Değerli metal kaplama	98	98	
Kadmiyum	99	99	
Fosfatlama	90		Ulaşılan tipik değerler; Zn %40, Ni %8 -.16, Mn %21. Sütun 2 ve Tablo 3.8 arasındaki büyük farkları oluşturan teknikleri açıklayan veri eksikliği var
Anotlama)	90		
Elektro kaplama pigmenti, (yani elektro-boyama)		98	

3.3 Genel atıklar (salınımlar)

3.3.1 Atık su

Genel
Çeşitli kaynaklardan gelen atık su boşaltımları hakkında bilgiler gözden geçirilmiştir.

Tablo 3.10: Atık su boşaltımları için veri kaynakları ve çeşitleri

Kaynak	Veri tipi	Örnek tipi
ACEA	Üç otomotiv üretim tesisinden fosfatlama boşaltımı.	Örneğin Alman yada UK'da yerel yönetmeliklere göre.
CETS Hollanda	Bir tesis: altı yıl boyunca verilerin gözden geçirilmesi	Günlük karışımlar
Finlandiya	İki tesis, fosfat için işlem	
Fransa	BREF'deki faaliyet alanlarını temsil eden ondan fazla yüzey işleme tesisi için, 2002 - 2003 yılları arasında yapılan habersiz örneklemenin gözden geçirilmesi.	Günlük karışımlar
Almanya	419 örnek alınmıştır	Alman örnekleme yönetmeliklerine göre
Hollanda	Bir tesis	Bir yıl için nokta örnekler
İskandinav Ülkeleri	MET değerlendirme çalışmasından elde edilen özet veriler	
İsveç	Sözleşmeli ve şirket içi dokuz kurulum için analitik ve yıllık salınım raporları	Günlük ve aylık akış-orantılı karışımlar
UK	30 IPPC uygulamasının gözden geçirilmesi	Genellikle nokta örnekler

Kaynaklar aşağıda tek tek daha ayrıntılı olarak tartışılmaktadır. Veriler bu alt bölümün sonunda ve Tablo 3.20'de özetlenmiştir. Bu, potansiyel MET ile ilişkili atık aralıklarının türetilmesini içerir.

Veriler, maddelerin atık değerlerine ve bulunan aralıklara odaklanmaktadır. Çok sayıda aşırı atıklı örnek vardır. Bununla birlikte, bir tesis değerlendirilirken gün başına (veya yıl gibi başka bir süre boyunca) boşaltılan toplam yüke bakılması da önemlidir. Bazı durumlarda, olağan dışı yüksek atık değerlerinin nispeten düşük yüklemelerle ilişkili olduğunu tespit etmek mümkün olmuştur. Ayrıca, ilgili atık değerlerine karşı yüksek düzeyde aşırı değerler olsa bile yüklerin önemli ölçüde değişmeyebileceği görülebilir.

Kaynaklardan (yukarıda) görüldüğü gibi, veri kaynağı ve tipinde ve kullanılan örnekleme ve analizde büyük bir değişim vardır. Verilerin analizi aşağıdakileri göstermiştir:

- toplanan verilerin bazıları çoktan özetlenmiş, bazıları özetlenmemiştir. Güven aralığının yanı sıra verilerin güvenilirliği, tekrarlanabilirliği ve doğruluğu hakkında genel sonuçlar çıkarmak mümkün değildir.
- toplanan verilerdeki olası hatalar hakkında çok az bilgi edinilmiştir.
- her tesisin tam olarak verilmeyen farklılıkları vardır (kullanılan potansiyel MET dahil). Bunlar:
  - boyut ve verim
  - üretim hatları düzeni
  - durulama ve diğer süreç içi kontrol teknikleri
  - kimyasallar
  - atık su arıtımı
- aşağıdakiler için için hiçbir veri verilmemiştir:
  - tesis yaşı veya önemli işlemler
  - her üretim sürecinin tam kapasite yüzdesi
  - birden fazla üretim sürecinin olduğu yerlerde kapasiteler ve göreceli katkılar,
  - coğrafi konum ve yerel çevre koşulları (aşağıya bakınız: ACEA kamu kanalizasyonuna boşaltım hakkında bilgi ve İsveç kamu kanalizasyonuna alüminyum ve fosfat boşaltımları hakkında bilgi).

ACEA

ACEA, üç fosfatlama (boyama öncesi) tesisinden gönderilen veriler Tablo 3.11'de gösterilmektedir. Örnekler yerel yasalara (Almanya ve İngiltere) göre alınır. Bu büyük tesislerdeki yüzey işleme faaliyetlerinden kaynaklanan boşaltımlar, diğer kaynaklardan gelen akışkanlarla birleştirilir: katkıda bulunanlar, verilen seyreltme değerlerini dikkate aldılar. ACEA, bu tesislerden boşaltımların kamu kanalizasyonuna (PS) olduğunu ve bu değerlerin belediye atık su arıtma tesisleri de dahil olmak üzere yerel çevre koşullarını dikkate aldığını belirtmektedir. Ayrıca, asılı katı maddelerin, çökeltilebilir katı maddeler değil, sıvı atıklar ile ilgili olduğu belirtilir. Çöktürülebilir katılar, kullanıcının süreç kontrolü için tesis içinde kullanılır.

Tablo 3.11: Fosfatlama tesisleri için ACEA salınım değerleri

	PS mg/l	**Örneğin türü (örn. Nokta veya 2 saat veya günlük karışım), örnekte yer alıp PO_4 olmayan sıvı atık türleri ile seyreltme.**
Nikel	0.99	Toplu WWT süreci yığın örnekleri. Seyreltme minimum olup yaklaşık % 5 STM olmayan sıvı atık.
KOİ	600 - 1400 (tesis 1) yada 2000 (tesis 4)	Atık su arıtma tesislerinden sonra örneklenen ve STM olmayan işlemlerle çok seyreltilen kompozit numuneler 600 - 1400mg / l (tesis 1) aralığındadır. 2002'den itibaren nokta numuneler (tesis 3 için) 1100mg / l kadar yüksektir.
HC toplam	Tahmini karışım: 2.7 - 20, ortalama 8 (tesis 3) 22.5 (tesis 4)	Veriler, 40/60 petrol ruhuyla çekilen (ekstrakte edilen) uçucu olmayan madde olarak ifade edilen yağ/gresdir. Nokta örnekler ortalama 24mg / l (aralığı 8 - 61) dir Benzer şekilde, tesis 4 için yağ ve gres verileri = 22.5mg/l dir (tetrakloroetilen ile asitleştirme ve çekilme yöntemiyle belirlenir. Örnekler florisil ve magnezyum sülfat içeren kolonlardan geçirilir ve elde edilen çekilenler Fourier Transform Spektroskopisi ile ölçülür.)
VOX	0.3	Rasgele örneklemeye dayalı yıllık ortalama değerler. Örnekleme nehire boşaltım noktasında olduğundan, konsantrasyon diğer kaynaklardan seyreltilme nedeniyle azalır. Yetkililer/biz, daha önce 0.3mg / l (tesis 5) vermesi için uygulanmış olan 10'luk bir seyreltme faktörü kullanarak hesaplar.
Çökelebilen katılar	30 - 100	Atık su arıtma tesislerinden sonra karışık numuneler, bu nedenle STM olmayan işlemler ile seyreltilir (1)

CETS Hollanda

CETS Hollanda (VOM), hem elektro hem de akımsız kaplama yapabilen sözleşmeli büyük bir kaplama atölyesi için veri aralıkları sağlamıştır. İncelenen örnekler akış orantılı günlük numunelerdir. Salınım değerleri aralığı Tablo 3.11'de verilmiştir. Veriler, toplam metal yükleri ve toplam hacimlerde birkaç yıl için de sağlanmıştır. Daha kademeli durulama yapılması ve bir tamburlu nikel kaplama hattının elektriksiz nikel kaplama hattına dönüştürülmesiyle akış yarıya düşürülmüştür. Ancak, yükler genel olarak aynı kalmıştır (endüstrinin genel ekonomik durumunun etkisi dışında). Bu durum, kademeli durulama aşamalarının sayısını arttırmak için eski işlem hatlarındaki alan bulma zorluğundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, tüm metaller için aynı anda en düşük seviyelerin ya da herhangi bir metal için % 100'ün sürekli elde edilemeyeceği yorumları yapılmıştır. Bunun nedeni, farklı hatlarda farklı yüklemeler yapılması, bazı süreç kimyasallarının etkileşimleri veya atık su arıtma tesisinin fiziko-kimyasal ve kimyasal özelliklerinden kaynaklanabilir (örneğin, farklı metal çözünürlüklerine bakınız, Şekil 2.44). Ayrıca aşağıdaki Almanyada elde edilen verilere bakınız.

Tablo 3.12: CETS Hollanda (VOM) Bir sözleşmeli kaplamacı için akış ve yükleme verileri

	Yıllık akış m^3	Yıllık metal yükü k/yıl*	Ortalama günlük yük kg/gün	Yorumlar
1979 to 1997	9032	20	0.084	
1998	9244	12.5	0.053	
2000	10233	26	0.109	Uygulanan durulama ve süreçlerdeki değişiklikler
2002	5607	14.5	0.052	Sektörel ekonomik duruma bağlı olarak anormal düşük verim
2003	5881	10.5	0.042	
*Metaller: Toplam Cr, Cu, Ni, Zn, Sn, Pb. 238 iş günü, yıllık				

Finlandiya

Fosfat salınımları ortalamaları, fosfat uygulamasında potansiyel MET kullanan tesisler için ortalama günlük kompozit örneklere dayalı Finlandiya'da iki örnek fabrika için verilmiştir (bkz. Bölüm 4.16.8.2).

Tablo 3.13: Finlandiya fosfat salınım değerleri

	Kaynak tesis 1	Kaynak tesis 2
İşlem	Birinci safha: Fosfatlamadan gelen atık sular (10 m^3 / h) için $Ca(OH)_2$ ile ayrı çökelme İkinci safha: İlk aşamadaki kalıntıları yüzey işleme tesisatından gelen diğer atık sular (5 m3 / h) ile işleyin. Bu, hidroksit çöketlme ve kum filtrelemesi içerir ve her iki işlemden sonra atık sular kanalizasyona boşaltılır.	Anotlama tesisinden gelen atık sular çökelme ile arıtılır.
Boşaltma:	Birleştirilmiş akış kanalizasyona boşaltılır. (PS)	Yuzey sularına boşaltılır (SW)
Aralık	0.4 – 2.5 mg/l, toplam fosfor gibi	0.03 – 0.41 mg/l toplam fosfor gibi
Önerilen aralık		**0.5 - 4.0 mg/l toplam fosfor gibi**

Fransa

Fransa'da ulusal politika, uzun yıllardan beri, yüzey arıtma tesislerinden gelen atık suyu sahadaki tam arıtma işleminden sonra yüzey suyuna boşaltmak olmuştur. Belediye atık su arıtma tesisine boşaltım, yalnızca biyolojik bozunma çalışmaları da dahil olmak üzere ayrıntılı bir analizden sonrası için tasarlanmış ve kirlilikte ek azaltmalar elde edilmesi amaçlanmışır [121, Fransa, 2003].

Fransa, 2002-2003 yılları arasında habersiz (beklenmedik) örnekleme yaparak günlük karışım örnekleri incelemiştir. Bunlar, bu BREF'deki faaliyet yelpazesini temsil etmek için seçilen ondan fazla yüzey arıtma tesisi için yapılmıştır. Özetlenen veriler Tablo 3.20'de gösterilmiştir.

Almanya

Şu anda, Almanya'da yüzey işleme endüstrisinin yaklaşık % 94'ü atık sularını yerel kanalizasyon sistemlerine boşaltmaktadır. [104, UBA, 2003] Boşaltma işleminden önce tesiste ön arıtım gereklidir. Fiziko-kimyasal ön arıtım durumunda, zehirli anyonlar (siyanür gibi) yok edilir ve ağır metaller gerekli standartlara kadar giderilir. Daha fazla arıtma ise yerel belediye biyolojik arıtma tesisinde gerçekleştirilir.

Su tasarrufu sağlayan durulama tekniklerini ve çok aşamalı atık su arıtma tesislerini kullanarak, hem atık su miktarı hem de temizlenen atık sudaki kirletici derişimi en aza indirilebilir. Yüzey işleme çalışmalarından sulara verilen kirletici madde yükü, Tablo 3.14 ve Ek 8.5'teki örnek tesislerde gösterildiği gibi azdır:

Tablo 3.14: Galvanik tesislerden belediye kanalizasyon sistemlerine kadar giden ağır metal yükleri [104, UBA, 2003].

Kuruluş	Kaplanan yüzey m^2/y	Çinko yükü kg/y	Krom yükü kg/y	Özgül çinko yükü kg/100000 m^2	Özgül krom yükü kg/100000 m^2
I	63000	3036	0.910	4600	1370
II	158000	3900	1120	2470	0.709

Almanya, dokuz örnek tesis hakkında bilgi sağlamıştır (bkz. Ek 8.5). Tablo 3.15, atık su arıtımından sonra her bir örnek tesisden boşaltılan giriş metali yüzdesini göstermektedir (veri setleri tüm tesisler için tamamlanmamıştır).

Tablo 3.15: Ek 8.5'deki Alman örnek tesisleri: atık suya boşaltılan giriş metallerinin yüzdesi

Kaynak tesis	Krom %	Bakır %	Nikel %	Çinko %	Girdi yüzdesi % olarak toplam metal atımı
A		0.05	0.05		0.05
C	0.032	0.14	0.008		0.02
D	Yetersiz veri				
E				0.007	0.007
F	0.05 (tahminen)			0.008	0.01
G				0.037	0.037
H				0.015	0.015
K	Sıfır boşaltma				
L				0.002	0.002
Aralıklar	0.32 - 0.48	0.05 - 0.14	0.008 - 0.05	0.002 - 0.037	0.002 - 0.037

Bu veriler genel olarak atık suya karışan metal çıkışlarını, metal girdilerinin %0,002- %0,037'si arasında göstermektedir. Bu seviyeler, Norveç'te elde edilen değerlerden önemli ölçüde düşüktür (aşağıya bakınız). Yinede kesin detaylar bilinmemektedir, fakat atık su arıtma tesisleri, birden fazla metalin kullanıldığı iki durumda olduğu gibi, çinko veya nikel gibi metallerden biri için optimize edilebilir ve en az kullanılan metal en az verimli şekilde geri kazanılır veya atılır. (ayrıca bkz. CETS Hollanda).

Almanya ayrıca atık su boşaltımlarından alınan örneklerin 429 detayını sağlamıştır. Örnekler Alman örnekleme yönetmeliklerine göre alınmıştır. Bu veriler Tablo 3.16'da özetlenmiştir.

Tablo 3.16: Alman yüzey arıtma atık su örneklerinden elde edilen özet veriler UBA

	Cr, toplam mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Zn mg/l	CN serbes mg/l
Metal için rapor edilen örnek sayısı	398	419	399	419	116
Ençok mg/l	0.5	0.6	0.7	1.9	0.11
Enaz mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.05
Medyan mg/l	0.125	0.2	0.2	0.8	0.04
Ortalama mg/l	0.181	0.207	0.215	0.972	0.046
Standard sapma (SD)	0.109	0.123	0.116	0.368	0.024
% 95güven aralığı (1.96SD)	0.214	0.241	0.227	0.721	0.047
% 95güven için en yüksek değer	0.395	0.448	0.442	1.693	0.093
% 99güven aralığı (3.29SD)	0.359	0.405	0.382	1.211	0.079
% 99 güven için en yüksek değer	0.54	0.612	0.597	2.183	0.125
Note: aritmetik ortalama değeri ağırlıklı ortalamaya eşit farzedilerek Excel ile hesaplanmıştır.					

Bu verilerin ortalama ve medyan değerleri, genellikle aralığın iki uç noktasının ortalaması alınarak bulunan orta noktasının oldukça altında olduğu görülebilir: istisna çinkodur. Bu, çarpık bir dağılım olduğunu gösterir. Gerçek ortalama boşaltımın, anlık bir değer veya yük olarak, çoğu durumda aralık değerleri arasındaki teorik orta noktanın çok altında olduğunu unutmamak önemlidir. %95 ve %99 güvenirlik değerleri, aralıktaki değerlerin sırasıyla %95 ve %99'unu kapsayacak şekilde ayarlanan değeri gösterir. Örneğin, çinko için 2,183 mg/l'lik bir değer, beklenen değer aralığını %99 güven ile karşılarken, krom için 0,54 mg / l'dir.

Hollanda

Tablo 3.17'de özetlenen veri kümesi, 2003 yılında bir fabrikadan alınan 312 nokta numunesi içindir. Şirket, sert anotlama, kimyasal nikel, gümüş kaplama, kalay kaplama ve diğer kaplamalarda uzmanlaşmıştır. Ortalama değerler çok düşüktür ve medyan değerleri sıklıkla sıfırdır. Standart sapmalar ortalamalardan önemli ölçüde daha büyüktür. Nikel için maksimum aralık ve %99 güven seviyesi, ilginç bir şekilde sınır değer ile aynıdır. Alüminyum için maksimum ve %99 güven değeri de sınır değere yakındır. Krom değerleri daha azdır, ancak bu veri kümesi için veriler, ortalama 0.127 mg / l (yine düşük olan) ve %99 uyumluluğunun 1.059 mg / l'de elde edilebileceğini göstermektedir.

Tablo 3.17: Hollanda'da bir fabrikadan alınan atık su örnekleri için özet veriler

	Al	Pb	Zn	Cu	Cr	Ni	Günlük hacim
Sınır değer Birimler	20 mg/l	mg/l	0.7 mg/l	1.5 mg/l	1.5 mg/l	1.5 mg/l	15 m^3
Belirleyici başına örnek sayısı (en çok 312)	303	302	302	302	302	303	312
En çok	19.500	0.070	0.358	0.245	1.500	1.500	81
En az	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
Medyan	1.958	0.000	0.000	0.000	0.020	0.174	26.5
Ortalama	3.165	0.003	0.004	0.011	0.127	0.323	26
Standard Sapma	3.553	0.011	0.026	0.035	0.238	0.386	19.64
95 % güven aralığı	10.264	0.022	0.025	0.067	0.585	1.274	55.45
99 % güven aralığı	19.122	0.067	0.069	0.181	1.059	1.500	72

Not: aritmetik ortalama değeri ağırlıklı ortalamaya eşit kabul edilerek Excel ile hesaplanmıştır.

İskandinav Konseyi

İskandinav ülkelerinde, iyi uygulama kullanan tesislerde yapılan bir araştırma, 50 l / m^2'lik yüzey işleme alanı kapasitesinin atık akışkanında kullanılan metalin %0,1'inden daha azının bulunması bir işlenmiş akışkan atık boşaltlımının karşılaştırma değerini oluşturmuştur [8, Nordic-Council, 2002].

İsveç

İsveç'teki politika Fransa'ya benzer: yüzey işleme tesisleri atıklarını yüzey suyuna boşaltım için arıtmadır. İstisnalar, genellikle belediye atık su arıtma tesisine boşaltılması gereken yüksek alüminyum ve fosfat içeren atıklardır. Düzenleyici denetim, atık sınır değerleri rehberliğinde her yıl kirlilik yüküne dayanır. Bunlar günlük ve aylık akış-orantılı karışımlara dayanır.

Dokuz tesis için ham veriler sağlanmıştır. Bunlar, sektör için tipik boyutlarda olup sözleşme üstüne çalışanlardan kuruluş içi tesislere kadar değişir: genellikle iki veya üç üretim hatlı olup günlük boşatltım kapasitesi 25 ila 100 m^3 arasındadır. Örnekler, denetim önceliğine göre günlük veya aylık ortalamalar içindir: etkinin anlık olduğu siyanür gibi maddeler için günlük ve boşaltılan yükün daha kritik olduğu maddeler aylıktır. Veriler Tablo 3.18'de özetlenmiştir. En çok değerlerin bulunduğu yerlerde verileri incelerken, ortalama akışa dayalı günlük yükü hesaplamak mümkün olmuştur (bireysel günlük akışlar mevcut değildir). Alüminyum için, bir sonraki en yüksek değer de aşırı yüksek değerlerin doğasını göstermek için verilmiştir. Bunların hepsi, günlük yükün nispeten küçük olması ve ara sıra yüksek değerin yıllık yük rakamı (veya günlük ortalama yük) üzerinde büyük bir etkisi olmadığını gösterir. Bu durum, verilerin aritmetik ortalaması ve medyanının, Almanya ve Hollanda'dan gelen veriler gibi maksimum ve minimum aralık arasındaki orta noktanın oldukça altında olabileceğini göstermektedir.

Günlük ve aylık örnekler için aralıklar genellikle benzerdir ve çoğu durumda tek bir aralık oluşturmak için birleştirilmiştir. Yüzey sularına boşaltımlar ve kamu kanalizasyonuna boşaltımlardan atık su arıtma tesislerine kadar olan aralıklar da çok az pratik farkın olduğu yerlerde birleştirilmiştir: bunlar, önemli bir farkın bulunduğu ve alüminyum gibi aralıkların ayrı ayrı dikkate alınması için önemli nedenlerin bulunduğu durumlarda, ayrı bırakılmıştır.

Tablo 3.18: İsveç'te dokuz tesiste atıksu verilerinin özeti

Belirli etken (ve İsveç referans sınır değerleri)	Yüzey Suyu (YS)		Kamu Kanalizasyonu		Birleşik Aralık	En yüksek salınım değeri ile ilişkili günlük kg yükleme
	Günlük karışım örnek	Aylık karışım örnek	Günlük karışım örnek	Aylık karışım örnek		
Ag mg/l (0.1)	0.013 - 0.019	-	-	-	0.013 - 0.019	-
Al mg/l	-	<0.2 - 75	17 -120	<0.002 - 230	SW <0.2 - 75 (sonraki en yüksek 0.67) PS <0.002 - 230	SW 0.291 (sonraki en yüksek 0.001) PS 0.341
CN'süz mg/l (0.1)	<0.01 - 0.17	-	-	-	<0.01 - 0.17	
CN toplam mg/l (1.0)	<0.01 - 0.26	-	-	-	<0.01 - 0.26	
Cr VI mg/l (0.1)	<0.01 - 0.18	-	<0.02 - 0.11	<0.02 - 0.02	<0.1 - 0.18	0.0005
Cr toplam mg/l (0.05)	-	<0.01 - 1.5	-	<0.01 - 0.28	<0.01 - 1.5	0.008
Cu mg/l (0.05)	-	<0.01 - 0.8	-	-	<0.01 - 0.8	0.063
Fe mg/l	-	0.06 - 1.2	0.08 - 1.5	-	0.06 - 1.5	0.071
Ni mg/l (0.05)	-	<0.03 - 2.1	-	<0.04 - 0.31	<0.03 - 2.1	0.046
$P0_4$ mg/l olarak fosfat	0.11 - 2.6	1.1 - 20	-	0.02 - 5.1	0.11 - 20	0.017
Pb mg/l (0.05)	-	<0.05 - <0.1	-	-	<0.05 - <0.1	
Sn mg/l (1.0)	-	0.2 - 30	-	-	0.2 - 30 (sonraki en yüksek 2.4)	0.002
Zn mg/l (0.05 - 2.0)	-	0.01 - 1.3	-	<0.01 - 0.62	0.01 - 1.3	0.025
KOİ mg/l	110 - 240	-	-	-	110 - 240	
Toplam çıkarılabilir alifatic malzeme mg/l	<1 - 15	-	-	-	<1 - 15 <1 – 32 Toplam çıkarılabilir organik malzemeler için aralık l <1 - 32	
Toplam çıkarılabilir aromatik malzeme mg/l	<1 - 32	-	-	-		
Asılı katı maddeler mg/l (Yüzey Suları için 10)	<5 - 17	<5 - 25	<5 - 710	5 - 10	SW <5 - 25 PS <5 - 710	

Birleşik Krallık

Veriler 37 IPPC izin başvurusundan derlenmiştir. Bu kuruluşlardan: 4 tanesi kamu kanalizasyonuna sadece alüminyumu boşatltır, biri çok düşük seviyelerde yüzey suyuna boşaltır, ikisi çok küçük olduğundan atık su tanklarına boşaltıp uzaklaştırır. Geriye kalan 30 kuruluş, atık arıtma işleminden sonra kamu kanalizasyonuna boşaltır. Birleşik Krallık'taki yönetmelik, genellikle günlük kirlilik yükü göz önüne alınmakla birlikte, anlık atık sınır değerleriyle ilgilidir. Veriler, nokta örneklerin bir karışımına, bir süre boyunca nokta örneklerin ortalamalarına ve bazı karışık örneklere dayanır. Veriler Tablo 3.19'da özetlenmiştir. Tepe değerlerin nokta örneklerler için olup olmadığı bilinmemektedir, ancak nokta örneklerden türetilen bir aralık karışım örneklerinden türetilenden daha yüksek değerler gösterme eğilimindedir (bakınız, Almanya verileri). Yeni ölçüt değeri dahildir.

Tablo 3.19: 30 IPPC'den izin başvurusundaki atık suya salınan değerler için İngiltere verileri.

Metal	30 noktadan alınan örnek içinde metal bırakılan örneklerin sayısı	En az mg/l	En çok mg/l	Normal aralık mg/l	IPPC Karşılaştırma değeri (Oct 04)
Krom (total)	17	0.1	5	1 to 3	1
Bakır	6	0.25	3	0.25 to 1	1
Lead	7	<0.01	0.2	0.05 to 0.15	1
Nikel	10	0.1	5	0.2 to 1	1
Gümüş	1	0.1	-	-	0.1
Kalay	1	2	-	-	2
Çinko	16	0.01	8	0.2 to 6	2

3.3.1.1 Atık su salınımları için sonuçlar

Genel Yorumlar

Yukarıda tartışılan salınım aralıkları Tablo 3.20'de özetlenmiştir. Bölüm 4'te tartışılan seçim tekniklerini kullanarak, yukarıda tartışılan tesislerin günümüzdeki başarımlarını gösteren bu verilerden örnek salınım değerleri elde edilmiştir. Bölüm 4 aşağıdakileri açıklar:

süreçlerde su ve malzeme boşaltımlarının en aza indirilmesi (bkz. Bölüm 4.5, 4.6, 4.7)

- atık suların arıtılması (bkz. Bölüm 4.16).

Bununla birlikte, bir karışımla uğraşırken her bir metalin çözünürlüğünü en aza indirmek için gereken dar aralıklarda kararlı pH değerlerinin korunmasının zor olabileceğine dikkat edilmelidir. Su hacimlerindeki azalma, çözünmüş tuzların ve çeşitli metallerin derişimlerini de arttırabilir. Her iki faktör de atık su arıtımında metallerin çözünürlüğünü artırabilir. Bu, sureçte ve boru-sonu işleminde bir dizi potansiyel MET uygulandığında, her parametre için optimum değer mümkün olmaz; yani, boşaltılan tüm metalleri en aza indirmek, süreçte tutulmalarını en üst düzeye çıkarmak ve su tüketimini azaltmak aynı anda mümkün değildir. (bkz. Bölüm 4.16).

Giriş metallerinin yüzdesi olarak salınan metal miktarı, %0,002 ile % 0,1 arasında değişmektedir. Sınırlı veriler, bunun süreç içi ve atık su arıtma tekniklerine ve kullanılan işlem teknikleri ile metallerin birleşimine bağlı olacağını göstermektedir. Boşaltılan tüm bileşenlerin eşit olarak azaltılması için sistemin optimize edilmesinin mümkün olmadığını gösteren birden fazla işlemin olduğu yerlerde tutma ve / veya uzaklaştırma verimliliği, kullanılan metalin oranından bağımsızdır (aşağıdaki kadmiyum ve cıvaya bakınız).

Hem en aza indirme hem de arıtma tekniklerinin bir bileşimini uygulayan örnekler Ek 8.5'teki örnek tesislerde [123, UBA, 2004] ve ziyaret edilen kuruluş raporlarında açıklanmıştır [Tempany, 2002 # 18].

Burada türetilen potansiyel MET ile ilgili salınım değerleri, sektördeki bazı tesislerin mevcut verilerini yansıtır (verilerin sağlandığı yer). Fakat, bunlar sınır değerleri değildir (bkz. Önsöz ve Bölüm 5'e giriş). Bazı sınır değerler örnek olması için yukarıdaki tartışmaya dahil edilmiştir. Bazı Avrupa ülkelerinde bazı tipik salınım sınırları Tablo 8.2 ve Tablo 8.3, Ek 8.3'te verilmiştir. Değerler PARCOM 92/4 ve HELCOM 23/7 tavsiyeleri için ve 98/83 / EC sayılı İçme Suları Yönergesindeki metal limitleri için de verilmiştir. Tablo 3.20'deki kıyaslama aralıkları büyük ölçüde sınır değerler içinde kalmaktadır.

Günlük karışım olan örnekler için beklenen potansiyel MET ile ilişkili salınım değerleri:

- uygulamadan sonra ve boşaltımdan önceki herhangi bir seyreltmeden önce alınmalıdır.
- analiz öncesi filtrelenmemiş olmalıdır.

Değerler göz önüne alınırken, günlük karışım örneklere ağırlık verilmiş ve aşırı değerler atılmıştır. Tek tek veri kümelerinde ele alındığı gibi, aralık değerlerinde görülemeyen şey, çoğu durumda, yük hesaplamaları için kullanılan ortalama değerlerin aralığın alt ucuna doğru olmasıdır.

Kadmiyum ve civa
Her ikisi de başka mevzuat tarafından kontrol edilir. Kadmiyum sektörde kullanılmaktadır, ancak sınırlı sayıda tesiste ve sıkı kontrol altındadır. Ayrıca bir kirletici olarak bulunur; özellikle tüm çinko anotlarda önemlidir (bkz. Bölüm 2.5.4). Düşük seviyeler bazen tespit edilebilir ve bu, metallerin tesiste kullanımlarıyla orantılı olarak tutulmadığı veya çıkarılmadığı tezini destekler. Cıva, bu sektörün süreçlerinde kullanılmaz, ancak cıva hücresi klor-alkali süreçler tarafından üretilen kostik sodanın kirlenmesinden dolayı bulunabilir.

Diğer metaller
Gümüşün, maliyet nedenleriyle mevcut sınırlı veri aralığının alt sınırına doğru olduğu varsayılmıştır (bkz. Bölüm 4.11). Alüminyum derişimi sadece yüzey suyu boşaltımları için önemlidir (bkz. 4.17.3), dolayısıyla bu bazda bir aralık elde edilmiştir. Krom, bakır, nikel ve çinko için elde edilen veriler, dikkate alınan tesislerin bu aralıklar içinde çalıştığını göstermektedir (bazı aşırı sonuçlar hariç), ancak her bir tesis için ortalama veriler aralığın alt kısmına doğru olabilir. Demir aralığı sadece yüzey suyu boşaltımlarına uygulanabilir.

Florür
Yüzey suları için bir aralık, Fransız verisinden elde edilmiştir.

KOİ
Yüzey suları için bir aralık, Fransız verisinden elde edilmiştir.

Fosfatlar
Buradaki aralık sadece yüzey suyuna boşaltılan atık sular için elde edilir (bkz. Bölüm 4.18.8.2).

Hidrokarbonlar
Bu maddeler için tanımlar ve analitik yöntemler, kaynaklar arasında çok farklılık gösterir. Yüzey suları için bir aralık, Fransız verisinden elde edilmiştir.

VOX
Yüzey suları için Fransa'dan gelen ve kamu kanalizasyonları için ACEA'dan gelen veriler vardır.

Katı maddeler
Bazı Üye Devletler asılı duran katıları (İsveç gibi) kullanır ve diğerleri (Fransa gibi) çökelebilir katıları kullanır. Bu değerler arasında herhangi bir ilişki için veri yoktur. Aralık, Fransa ve İsveç'ten gelen yüzey suları verileri için türetilmiştir: aralıkların her ikisi de birbirine yakındır, ancak aralığın üst sınırı, herhangi bir farklılığı hesaba katmak için hafifçe yükseltilmiştir.

Tablo 3.20: Potansiyel MET ile ilgili değerler dahil olmak üzere, suya salınıma ilişkin özet veriler

Bütün değerler mg/l'dir	Fransa	Finlandiya	UK	Almanya	İsveç	Hollanda	CETS VOM	ACEA	Potansiyel MET ile ilgili salınım değerleri	
Not: PS = Belediye kanalizasyonu SW =Yüzey suyu	>10 tesis	2 tesis	Normal aralık 30 tesis	1 tesis	9 tesis	1tesis	1 tesis	PS'ye boşaltım 3 tesis	PS veya YS	Yüzey sularına uygulanabilen ilave belirlemeler, sadece (YS)
Ag	0.1 – 0.5				0.01 - 0.02		LoD - 2.0		0.1 – 0.5	
Al	1 – 5.0				<0.02 - 6.7 (SW) <0.02 - 230 (FS)	<0.1 - 19.5				1 – 10
Cd	0.1 – 0.2								0.1 – 0.2	
CN içermeyen	0.1 – 0.2			<0.02 - <0.28	<0.01 - 0.17				0.01 – 0.2	
Cr(VI)	0.1 – 0.2				<0.01 - 0.18				0.1 – 0.2	
Cr total	0.5 – 2.0		1 – 3	<0.1 - 0.5	<0.01 - 1.5	<0.1 - 1.5	0.02 - 0.1		0.1 – 2.0	
Cu	0.5 – 2		0.25 – 3.0	<0.1 - 0.5	<0.01 - 0.8	<0.1 - 1.5	LoD - 2.8		0.2 – 2.0	
F	10 – 20									10 – 20
Fe	1 – 5				0.06 - 1.2 (SW) 0.06 - 1.2 (FS)					0.1 to 5
Hg	<0.05								0.01 – 0.05	
Ni	0.5 – 2		0.2 – 1.0	<0.1 - 0.3	<0.03 - 2.1	<0.1 - 1.5	0.02 - 2.7	0.99	0.2 – 2.0	
P olarak fosfat	5 – 10	0.03 – 2.5			0.11 - 0.62					0.5 – 10
Pb	0.2 – 1		0.05 – 0.15		<0.05 - <0.1		All <LoD		0.05 – 0.5	
Sn	1 – 2				0.2 - 2.4		0.3 - 2		0.2 – 2	
Zn	0.5 – 2.0		0.2 – 6.0	<0.5 - 1.5	0.01 - 1.3	<0.1 - 0.4	0.5 - 1.4		0.2 – 2.0	
KOİ	150 – 500				110 - 240			600 - 2000		100 – 500
HC Toplam	1 – 5 (PS or SW)							2.7 - 20 (ortalama 8)		1 – 5
VOX	0.1 – 0.5							0.3		0.1 – 0.5
Katılar	5 – 20				<5 - 25 (SW) <5 - 710 (FS)			30 - 100		5 – 30 (Yüzey sularına boşaltım için)

3.3.2 Atıklar

Birçok atık türü vardır (bkz. Bölüm 1.4.4.10). İşlemlere ve salınımlara, özellikle atık ve atık suya olan malzeme tüketimine genel bir bakış Bölüm 3.1'de verilmiştir. Çoğu yüzey işleme atölyesi için en önemli atık, atık su arıtma tesisinde üretilen katı maddelerdir (çamur) ve üretilen miktar doğrudan malzeme tüketimlerine ve işlem verimliliğine bağlı olup bunlarla ilgili daha fazla ayrıntı 3.2.3'te verilmiştir.

Çamur veya filtre keki genellikle yığın basınç filtresi ile yoğunlaştırılır ve maksimum filtreleme basıncına ve çamur bileşimine bağlı olarak % 60-80 su içerir [104, UBA, 2003]. Anotlamadan kaynaklanan alüminyum hidroksit çamurları genellikle % 75 su içeriğinin altına düşmez [118, ESTAL, 2003]. Çöktürücü maddelerin eklenmesi, su alımına yardımcı olabilir (bkz. Bölüm 4.16.7.3). Bu su içeriğinde, filtre keki kuru bir görünüme sahiptir ve kolayca ufalanır. Çamurun içinde kir, küçük miktarlarda çözünmez inorganik tuzlar, organik bileşikler ve iş parçaları yüzeylerinden veya alttaşlardan çözündürülmüş metaller ve süreç işlemlerinden taşınan çözünmüş metaller de dahil olmak üzere kimyasal maddeler bulunur. Çözünmüş metaller genellikle, çözünmüş demir Fe (II) ve Fe (III) hidroksit dahil çelik metali ve oksitler şeklinde veya anotlamada kullanılanan maddeler çözünmüş alüminyum alümina şeklinde çökeltilir. Fosfatlama işlemi atığı çoğunlukla demir manganez veya çinko fosfattır. Bunlar çamurun büyük oranlarını oluşturabilir. Çamur genellikle tehlikeli atık olarak kabul edilir ve endüstri Avrupa'da bir yılda 300.000 ton tehlikeli atık üretmektedir[1] (tesis başına yılda yaklaşık 16 ton) [92, EC, 1991, 100, EC, 2000] ve uygun düzenlemelere göre denetimlenmeyi gerektirir [93, EC, 2000,
103, EC, 1991].

Filtre keki (çamur), içerdiği su miktarının azaltılmasıyla nakliye ve bertaraf maliyetlerini azaltmak için kurutulabilir. Bununla birlikte, su içeriği %40'ın altında olduğunda tozlu hale gelir. Bakınız, Bölüm 2.13.2.2.

Oluşan çamur miktarı, bir yandan iş parçalarının durumuna, diğer yandan elektro kaplama işlemi sırasında belirli süreç olgularına bağlıdır.

Önemli olgular:

- kirleticilerin girişi
- metal oksitlerin iş parçaları yüzeyinden aşınması
- İşlem çözeltisinin iş parçaları ile dışa-sürüklenmesi (sızması)
- kromatlamadaki gibi metal katmanlarından dönüştürme
- süreç çözeltilerinin hizmet ömrü.

Almanya'daki elektro kaplama atölyelerinde kullanılan metallerin miktarından ve dışa-sürüklenmelerden, galvanik atölyelerin hepsinde oluşan elektro kaplama çamurunun miktarı tahmin edilebilir. Yıllık bazda 20000 t/yıl metal kullanımı baz alınarak, % 20 /t/yıl'lık bir dışa çekilme oranı ile metal kaybı 4000 t olarak hesaplanabilir. Metallerin sülfat olarak bulunduğu ve klasik kireç çökeltisi ile çökeltildiği varsayılırsa:

$$MSO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow M(OH)_2 + CaSO_4 \qquad (M = \text{metal})$$

Ve çamurun % 70'lik bir su içeriğine sahip olduğu varsayılırsa, çamurun metal oranı kabaca 1:10 olur. Bu, kaybedilen metalin tonu başına yaklaşık 10 ton elektroliz kaplama çamuru sonucu anlamına gelir. Sonuç olarak, Almanya'da 40000 ton galvanik çamur demir dışı metal kayıpları ile üretilmektedir.

[1] Bu, Avrupa'daki tehlikeli atıkların% 1'inden ve AB-15'teki tehlikeli atık yönetiminden elde edilen Eurostat rakamlarından oluşan bir endüstri tahmininden türetilmiştir.

Kuzey İtalya'daki 13 nikel galvanik atölyesinde 1998 - 2000 yılları için tüketim ve salınımlar üzerine bir araştırma yürütülmüştür. Tüm atölyeler, yığın basınç filtrelerinden filtre keki (çamuru) üretmektedir. Normal su içeriği ağırlıkça yaklaşık % 70'tir; çamurlardaki nikel içeriği 1800 ile 42000 mg / kg arasında değişmektedir; salınım faktörü (çamura salınan nikel / kullanılan toplam nikel) 40 ile 80 gr / kg (% 4 ila 8) arasında değişmektedir [112, Assogalvanica, 2003]. Bu Alman oranından biraz daha azdır.

Alman tahminine ek olarak, elektro kaplamadan önce metal işlemlerinde, özellikle asitleme işleminde oluşan metallerin hesaba katılması gerekmektedir. Bununla birlikte, önemli bir faktör olan teslim edilen iş parçalarının durumu bilinmediğinden, burada tahmin yapmak zordur. Bu belirsizlikler göz önüne alındığında, elektroliz çamurunun miktarı sadece tahmin edilebilir. Almanya'daki elektro kaplama atölyeslerinin hepsi için 70000 ila 80000 t / yıl gerçekçi görünüyor.

2003 yılında, Almanya'da, elektro kaplama çamurunun yaklaşık % 30'u, demir dışı metal endüstrisinde ikincil bir hammadde olarak kullanılmıştır. Kalanı tehlikeli atık depolama alanlarına boşaltılmıştır. Çamurun kullanımında demirli olmayan metalin verimliliği dikkate alınmaz: % 100 değildir ve % 70 e kadar düşük olabilir [165, Tempany, 2004].

Kullanım süresi dolan bazı ara çözeltiler, doğrudan sıvı atık olarak bertaraf edilmektedir. Bunlar, geri dönüşüm için üreticilere geri gönderilebilir (örneğin, baskılı devre kartı imalatında bakır aşındırıcılar) veya tehlikeli sıvı atıkları olarak, örneğin; kadmiyum, siyanürler, otokatalitik nikel çözeltisi ve / veya kompleksleştirici maddeler vb. içeren kullanılmış süreç çözeltileri saha-dışında yönetilir (bertaraf edilir, depolanır). [121, Fransa, 2003].

3.3.3 Havaya salınımlar

Hepsi

Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemesi, havaya önemli bir salınım kaynağı değildir [104, UBA, 2003] ve bu salınımlar asit yağmurları gibi sınır-ötesi problemlere önemli bir katkı sağlamamaktadır. Bununla birlikte, yerel hava kalitesi, bazı tesisler için bir sorun olabilir (örneğin, kentsel alanlarda NO_X). Havaya salınımların denetimine ilişkin teknikler ve nedenler Bölüm 4.15'te tartışılmıştır.

İşlemlerde kullanılan bazı malzemeler sağlık üzerinde olumsuz etkilere sahiptir ve işyeri atmosferindeki derişimleri genellikle sağlık ve güvenlik mevzuatı ile kontrol edilir. İşyeri koşulları ve yönetmeliklerin gerektirdiği durumlarda, bu maddelerin hava emişi gibi Bölüm4.15'te tartışılan tekniklerle de kontrol edilmesi gerekecektir. Bazı maddeler ayrıca binalarda, teçhizatlarda ve iş parçalarında veya depolanan alttaşlarda aşındırıcı olabilir ve gereksiz korozyonu, hasarı ve yeniden işlenmeyi önlemek için denetim gerektirir (bkz. Bölüm 4.3.1.2).

Bazı durumlarda yerel çevresel etkilere sahip olabilen ve Bölüm 2 ve 4'ün belirli bölümlerinde vurgulanan kaçak salınımları oluşturan uygulamalar ve bazı maddeler Tablo 3.21'de listelenmiştir.

Tablo 3.21: Kaçak salınımların önlenmesini gerektirebilecek çözeltiler ve uygulamalar

Çözelti veya uygulama tipi	Hava çekere ihtiyaç duyan çözeltiler	
Bütün durumlarda:		
Siyanür		
Kadmiyum		
Altı değerlikli Krom	Elektro kaplama için kullanılan ve /veya ısıtılan ve/veya havayla çalkalanan çözeltiler	
Nikel çözeltileri	Havayla çalkalanan çözeltiler	
Amonyum	Amonyağın bir ürünün bileşeni veya parçalanma ürünü olduğu durumlarda amonyak yayan çözeltiler.	
Parlatma ve cilalama gibi aktivitelerden ortaya çıkan		
Çözünmez anod kullanımı	Tüm çözeltilerde hidrojen ve / veya oksijen oluşur ve bir parlama riski vardır, Bölüm 2 ve 4'teki süreç ve teknikleri tek tek inceleyin.	
Asit çözeltileri		
	Hava çekere ihtiyaç duymayan çözeltiler	Hava-çeker ihtiyacı olan çözeltiler
NO_X salınımıyla birlikte nitrik asit içeren işlemler		Yüzey işleme için işlemler Her hangi bir asit oluşturan nitrojen oksitin havaya salınmasıyla sonuçlanan metaller şunları içerir: • alüminyumun kimyasal parlatılması • bakır alaşımların parlak daldırma veya kimyasal parlatma • hidroflorik asit de içerebilen nitrik asit kullanarak asitleme • nitrik asit kullanarak yerinde temizlik
Hidroklorik asit kullanarak asitleme ve sıyırma	Ortam sıcaklıklarında ve su ile % 50 teknik derecenin altındaki derişimlerde kullanılan hidroklorik asit, genellikle sağlık ve güvenlik nedenleriyle çeker gerektiren HCl gazı veya dumanlar gelişmez.	Daha yüksek konsantrasyonlarda ve/veya yüksek sıcaklıklarda kullanılan hidroklorik asit, sağlık ve güvenlik nedeni ve işyerinde korozyonu önlemek için buhar çeker gerektiren önemli miktarda HCl gazı veya duman çıkarır.
Sülfirik asit kullanarak asitlemeve sıyırma	60 ° C'nin altındaki sıcaklıklarda kullanılan sülfürik asit, genellikle sağlık ve güvenlik nedenleriyle çeker gerektiren asit dumanı geliştirmez.	60 °C'nin üzerinde kullanılan sülfirik asit sağlık ve güvenlik nedeni ve işyerinde korozyonu önlemek için buhar çeker gerektiren çok ince asit dumanı salar
Hidroflorik asit kullanarak asitleme		Bütün durumlarda
Alkali çözeltiler		
Sulu alkali temizleme	Alkali temizleme kimyasalları uçucu değildir ve sağlık ve güvenlik nedeni veya lokal çevre koruma için buhar çekici gerektirmez.	60 ° C'nin üzerinde çalışan alkali temizlik tankları, kullanıcının rahat etmesi ve korozyonu önlemek için önemli miktarda su buharı üretebilir.

Havaya salınım verileri hakkında bilgiler birçok kaynakta gözden geçirilmiştir ve Tablo 3.22 de özetlenmiştir.

Tablo 3.22: Havaya salınımlar için veri kaynakları ve türleri

Kaynak	Veri Tipi	Örnek Tipi
Avusturya Endüstrisi	İki geniş tambur hattı	Standart yöntemlerle kontrol için yapılan yasal ölçümler
CETS Hollanda	Bir kuruluş (Bölüm 3.3.1'in aynısı)	Standart yöntemlerle kontrol için yapılan yasal ölçümler
CETS UK	İngiltere'de ana krom kaplamacı	Standart yöntemlerle kontrol için yapılan yasal ölçümler
Almanya	10 tesis	
İsveç	Altı kuruluş, 14 örnek noktası	Standart yöntemlerle kontrol için yapılan yasal ölçümler

Avusturya endüstrisi

Üç işlemli iki büyük üretim hattından hava salınımı örnekleri Tablo 3.23'te verilmiştir.

Tablo 3.23: Alkali çinko tambur ve bakır-nikel tambur hatlarından havaya verilen salınımlar, Avusturya, Collini Gmbh, Avusturya

İşlem ve salınımlar	Alkali çinko tambur hattı	Bakır/Nikel tambur hattı	
İşlem tipive büyüklüğü	İşlem hattında çözünmez anotlu 26 m3 16 banyo alkali çinko banyosu	9 adet 28 m^3 siyanür bakır banyosu	18 adet 58 m^3 Watt tipi nikel banyosu
Egzoz hava arıtma	Temizleyici su	Bir alkali hava-ovucu içinde yıkanan siyanür hava akımı	Su damlacıklarının ısı eşanjörüne çıkarılması. Atık su arıtımına yoğunlaşma.
Yayılan havanın hacmi Nm3/sam3/sa	37700	27800	12200
Yayılan çinko mg/Nm^3	0.048 – 0.071		
Yayılan çinko yüküg/sa	2.2		
Yayılan bakır mg/Nm^3		<0.01	
Yayılan bakır yükü g/sa		<2.78	
Yayılan siyanid mg/Nm^3		0.11 – 0.16	
Yayılan siyanür yükü g/sa		3.75	
Yayılan havadaki nikel mg/Nm^3			<0.01 – 0.011
Yayılan nikel yüküg/sa			0.134
Yayılan toz mg/Nm^3	<1 – 4.0	<1	<1

CETS Hollanda

Hollanda'da büyük ölçekli yüzey arıtma tesisindeki düzenleme için 2001 yılında alınan salınım ölçümleri Tablo 3.24'te verilmiştir. Aynı kuruluş, Bölüm 3.3.1'de verilen atık su salınımları verilerini sağladı.

Tablo 3.24: Havaya salınım. CETS Hollanda CETS VOM

Maddee	İşlem detayları ve yorumlar	Ölçülen değer (mg/m^3)	Aralık (mg/m^3)	Akış m3/sam3/sa
Nikel	Islak-ovalayıcı ile akımsız nikel		0.014 - 0.039	2450
Bakır	Hava çalkalamalı banyolar	0.001		3320
Amonyum	İşlem çözeltisine Islak-ovalayıcı ile akımsız nikel ekleme 1kg/sa		<LoD - 9.2	
Siyanür	Nikel sıyırma	<LoD		Şekil yok
Siyanür	Gümüş siyanür, düşük sıcaklıkta pompalarla çalkalanır, ovalayıcı yok		<LoD – 2.7	1847
HCl		1		
CrVI içeren krom)	PFOS (2 kg / yıl) kullanarak asıl olarak sert krom	Cr(VI): 0.0001'de 5 ölçüm	0.006 to 0.019 toplam Cr	2000
Ag		<LoD		
NOx	Plastikten (PDVF) nikel sıyırma: Islak-ovalayıcının kurulumundan önce Kurulumundan sonra		9033 to 35450	
Note: LoD belirleme limitidir(Limit of Detection)				

CETS UK

Birleşik Krallık'ta geniş ölçekli bir kaplama tesisinden kaynaklanan hava salınımları Tablo 3.25'te verilmiştir. Örnekler Ek 8.4.1.2'de verilen yöntemlere göre alınmıştır. Veriler 8 saat vardiya sistemi ile çalışan üç değerlikli krom kaplama kullanan bir tesis ile ilgilidir.

Tablo 3.25: Üç değerlikli krom kaplamasından kaynaklanan havaya salınımlar (SEA) **CETS İngiltere**

Kaynak	Hidroklorik asit tankı 801 3x 0.9x0.9m^3	Hidroklorik asit tankı 225 3x 0.9x 0.9m^3	Hidroklorik asit tankı 100 3x 0.9x 0.9m^3	Parlak üç değerlikli kromlu hidroklorik asit 2.5x0.8x1.2 m^3	Siyah üç değerlikli krom 2.5x0.8x1.2 m^3
Salınım azaltma düzenekleri	2 kenar silme Uygulama yok	2 kenar silme Uygulama yok	2 kenar silme Uygulama yok	2 kenar silme Uygulama yok	2 kenar silme Uygulama yok
Akış hızı (Değiştirilmiş) Nm3/sam3/sa	4418	1907	6031	5600	7189
Toplam parçacık madde mg/m^3	-			0.4	0.2
Krom (toplam) mg/m^3	-			<0.01	<0.01
HCl mg/m^3	0.6	4.2	0.6	1.3	

Bir İngiliz alüminyum parlatma tesisinin salınımları Ek 8.12'de açıklanmıştır. Tesis, anotlama işleminden önce otomatik / yarı otomatik alüminyumun parlama imkanlarına sahiptir. İşlem hattı alkali batırmalı temizleme / yağ giderme; parlatıcı; sıcak kir uzaklaştırma; aşağıdakileri kullanarak işlemler arasında durulamalı anotlama:

- parlatma çözeltisi % 6 -% 7 oranında % 70 lik nitrik asit (sağlandığı gibi)
- % 15 sülfürik asit (% 96 olarak sağlanır)
- % 78 - 79 oranında fosforik asit (% 50 olarak sağlanır).

Hava, bir gaz-temizleyici arasından 30000 m3/sam3/sa akışla çıkarılır. Gaz temizleyicide NO_2 nin çoğu emiler ve NO kalır. Su ile yıkadıktan sonra yayılan NO_X için tipik rakamlar 60 - 70 mg / m^3'tür.

Almanya

Tablo 3.26, Almanya'da asitleme ve altı değerlikli krom kaplama hattı için salınım değerini göstermektedir [104, UBA, 2003], [NRW UBA]. Bu bilginin alındığı yerde, egzoz havası akışı, asitlemeci bileşimi vb. gibi ek parametreler verilmiştir. Dolgu malzemeli egzoz ovucu ve ters akımlı ovalayıcı veya damlacık ayırıcı gibi basit salınım denetim işlemleri kullanılmıştır. Her asitleme tesisinin, farklı asitleme işlemi kimyasına sahip olduğunu unutmayın.

Bir sulu temizleyici normal olarak NO_X için yeterlidir (örneğin, tesis 5, Tablo 3.26). HF için Alman TA Luft salınım değerine (3 mg / m^3) ulaşmak için ise genellikle bir alkali temizleyici gereklidir. Sonuç olarak, NO_X'in boşaltıldığı yerde, NO_X için çok düşük bir değere de ulaşılır (bkz. Tesis 1, 2 ve 10, Tablo 3.26). Tesis 8, asitleme banyoları için HF ve HNO_3 kullanıyordu; yeni tesislerini kurmadan ve banyoların bileşimini değiştirmeden önce, alkali içermeyen bir sulu ovucu kullanınca HF seviyelerini <3 mg / m^3 e indirmede problemler yaşadı. Şimdi, çözeltide artık nitrik asit kullanılmadığından ötürü düşük bir HF değerine ulaşıyorlar ve NO_X'i yok ettiler. Genellikle 30 ila 10 mg / m^3 aralığındaki HCI salınım değerleri, bir sulu ovucu kullanılarak elde edilebilir. 10 mg / m^3'ün altındaki değerler bir su ovalayıcısıyla elde edilebilir, ancak su tüketiminde önemli ölçüde artış olur.

Bir sis giderici / aerosol'u kullanılarak Cr (VI) (0.001 - 0.011 mg / l) için çok düşük salınım değerleri elde edilebilir. Ni için de düşük seviyeye ulaşılabilir, ancak hiçbir veri sağlanmamıştır.

Tablo 3.26: Almanya'daki asitleme ve krom kaplama tesis örnekleri için hava salınım değerleri

[104, UBA, 2003], [Almanya, Kuzeybatı]

Tesis verisi	Tesis 1	Tesis 2	Tesis 3	Tesis 4	Tesis 5	Tesis 6	Tesis 7	Tesis 8	Tesis 9	Tesis 10
Banyoların tipi ve hacimleri	Asitleme 8.2 m^3	Asitleme >10 m^3	Asitlme 22 m^3	Asitleme~50 m^3	Asitleme 11 x 18 m^2	Asitleme ~150 m^3	Asitleme ~90 m^3	Yüksek kaliteli çelik yeni tesisi asitleme,: 22 m^3	Krom kaplama: 25 m^3	Asitleme 9.3 m^3
Kenar ekzozu				No	Ekzoz gazı boruları			Yes	Yes	Yes
m3/sam3/sa' te ekzoz hava akış oranı	6500	<10000	12000	3000 - 6000	<8500	~50000	30000	4600 – 7460	2800	7000
Salınım azaltımı ve yıkama ortamı	Egzoz ovalayıcıları; Sodyum hidroksit çözeltisi	Egzoz ovalayıcıları; Sodyum hidroksit çözeltisi	Yok	Absorpsi-yon haznesi; Su	Egzoz ovalayıcıları; Sodyum hidroksit çözeltisi	Yok	Egzoz ovalayıcıları: su	Ovalayıcı yok, sadece buhar giderici/aerosol ayırıcı	Ovalayıcı yok, sadece buhar giderici/aerosol ayırıcı	3 katmanlı ve bir sis giderici ile karşıt akımlı yıkama kulesi; KOH ilavesiyle pH değeri 9.0'da tutulur.
Asit bileşimi										
Nitrik asit %	20 - 40	<30	12	-	<40	Bilinmi-yor	Bilinmi-yor	Yok		15
Asit %	<7	<2	4	5	<7	Bilinmi-yor	0	5 – 6.5		10
Sülfirik asit %								1.5 – 2		
Fosforik asit %										
Toplama katkı maddeleri	Nitrit		Nitrit, HF							
g CrO_3/l									250 – 260	
Banyo yönetimi								Düşük sıcaklık, havayla karıştırma yok, katkı maddesi yok,	Katkı maddesi olarak tenside (PFOS değil)	Sıcaklık yaklaşık 70 °C

3.26'nın devamı

Tesis verisi	Tesis 1	Tesis 2	Tesis 3	Tesis 4	Tesis 5	Tesis 6	Tesis 7	Tesis 8	Tesis 9	Tesis 10
Maddeler mg/Nm^3										
NO_X	4 - 45	<15	21 - 29		15 – 40 (limit değeri 200) –	<12	<5			7 - 11
HF	0.04 – 0.06	<0.1	2 – 5	0.01 – 0.1		0.05 – 0.07		0.4 – 1.6		0.1 – 0.2
HCl						0.07 – 0.27	<0.4			
H_2SO_4							<0.6			
NaOH							0			
NH_3							<0.2			
CN^-						0.25 - 0.46				
CrVI (iyonlar)						<0.1	<0.3			
Toplam krom									0.001 – 0.011 (LoD 0.001)	
Ni	<0.003					<0.1				
Note: LoD = belirleme limiti										

İsveç

Tablo 3.27, düzenleyici raporlar için 2003 yılında beş tesisden alınan örneklerden oluşan verileri göstermektedir. 1 den 4 e numaralı tesisler, işleme faaliyetlerini yürütür ve 5 ve 6 numaralı işletmelerin elektroliz hatları vardır.

Tablo 3.27: İsveç'te metallerin yüzey işlemine yönelik etkinlik örnekleri için hava salınım değerleri [104, UBA, 2003]

	Tesis 1	Tesis 2	Tesis 3	Tesis 4	Tesis 5							Tesis 6		
İşlem	Al döküm	Döküm ile yapmak	Makine ile yapma		Zn II	$CuSO_4$		Asitleme	Zinc	Siyanid e	Nikel	Çinko askı	Çinko tekne	Ni/Cr
Nm3/sam3/sa												33100	2100	2400
Salınımlar mg/Nm^3														
Hidrojen klorid					0.49 – 0.63			6.89 – 9.13	0.49 – 0.63		0.177 – 0.184	0.6 – 1.0	0.04 – 2.3	<0.3 – <0.4
SO_x as SO_2					0.05 – 0.96	0.02 to 0.06			0.05 – 0.96		0.01 to 0.08	0.2 –2. 7	1.1 – 7.0	<0.3 – <0.4
NaOH												0.03 – 0.04	0.2 – 1.2	<0.01 – 0.09
Hidroge n										<0.01				
Krom olarak Cr(VI) ve bileşikleri														<0.01 – <0.01
Nikel olarak Ni ve nikel bileşikleri				0.05 – 0.08 filtrelemeden sonra							<0.04 – 0.06			<0.3 – <0.4
Partikül madde	1. temizlik sonra<5 2. Diğer salınım kaynakları <10	1.7 – 1.8	23.1 – 29. 7 temizlemeden				7.1 – 8.5							
Çinko					0.06 - 0.126				0.06 to 0.126			<0.01 to <0.01	0.08 to 0.46	
Bakır						<0.005 to 0.012								

3.3.3.1 Hava salınımlarına ilişkin sonuçlar

Genel Yorumlar
Yukarıda tartışılan ve büyük ölçekli çelik rulo kaplama tesisinden (Tablo 3.30 ve Tablo 3.31) elde edilen salınım aralıkları Tablo 3.28'de özetlenmiştir. Salınım aralıkları sadece bu yüzey işleme tesisleri örneği içindir; her tesis, bölümlerde ve tablolarda bulunan veriler yanında bir MET aralığı ile ilişkilidir (örneğin, bkz. Bölüm 4.18). Değerler aşağıdaki yorumları dikkate alarak, Monitoring BREF [91, EIPPCB,] (İzleme) rehberleri doğrultusunda yorumlanmalıdır. Belirli bir tesis düşünüldüğünde, hava salınımlarının sadece yerel olarak anlamlı olması muhtemeldir. Derişimlere ek olarak, boşaltılan toplam yükün dikkate alınması önemlidir. Çoğu durumda, çeker baca, tesis içinde sağlık ve güvenlik için olup, kaçak salınımları toplamak için değildir. Bazı maddeler için rapor edilen düşük değerlerden bazıları, süreçlerden ve / veya işlemlerdeki önlemler sonucu düşük salınımlardan kaynaklanır: düşük değerler her zaman hat sonu işlemlerinin kullanımı ile ilişkili değildir.

Veriler genellikle kaynaklar arasında çok az farklılık gösterir. Bunun nedeni, bu sektördeki hava salınımlarının büyük olmaması ve Bölüm 4.15'te tartışılan mevcut işlem-içi ve/veya hat-sonu teknikleri kullanılarak kolaylıkla halledilebilmesidir. Ayrıca, hava salınım ölçümleri ülkeler ve düzenleyici sistemler arasında önemli ölçüde değişmeyen standart teknikler kullanılarak alınır (su salınım ölçümlerinden farklı olarak bkz. Bölüm 3.3.1).

Verilerin analizi şunları gösterir:

- sağlanan bazı veriler özetlenmiş bazıları ise özetlenmemiş bir formda sağlanmıştır. Bazı durumlarda, sağlanan verilerin bir örnekten mi, bir karışım mı yoksa birkaç örnekten mi özetlendiği açık değildir.
- güven aralıkları yanı sıra verilerin hataları, güvenirliği, tekrarlanabilirliği ve doğruluğu hakkında genel sonuçlar çıkarmak mümkün değildir.
- bazı durumlarda, incelenen işlemde veya tesiste kullanılmayan maddeler için de düşük değerler dahil edilmiş olabilir. Ancak, düzenleyici parametrelerin belirlenmiş bir grubunun (veya paketinin) bir parçası olarak sunulmuşlardır.
- her tesisin tam olarak belirtilmemiş farklılıkları vardır:
  - özellikle hava çalkalama kullanımına bağlı potansiyel MET kullanımı
  - dikkate alınan sürecin büyüklüğü ve verimi
  - süreçlerde kullanılan kimyasallar ve derişimleri
  - uygulama yapılan maddeler
  - atık hava arıtma
- aşağıdakiler için birkaç veri verilmiştir:
  - tesislerin tipi ve yaşı, önemli süreçler veya kullanılan potansiyel MET
  - örnekleme zamanında, üretim faaliyetinin tam kapasite yüzdesi ve kontrol teknikleri
  - aynı örnekleme noktasından havanın çıkarıldığı birden fazla üretim aktivitesinin nispi katkıları
  - coğrafi konum ve yerel çevre koşulları.

Burada türetilen potansiyel MET ile ilgili salınım aralıkları, sektördeki bazı tesislerin mevcut verilerini yansıtır (verilerin sunulduğu yer). Bununla birlikte, bunlar sınır değerleri değildir (bkz. Önsöz ve Bölüm 5). Bazı Avrupa ülkeleri için bazı tipik salınım sınırları Ek 8.3'te verilmiştir. Tablo 3.28'deki kıyaslama aralıkları büyük ölçüde sınır değerler içinde kalmaktadır.

Potansiyel MET ile ilişkili salınım aralıkları, düzenleyici örnekler içindir ve zaman aralıkları kullanılan standart yöntemlerde belirtilmiştir. Bunlar çalışma süresi boyunca genellikle 30-60 dakikalık zaman diliminde alınır.

Aralıkların türetilmesi hakkında yorumlar
Yukarıda ortaya çıkan belirtilen belirsizlikler nedeniyle, özellikle bazı düşük değerlerin kullanılmayan maddeye bağlı olabileceğinden ötürü aralıkların alt değerleri yuvarlatılmıştır. Bazı aralıkların üst değerleri, belirsizlikleri de dikkate alarak, uygun rakamlara yuvarlatılmıştır.

Azot oksitleri (NO_2 olarak toplam asit oluşumu)
NO_X için veri setleri geniş ölçüde farklı değerlere sahiptir: Almanya değeri <5 - 45 mg/Nm^3 'den CETS Hollanda değeri <500 mg/Nm^3 'e kadar. Almanya'da rapor edilen bir tesis, farklı bir işlem kimyasıyla yer değiştirerek NO_X'ü asitleme işleminde kontrol etmiştir. NO_X için aralık geniştir, ancak İngiltere'de gaz ovalayıcılar veya yapişkan (adsorpsiyon) kuleleri kullanılarak 100 mg/l'nin altındaki seviyeler elde edilmiştir (bkz. Ek 8.12).

Hidrojen florid
Alman asitleme tesisi verisinden bir aralık türetilmiştir.

Hidrojen klorür
Tablo 3.25, düşük değerlerin atık gaz arıtımı ile ilişkili olmayabileceğini göstermektedir. Aralık CETS Hollanda ve CETS İngiltere, Almanya ve İsveç'ten verileri içermektedir.

SO_x olarak SO_2
İsveç verisinden bir aralık türetilmiştir.

NaOH
Veriler İsveç'teki bir tesis için verilmiştir. Ancak, belirlemek için herhangi bir yöntem verilmemiş olup genellikle NaOH'nin denetim altına alınması gerektiği yerlerde ise toz sınır değerine dahil olduğu düşünülmektedir. Olası MET ile ilişkili herhangi bir aralık türetilmemiştir.

Amonyak olarak N-NH_3
Veriler akımsız (electroless) nikel içindir. Amonyaklı aşındırmanın sıklıkla kullanıldığı ve sektörde önemli bir amonyak kaynağı olabilecek baskılı devre kartı imalatı için herhangi bir veri bulunmamaktadır.

Hidrojen siyanür
Düşük değerler, işlem içi önlemlerle tek bir işlem için gerçekleştirilebilir: pompa ile çalkalamalı (hava değil) bir düşük sıcaklık çözeltisi kullanılır. Dört kaynaktan ve çeşitli süreçlerden bir aralık türetilmiştir. Aralığın alt ucu alkali ovucular ile elde edilebilir.

Çinko
Avusturya ve İsveç'ten verilerden bir aralık türetilmiştir.

Bakır
Avusturya, CETS Hollanda, İngiltere ve İsveç'ten gelen veriler ile tespit sınırlarına yakın bir aralık türetilmiştir.

Krom ve bileşikleri
Altı-değerlikli krom için <0.1 - 0.2mg/Nm^3 bir aralık türetilmiştir. Toplam krom değerleri <0.1mg/Nm^3'ün altındadır. Toplam krom için değer aralığı, altı değerlikli olandan daha büyük olmalıdır, ancak, rakamların tesbit (ölçüm) sınırına yakın olması bu anormalliğin sebebi olabilir.

Nikel ve bileşikleri
Ölçüm sınırlarına yakın bir aralık üç kaynaktan elde edilmiştir.

Partikül madde
Aralık, ıslak ve kuru süreçleri içeren üç kaynaktan türetilir. Bazı durumlarda temizlenmeden aralık ulaşılabilir olmasına rağmen, kuru partiküllerde aralığın alt ucuna ulaşmak için temizlenmesi gerekebilir. Sulu işlemler için aralığın alt ucu, diğer salınımlarda genellikle ıslak veya alkali yıkama sonrasında elde edilir.

Tablo 3.28: Bazı tesislerden havaya verilen salınım değerleri için özet veriler.

Salınımlar mg/Nm^3	Askı or tambur uygulamaları					Büyük ölçekli çelik rulo uygulamaları	Bazı salınım aralıkları	Salınım aralıkları ile ilişkili yerel çevre düzenlemelerini karşılamak için kullanılan bazı teknikler (bkz. Tablo 3.21)
Kaynak	Avusturya Tablo 3.23	CETS Holland a Tablo 3.24	CETS Birleşik Krallık Tablo	Almanya Table 3.26	İsveçTable 3.27	EUROFER Table 3.30 ve Table 3.31		
Azot oksitleri (NO_2 olarak toplam asit oluşumu)		<500		<5 – 45		nd See Note 1	<5 – 500	Ovalayıcı veya adsorpsiyon kuleleri
Hidrojen florür				<0.1 – 1.6			<0.1 – 2	Alkali ovalayıcılar
Hidrojen klorür			0.6 – 4.2		0.3 – 9.0	Kalay veya krom (ECCS) işlemi 25 – 30	<0.3 – 30	Su ovalayıcılar Bakınız Not 2
SO_x as SO_2					0.1 – 7.0	nd	1.0 – 10	Alkali ovalayıcı ile karşı akım paketlenmiş kule
NaOH					0.3 - 1.2	nd	No range derived	
N olarak amonyum- NH_3		0.1 – 9.2				nd	0.1 – 10	Not: Veriler akımsız nikelden. PCB üretimi için veri yok Islak-ovalayıcı
Hidrojen siyanür	0.11 – 0.16	LoD – 2.7		0.25 – 0.46	<0.1	nd	1) 0.1 – 3.0 2) 0.1 – 0.5	Havasız çalkalama Düşük sıcaklık süreçleri Siyanür olmayan süreçler Aralığın alt ucu alkali ovalayıcı kullanılarak karşılanabilir.

Çinko	0.05 – 0.07				<0.01 – 0.46	Çinko veya çinko nikel işlemi 0.17 – 2.2	<0.01 – 2.5	Islak-ovalayıcı Bakınız Not 2
Bakır	<0.01	0.001			<0.005 – 0.012	nd	<0.01 – 0.02	Bakınız Not 2
Salınımlar mg/Nm^3	Jig veya tambur					Büyük ölçekli çelik bobin faaliyetleri	Bazı salınım aralıkları	Salınım aralıkları ile ilişkili yerel çevre gereksinimlerini karşılamak için kullanılan bazı teknikler (bkz. Tablo 3.21)
Kaynaklar	Avusturya Tablo 3.23	CETS NL Tablo 3.24	CETS UK Tablo 3.25	Almanya Tablo 3.26	İsveç Tablo 3.27	EUROFER Tablo 3.30 ve Tablo 3.31		
Krom olarak Cr(VI) ve bileşikleri		Cr(VI) 0.006 – 0.02 Toplam Cr (5 sonuç) 0.0001	Toplam Cr <0.01 – <0.01	Cr(VI) <0.01 – 0.1	<0.01 – <0.01	Tanımlanmamış	Cr(VI) <0.01 – 0.2 Total	Cr (VI) 'nın Cr (III) veya kromsuz tekniklerle ikamesi Damlacık ayırıcı Ovalayıcılar veya adsorpsiyon kulesi
Nikel olarak nikel ve bileşikleri	<0.01 – 0.01	0.014 – 0.04			<0.04 – 0.06	Tanımlanmamış	<0.01 – 0.1	Extraction and condense in heat exchanger Water or alkali scrubber Filter See Note 2
Partikül madde			0.2 – 0.4		<5 – 29.7	Kalay veya krom (ECCS) işlemi	<5 – 30	Islak-ovalayıcı Siklon filtre (Değerler, uygulamanın olmadığı yerleri içerir)

Not 1: nd = hiç bir veri sağlanmamış
Not 2: bazı durumlarda, bazı kullanıcılar EOP'siz bu aralıkları karşılıyor.
Not 3: Toplam Cr <0.1 – 0.2 Cr(VI) emsyonları ve toplam Cr salınımlarının her ikisinin ölçüm aralığından elde edilir.

3.3.4 Gürültü

İç gürültü sorunları iş sağlığı mevzuatı ile kontrol edilir.

Dış gürültü rahatsız edici bir faktör olup, konutlar ve diğer işletmeler gibi yakın hedefler ile hastaneler, umuma ait yerler ve yaban hayatı gibi sosyal açıdan hassas hedeflere bağlıdır. Gürültü genellikle sabit seviyelerde ölçülür ve tepe (en yüksek) seviyeleri genellikle yerel arka plan seviyeleriyle karşılaştırılır. Yönetmelik, genellikle maksimum gürültü seviyesini ve yerel normlara ilave seviyeyi dikkate alır. Bazen gürültü, örneğin yerel yaşayan veya çalışan insanların etkilenmemesi için, izin verilen çalışma saatleriyle veya günün ve hafta sonlarının farklı zamanları için farklı gürültü limitleri verilerek de kontrol edilir..

Özellikle gürültülü olan faaliyetler Bölüm 2.13.4 ve 4.19'da belirtilmiştir. Tesislerin çalıştırılmasıyla ilgili herhangi bir değer verilmemiştir.

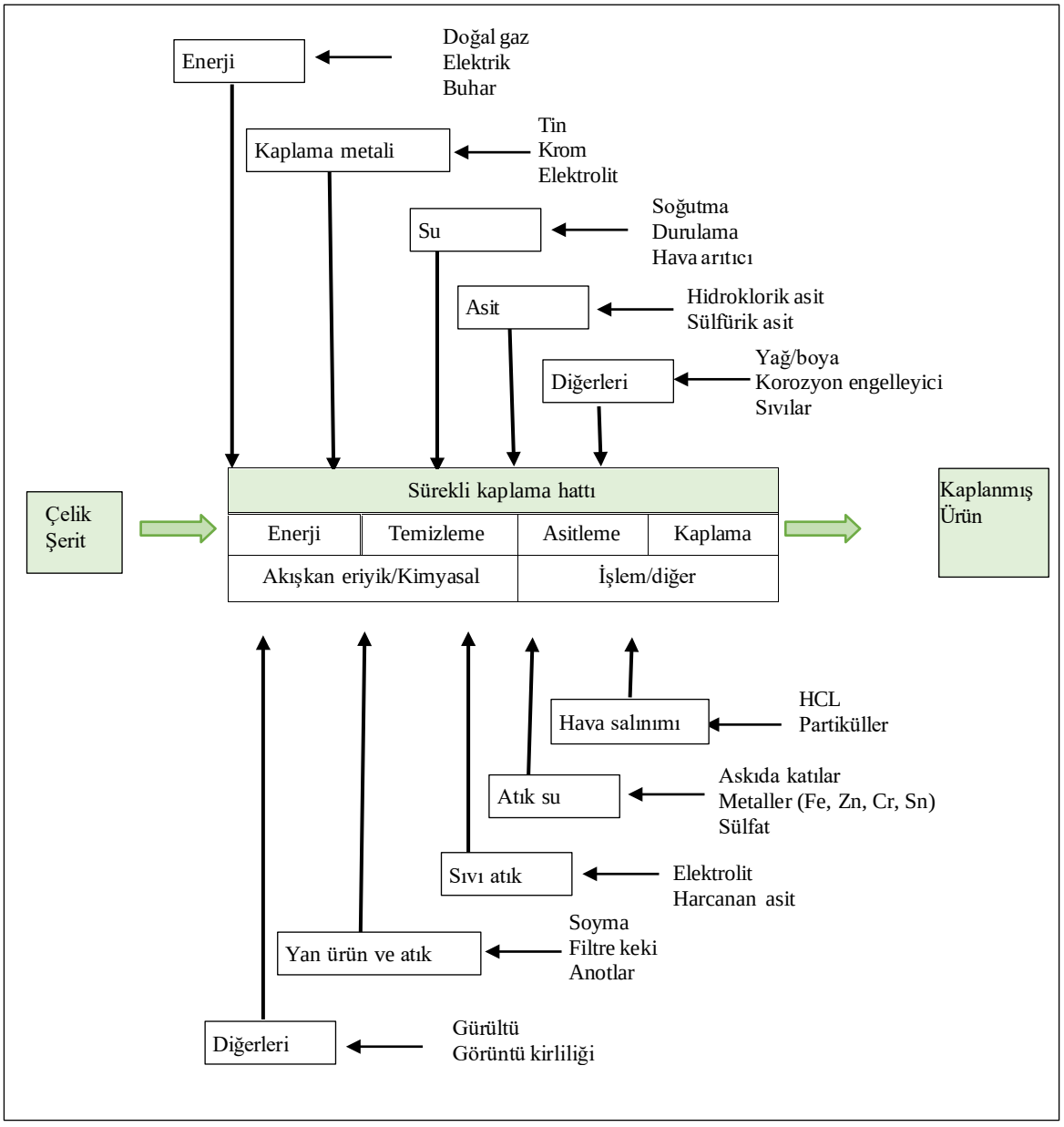
Arka plan seviyesine ek olarak verilen bir düzenleyici (yasal) seviye örneği Ek 8.3 [121, Fransa, 2003]'de verilmiştir.

Titreşim, yerel bir rahatsızlık verici konu olarak olarak gürültü ile birlikte de düşünülebilir. Bunu belirlemek daha zordur.

3.4 Diğer uygulamalar için tüketim ve salınımlar

3.4.1 Çeliklerin sürekli elektrolitik kalay kaplanması ve sürekli elektrolitik krom kaplanması (ECCS)

Bu bölümdeki veriler yedi adete kadar olan Avrupa hatlarından sağlanan bilgilere dayanmaktadır. Veriler bu tip bir işlem için tipik veriler olarak görülmeli ve kesin değer olarak görülmemelidir.



Şekil 3.1: Elektrolitik kalay levha ve krom kaplama (ECCS) işlemlerinde sürekli kütle akışına genel bakış

Tablo 3.29 ve Tablo 3.30, kaplama hatlarının tamamı için tüketim ve salınım seviyelerindeki aralıkları göstermektedir. Bu tip işlemler için, ortak saha atık arıtma tesislerinin (diğer çelik işleme faaliyetleri ile birlikte) sıklıkla kullanılmasından ötürü tek kaplama hatlarındaki son atık boşaltımları için sınırlı veri olduğu dikkate alınmalıdır. Nispeten düşük etki nedeniyle, havaya salınımlar için sadece sınırlı veriler mevcuttur.

Tablo 3.29: Elektrolitik kalay veya ECCS ile sürekli çelik kaplanma için tipik girdi ve tüketim seviyeleri

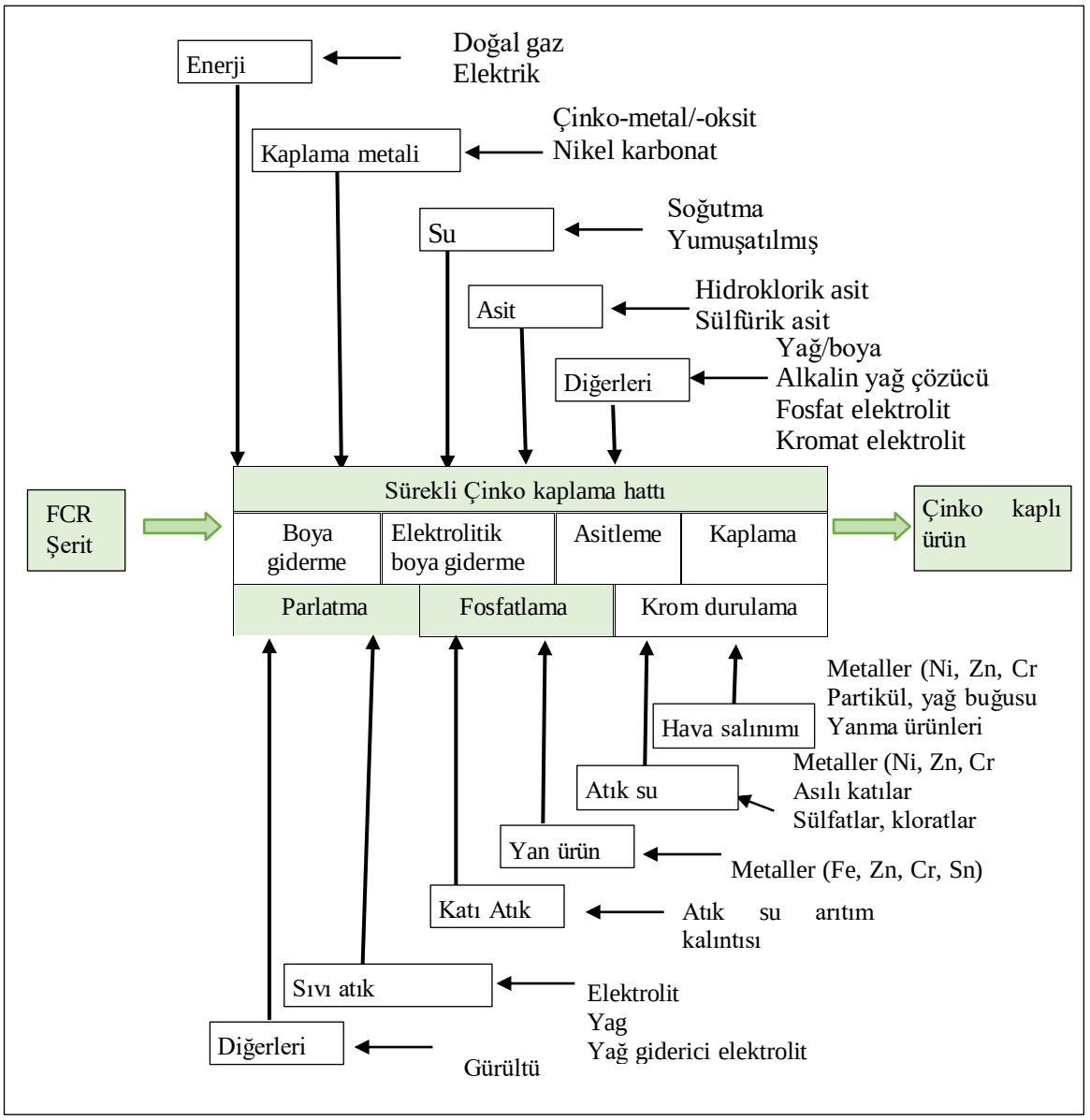
Malzemeler	
Kalay kaplama – elektrolit kalay	250 – 300 t/yıl
	Bileşim 17 – 40 g/l – Kalay
	10 - 28 g/l – SA
	3 - 5 g/l - ENSA
Kromat – sodyum dikromat	40 - 50 t/yr
Enerji	
Doğal gaz	26 - 40 MJ/t
Elektrolit	360 - 720 MJ/t
Buhar	124 - 368 Kg/t
Toplam su	6.71 - 42.1 m^3/t

Tablo 3.30: Elektrolitik kalay veya ECCS ile sürekli çelik kaplama için tipik salınım değerleri

Belirli salınımlar	Tipik aralık
Havaya	
HCl Partikülü (kuru)	25 - 30 mg/Nm^3 1 - 20 mg/Nm^3
Suya*	
Toplam asılı katı madde	4 - 40 mg/l
KOİ	120 - 200 mg/l
Demir	2 - 10 mg/l
Krom	0.03 - 1 mg/l
Çinko	0.02 - 0.2 mg/l
Kalay	0.03 - 1 mg/l
Krom (VI)	0.0001 - 0.01 mg/l
Atığa **	
Filtre kek atıksu arıtımından	8000 - 14000 t/yıl
* atıksu arıtımının ardından ve birçok farklı üretim hatları için. ** ıslak ve üretim miktarına bağlı olarak	

3.4.2 Çeliklere sürekli elektrolitik çinko ve çinko-nikel kaplanması

Bu bölümdeki veriler, 14 Avrupa hattına kadar sağlanan bilgilere dayanmaktadır. Veriler bu tip bir işlem için tipik veriler olarak görülmeli ve kesin değerler olarak görülmemelidir.



Şekil 3.2: Çinko ve çinko-nikel için sürekli kaplamada kütle akışına genel bakış

Tablo 3.31, toplam kaplama hatları için tüketim ve salınım seviyelerindeki aralıkları göstermektedir. Bu tip işlemler için, ortak saha atık arıtma tesislerinin (diğer çelik işleme faaliyetleri ile birlikte) sıklıkla kullanılmasından ötürü tek kaplama hatlarındaki son atık boşaltımları için sınırlı veri olduğu dikkate alınmalıdır. Nispeten düşük etki nedeniyle, havaya salınımlar için sadece sınırlı veriler vardır.

Tablo 3.31: Çinko ve çinko nikel ile sürekli çelik kaplama için tipik tüketim ve salınım seviyeleri

Girdi/tüketim seviyeleri	
Enerji GJ/t kaplanmış çelik) Elektrik Doğal gaz/buhar	 0.4 - 1.5 0.08 - 0.63
Malzeme (kg/t kaplanmış çelik) Çinko Nikel Deterjanlar	 9.3 - 16.3 0.7 - 1.3 <0.45
Özgül salınımlar	
Arıtılmış atık su (m^3/t kaplanmış çelik) Salınan su	0.3 to 4.1
Havaya (mg/nm^3) Çinko Nikel	 0.17 - 2.2 -
Suya* (mg/l) Çinko Nikel Krom KOİ	 0.2- 2.2 - - -
Katı atıklar ** (kg/t kaplanmış çelik) Yağlı çamur Filtre kek	 0.18
Geri dönüşümlü/Değerlendirilmiş	
Metal Çelik hurda Çinko anodlar	 Geri dönüşümlü Geri dönüşümlü (çözülebilir anodlarla işlemler
Elektrolit Çinko elektrolit	 Geri dönüşümlü (çözülebilir anodlarla işlemler)
* atıksu arıtımının ardından ve birçok farklı üretim hatları için. ** ıslak ve üretim miktarına bağlı olarak	

3.4.3 Baskılı devre kartı (PCB) imalatı

3.4.3.1 PCB üretiminde su tüketimi

Üretilen her m² PCB başına özel su tüketimi, uygulanan işlemlere bağlıdır (örneğin, daha yüksek katman sayısı ve HDI kartlarına sahip çok katmanlı levhalar üretilirken tüketim artacaktır). Bu nedenle, tüketim 170 ile 600 l / m² aralığında olabilir.

3.4.3.2 Kullanılan hammadde ve yardımcı ürünler ve onların potansiyel bertarafı

[122, UBA, 2003] Aşağıdaki tablo, tek tek üretim adımlarında kullanılan maddelerin yanı sıra ortaya çıkan havaya ve suya salınımların ve üretilen atıkların bir özetini vermektedir.

Tablo 3.32: Baskılı devre kartları: Tüketim türleri ve atık çıktılarının özeti

Ref	İşlem adımı	Önemli malzemeler					
		Tek tek ürünlerde	İşlem akışkanında	Egzoz havasında	Hava temizlemeden kaynaklanan atık su	Atıklarda	Muhtemel atık yönetim yolu
	Foto-düzenek üretimi	Sabitleme: emülsiyonlar, amonyum tiyosülfat, asidik asit, sodyum sülfit, sodyum tetraborat, alüminyum sülfat, sülfürik asit Geliştirici: potasyum sülfit, potasyum fosfat, hidrokinon, n-bütil diethanol amin	Sabitleme: emülsiyonlar, amonyum tiyosülfat, asetik asit, sodyum sülfit, sodyum tetra borat, alüminyum sülfat, sülfürik asit Geliştirici: potasyum sülfit, potasyum fosfat, hidrokinon, n-bütil diethanol amin, gümüş	Asetik asit, sülfitler		Gümüş	Gümüş olarak geri dönüşüm için iyi potansiyel alınabilir
	Serigrafi baskısı, sıyırma için elek üretimi	Emülsiyonlar, hipoklorit, iyot bileşiği, halojen içermeyen çözücü	Emülsiyonlar, hipoklorit, iyot bileşiği	Hipoklorit, iyot bileşiği			Disposal
	Yüzey işleme	Bakır kaplı laminat, alüminyum, ahşap	Mekanik süreçler: fırça rulolarının aşındırılması, bakır Kimyasal süreçler (mikro asit, asit ark, desmear): sodyum persülfat, sülfürik asit, bakır, hidrojen peroksit, sodyum permanganat	SO_2	SO_2	Mekanik işlemler: Matkap tozu (epoksi reçine / cam elyafı, bakır, alüminyum) Kimyasal işlemler: bakır hidroksit, potasyum sülfat	Mekanik süreçler: yok etme Kimyasal süreçler: çamurun geri dönüşümü ile atık su teçhizatlarında geri dönüşüm
	Kahverengi oksit işlemi	Hidrojen peroksit, sülfürik asit, bakır bileşikleri		SO buharları	SO	Bakır hidroksit	Çamur geri dönüşümü ile atık su teçhizatlarında geri dönüşüm
	Mekanik işlem	Bakır kaplı levha		Tozlar (epoksi reçine ve cam elyafı)		Bakır, cam elyaf ve epoksi reçineden oluşan sondaj ve yönlendirme tozu Alüminyum ve matkap parçalarından yapılmış arka plakalar	Özel şirketler tarafından tehlikeli atık bertarafı geri dönüşümü Üreticiye geri dönüş veya bertaraf

Ref	İşlem adımı	Önemli maddeler					
		Tek tek ürünlerde	İşlem atıklarında	Ekzoz havasında	Hava temizlemesinden kaynaklanan atık su	Atıkta	Muhtemel atık yönetimi yolları
		Kesip hazırlama				Laminat ve PCB atığı	Geri dönüşüm
	PCB elektro kaplama						
	Akımsız bakır işleminde kaplama	Sülfürik asit, sodyum persülfat, kalay bileşikleri, paladyum, hidroklorik asit, formaldehit, EDTA / tartrat / Quadrol, sodyum hidroksit, bakır bileşikleri		HCl, SO_2		Bakır sülfit	Çamur geri dönüşümü ile atık su teçhizatlarında geri dönüşüm Paladyumun geri kazanımı
	Doğrudan kaplama	Tiyofen türevi, sülfürik asit, potasyum permanganat		SO_2			
	Serigrafi baskısı veya fotoğraf baskısı ile birincil görüntü üretilmesi	Kuru film, fotoğraf duyarlı ekran baskı mürekkepleri	Poliakrilatlar, sodyum karbonat	Akrilatlar		Lehim maskesi çamur Koruyucu filmler (PE, PES), ambalaj malzemesi, kuru film, mürekkep	Atık mürekkep çamurlarının bertarafı ile atıksuların arıtılması Plastik ve ambalaj malzemelerinin geri dönüşümü
	Birincil görüntü elektrolizi	Sülfürik asit, sodyum persülfat, kalay sülfat, bakır sülfat, hidroklorik asit, tetrafloroborik asit, nitrik asit		SO_2, HCl, NO_X		Bakır hidroksit çamuru, kalay hidroksit çamuru	Çamur geri dönüşümü ile atık su teçhizatlarında geri dönüşüm
	Foto-rezist ve serigrafi baskı mürekkebi sıyırılması	Sodyum hidroksit, polimerize akrilatlar	Poliakrilatlar, sodyum hidroksit	Akrilatlar		Lehim maskesi çamuru	Atık su teçhizatlarında geri dönüşüm ve çamurun bertarafı
	Aşındırma						
	Asidik , aşındırma	Hidroklorik asit, bakır bileşikleri, hidrojen peroksit		Hidroklorik asit, bakır bileşikleri, hidrojen peroksit		Hidroklorik asit, bakır bileşikleri, hidrojen peroksit	Konsantrelerin geri dönüşümü

	Alkali, aşındırma	Ammonium compounds, copper compounds		Amonyum bileşikleri, bakır bileşikleri		Amonyum bileşikleri, bakır bileşikleri	Geri dönüşüm
	Metal rezist sıyırma	Nitric asit, metal compounds (tin)		NO_X		Metal bileşikleri, özellikle kalay hidroksit	Çamur geri dönüşümü ile atık su teçhizatlarında geri dönüşüm
Ref	İşlem adımı	Significant substances					
		Tek tek ürünlerde	İşlem atıksularında	Hava ekzozunda	Hava temizlen-mesinden kaynaklanan atık su	Atıkta	Muhtemel atık yönetimi yolları
	Lehim maskesi uygulaması	Çok fonksiyonlu akrilatlar, metoksipropilasetat, ketonlar, sodyum karbonat	Monomeric and polymeric acrylates, sodium carbonate	Halojen içermeyen çözeltiler (MPA)		Lehim maskesi çamuru	Recycling in waste water equipment with recycling of sludge
	Sıcak havayı dengeleme	Kalay-kurşun alaşımı, hidrojen bromür, polietilen glikol	Bromit, kalay, kurşun	Polietilen glikol (ayrışma ürünleri)		Polietilen glikol (ayrışma ürünleri) kalay-kurşun cüruf	Tehlikeli atık yakma Geri dönüşüm
	Nikel/altın yüzey	Sodyum peroksit sülfat, sülfürik asit, hidroklorik asit, nikel tuzu, sodyum fosfit, organik asitler, altın tuzu		HCl, SO_2		Nikel, altın, sülfat	Ardı ardına altın arıtılması ile seçici iyon değişimi, atık su donanımında çamur geri dönüşümü ile çökelme
	Organik yüzey pasifleştirme	Acidic acid, imidazole derivate, ammonium compounds		CO_2, NO_X, NH_4	Acidic acid, ammonium		Effluent treatment

3.4.3.3 PCB üretiminde çıkan atık su

PCB üretimi için de benzer teknikler kullanıldığından ötürü suya salınımları kontrol etmek için Bölüm 3.3.1'deki tartışma ve sonuçlar uygulanabilir. PCB üretiminden hem belediye kanalizasyonuna hem de su yollarına tipik olarak yasal boşaltma limit değerleri Ek 8.3'te gösterilmiştir.

3.4.3.4 PCB üretiminde atık

Çeşitli işlem adımlarından kaynaklanan atıklar, Bölüm'2.11'deki ilgili bölümlerde tanımlanmıştır.

Aşağıdaki Tablo 3.33, PCB'lerin (her 1000 m^2 yüzeye üretilen) üretimi sırasında meydana gelebilecek en yaygın atık miktarlarını, olası yönetim yolları ve Tehlikeli Atık Listesi'nde (HWL) verilen sayılarını ifade etmektedir [100, EC, 2000]. Miktarlar, üretim programına, üretilen kartların tipleri ve tasarımları ile atıkların ve akışkanların arıtılma işlemlerine bağlıdır.

Tablo 3.33: PCB üretiminden kaynaklanan atıklar

Artan PCB atıkları	İndikatör HWL Sayısı	Muhtemel atık yönetimi yolları	En yüksek miktar (kg/1000 m²)
Fiziko-kimyasal arıtmadan tehlikeli maddeler içerebilen çamurlar	11 01 09	Geri dönüşüm	2500
Evsel atıksu tesislerinden gelen çamurlar	11 01 09	Bertaraf	1000
Asidik asitleme maddeleri	11 01 05	Geri dönüşüm	3000
Alkali asitleme maddeleri	11 01 07	Geri kazanım, yenilenmiş tamamlayıcıda kullanılır	2500
Saf PCB (Au olmadan), hat dışı (outline) işlemeden kaynaklanan atıklar	16 03 04	Geri dönüşüm	1500
Saf PCB (Au ile)	16 03 04	Geri dönüşüm	100
Matkap artığı malzeme	12 01 05	Bertaraf/ Geri kazanım	1000
Delme ve yönlendirme tozu	12 01 05	Bertaraf	600
Matkap giriş levhaları		Geri dönüşüm	800
Lehim maskesi çamuru ve dayanıklı kuru film baskı	08 01 16 08 01 18	Melzeme geri dönüşümü, ısıl atıl	900
Koruyucu filmler PP/PE	150102	Geri dönüşüm	400
Değerli metaller/metaller (Ag, Au, Cu, Ni, Pd, Sn/Pb)	11 01 99	Geri dönüşüm, geri-arıtmada önemli kazanım	<100 - 500

3.4.3.5 PCB üretiminden kaynaklanan hava salınımları

Çeşitli süreçlerde beklenen maddeler aşağıda Tablo 3.34'te gösterilmiştir: PCB üretimi için de benzer teknikler kullanıldığından ötürü havaya salınımları kontrol etmek için Bölüm 3.3.1'deki tartışma ve sonuçlar uygulanabilir

Tablo 3.34: PCB üretiminden kaynaklanan hava salınımları

İşlem	Maddeler
Doğrudan kaplama	Formaldehit, manganez, bakır ve Aerosol olarak sülfürik asit
Kaplama	Sülfürik asit, nitrik asit, hidrojen florür ve azot oksitleri
Aşındırma ve sıyırma	Amonyum, bakır aerosol, hidrojen klorit, ve azot oksitler
Sıcak hava tesviye teçhizatları	C_{total}, aldehidler, kurşun ve kalay
Daldırma kalay kaplama	Kalay, sulfirik asit, metil sülfonik asit ve thioüre
Matkap deliklerini temizlemek için plazma uygulaması	Gaz ovma ile radikallerin tutulması gerekir
Lehim maskeleri	C_{toplam} ve CO

C_{toplam} seviyelerinin düzenlemelerdeki gereksinimleri karşıladığından emin olmak için ısıl veya katalitik hava temizleme gerekebilir.

4 MET'İN BELİRLENMESİNDE DEĞERLENDİRİLEN TEKNİKLER

Bu bölüm, genel olarak endüstrilerde yüksek düzeyde çevre koruması elde etme potansiyeline sahip olduğu düşünülen teknikleri bu belge kapsamında ortaya koymaktadır. Bu bölüme; yönetim sistemleri, süreçle bütünleşik teknikler ve boru-sonu (çıkışı) ölçümleri dahil edilmiştir ve bunlar arasındaki ortak değerler ile birlikte en iyi sonucu bulmak için kullanılacaktır.

Önleme, denetleme, en aza indirme ve geri dönüşüm süreçlerinin yanı sıra malzeme ve enerjinin yeniden kullanımı da göz önünde bulundurulacaktır.

IPPC'nin hedeflerine ulaşmak için teknikler tek tek veya bileşimleri olarak sunulabilir. Yönergenin Ek IV'ü, MET'ın belirlenmesinde dikkate alınması gereken bir takım genel hususları listelemektedir ve bu bölümdeki teknikler belirlenirken, değerlendirmelerin bir veya daha fazlasına değinilecektir. Her tekniği özetlemek, tekniklerin karşılaştırılmasını sağlamak ve Yönergede verilen MET tanımına karşı objektif bir değerlendirme yapmak için mümkün olduğunca standart bir yapı kullanılmıştır.

Bu bölümün içeriği, tekniklerin kapsamlı bir listesi değildir ve MET çerçevesinde eşit olarak geçerli olabilecek diğer teknikler bulunabilir veya geliştirilebilir.

Tablo 4.1'de gösterildiği gibi, genellikle her tekniği özetlemek için standart bir yapı kullanılır.

Tablo 4.1: Bu bölümde açıklanan her teknik için bilgi dökümü

Dikkate alınan bilgi türü	Dahil olan bilgi türü
Açıklama	Tekniğin teknik açıklaması
Elde edilen çevresel faydalar	Teknikle ele alınacak temel çevresel etkiler, elde edilen emisyon değerleri ve verimlilik başarımı. Tekniğin diğer tekniklere kıyasla çevresel faydaları
Çapraz-ortam etkileri	Uygulamanın neden olduğu herhangi bir yan etki ve dezavantaj. Tekniğin çevre sorunlarıyla ilgili ayrıntılarının diğer tekniklerle kıyaslanması
Uygulama verileri	Emisyon/atık ve tüketim ile ilgili başarım verileri (ham malzemeler, su ve enerji). Tekniğin güvenlik yönleri, tekniğin çalışabilirlik kısıtlamaları, çıktı kalitesi vb. dahil olmak üzere, tekniğin nsoy işletileceğine, sürdürüleceğine ve kontrol edileceğine dair diğer her türlü yararlı bilgi.
Uygulanabilirlik	Tekniğin uygulaması ve güçlendirilmesi ile ilgili faktörlerin göz önünde bulundurulması (ör. yer kullanılabilirliği, özel süreçler)
Ekonomi	Tekniğin kapasitesi ile ilgili maliyetler (yatırım ve işletme) ve olası tasarruflar (örneğin, azaltılmış hammadde tüketimi, atık ücretleri) hakkında bilgiler
Uygulama için itici güç	Tekniğin uygulanmasının nedenleri (ör. diğer mevzuat, üretim kalitesindeki iyileşme)
Örnek tesisler	Tekniğin kullanıldığı bir tesisin resferans gösterilmesi
Kaynak literatür	Teknik hakkında daha detaylı bilgi için literatür taraması

Bu sektörde IPPC'nin uygulanması için önemli konular şunlardır:
- etkili yönetim sistemleri
- verimli hammadde, enerji ve su kullanımı
- süreçlerde ve doğrudan ilgili faaliyetlerde kimyasalların optimum kullanımı
- daha az zararlı maddelerle yer değiştirme (ikame)
- atıkların en aza indirilmesi, geri kazanımı ve geri dönüştürülmesi
- çevresel kazaların önlenmesi ve sonuçlarının en aza indirilmesi

Herbir bölüm bu konulardan birden fazlasına hitap edebilir. Hem üretimde hem de çevrede İyi yönetim sistemleri, metallerin ve plastiklerin yüzey işleminde bütünleşik kirlilik önleme ve kontrol sorunlarına tam olarak cevap vermek için merkezi konumdadır. En iyi etkiyi elde edecek yönetim sistemleri için önemli konular şunlardır:

• yapıcı olarak öz-eleştirel olmak
• birbirine tamamlayıcı olarak uygulanan üretim ve çevre sistemleri
• enerji ve su kullanımının yanı sıra hammadde tüketimi için de denetimlerin dahil edilmesi
• hem kronik hem de akut olan plansız salınımların etkisini ortadan kaldırmak için tesislerin tasarımı ve çalışması.

4.1 Yönetim Teknikleri

4.1.1 Çevre Yönetim Araçları

Açıklama
En iyi çevresel uygulama genellikle; en iyi teknolojinin kurulup, en etkin ve verimli şekilde çalıştırılmasıyla sağlanır. Bu, "*tekniklerin*" IPPC Yönerge tanımı "*hem kullanılan teknoloji hem de kurulumun tasarlandığı, yapıldığı, sürdürüldüğü, işletildiği ve devre dışı bırakıldığı yol*" olarak kabul edilir.

IPPC tesisleri için bir Çevre Yönetim Sistemi (Environmental Management System, EMS), kullanıcıların tasarım, yapım, bakım, işletme ve hizmet dışı bırakma sorunlarını sistematik ve gösterilebilir bir şekilde ele almak için kullanabilecekleri bir araçtır. Bir EMS, çevre politikasının geliştirilmesi, uygulanması, sürdürülmesi, gözden geçirilmesi ve izlenmesi için örgüt yapısı, sorumluluklar, uygulamalar, prosedürler, süreçler ve kaynakları içerir. Çevre Yönetim Sistemleri, bir kuruluşun genel yönetiminin ve işleyişinin doğal bir parçasını oluşturdukları yerlerde çok etkili ve verimlidir.

Avrupa Birliği içinde birçok kuruluş, EN ISO 14001: 1996 veya AB Eko-yönetim ve denetim planı EMAS'a dayalı çevre yönetim sistemlerini uygulamak için gönüllü olarak karar almıştır. EMAS, EN ISO 14001'in yönetim sistemi gereksinimlerini içerir, ancak yasal uyum, çevresel başarım ve çalışanların katılımına daha fazla önem verir; aynı zamanda yönetim sisteminin dışsal olarak doğrulanmasını ve bir kamu çevre açıklamasının (EN ISO 14001 deki öz-bildirim dış doğrulama için bir alternatiftir) onaylanmasını gerektirir. Standartlaştırılmamış EMS'leri uygulamaya karar veren birçok kurum vardır.

Hem standartlaştırılmış sistemler (EN ISO 14001: 1996 ve EMAS) hem de standartlaştırılmamış ("uyarlanmış") sistemler prensipte kuruluşu tüzel olarak ele almasına rağmen, IPPC Yönergesi kapsamında düzenlenmiş tüzelliğin kuruluş (Madde 2'de tanımlandığı şekilde) olması nedeniyle, bu belge, kuruluşun ürünleri ve hizmetleri gibi çıktılarıyla ilgili tüm faaliyetlerini içermeyen daha dar bir yaklaşımı benimser.

IPPC tesisi için çevre yönetim sistemi (EMC), aşağıdaki bileşenleri içerebilir:
(a) çevre politikasının tanımı
(b) amaç ve hedefleri planlamak ve kurmak
(c) işlemlerin uygulanması ve işletilmesi
(d) denetim ve düzeltici eylem
(e) yönetimin gözden geçirilmesi
(f) düzenli bir çevre bildirisinin hazırlanması
(g) geçerliliğin, onaylayıcı yapı veya harici EMS doğrulayıcısı tarafından doğrulanması
(h) kullanım-ömrü-biten tesisin hizmet dışı bırakılması için tasarım değerlendirmeleri
(i) daha temiz teknolojilerin geliştirilmesi
(j) kıyaslama

Bu özellikler aşağıda biraz daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. EMAS'a dahil edilen (a) ile (g) bileşenleri hakkında detaylı bilgi için, okuyucu aşağıda belirtilen kaynak literatürüne başvurabilir.

(a) Çevre politikasının tanımı

Üst yönetim, bir tesis için bir çevre politikasının tanımlanmasından ve aşağıdakilerin sağlanmasından sorumludur:

- faaliyetlerin niteliğine, ölçeğine ve çevresel etkilerine uygunluk
- kirlilik önleme ve denetimine yönelik bir yükümlülük içerme

- tüm ilgili çevre mevzuatı ve yönetmelikleri ile kuruluşun üstlendiği diğer şartlara uyma yükümlülüğü içerme.
- çevresel amaç ve hedeflerin belirlenmesi ve gözden geçirilmesi için çerçeve sağlama.
- tüm çalışanlara iletme ve belgeleme
- kamu ve tüm ilgili taraflara açık olma

(b) Planlama, örneğin:

- çevre üzerinde önemli etkileri olan ya da etkileyebilecek faaliyetleri belirlemek ve bu bilgileri güncel tutmak için tesisin çevresel yönlerini belirleyecek yöntemler
- organizasyonun katıldığı ve faaliyetlerinin çevresel yönlerine uygulanabilecek yasal ve diğer gereklilikleri belirleyecek ve bunlara erişebilecek yöntemler
- yasal ve diğer gereklilikler ile ilgili tarafların görüşlerini göz önünde bulundurarak, belgelendirilmiş çevresel amaç ve hedeflerin gözden geçirilmesi ile oluşturulması,
- bir çevre yönetim programının kurulması ve düzenli olarak güncellenmesi, bunların başarılacağı zaman, çerçevesi dahil olmak üzere her bir ilgili işlev ve seviyedeki hedeflere ulaşmak için sorumluluk tanımlanması

(c) Yöntemlerin uygulanması ve işletilmesi

Yöntemlerin bilinmesi, anlaşılması ve uygunluğu için sistemlerin mevcut olması önemlidir, bu nedenle etkili çevre yönetimi şunları içerir:

(i) Yapılanma ve sorumluluk

- belirli bir yönetim temsilcisini atamayı içeren rolleri, sorumlulukları ve yetkileri tanımlamak, belgelemek ve iletmek
- insan kaynakları ve uzmanlık becerileri, teknoloji ve finansal kaynaklar dahil olmak üzere, çevre yönetim sisteminin uygulanması ve denetlenmesi için gerekli kaynakların sağlanması.

(ii) Eğitim, farkındalık ve yeterlilik

- faaliyetin çevresel etkilerini önemli ölçüde etkileyebilecek tüm personelin uygun eğitim almasını sağlamak için eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi.

(iii) İletişim

- kuruluşun çeşitli seviyeleri ve işlevleri arasında iç iletişim için süreçlerin oluşturulması ve sürdürülmesi, dışarıdan ilgili taraflarla diyaloga girme, belgelendirme ve uygun olan durumlarda dışarıdaki ilgili taraflarla iletişime cevap verme süreçleri

(iv) Çalışan katılımı

- öneri-kitap sistemi ya da proje bazlı grup çalışmaları ya da çevre komiteleri gibi uygun katılım biçimlerini uygulayarak yüksek bir çevresel başarım elde etmeyi amaçlayan sürece çalışanları dahil etmek

(v) Belgelendirme

- yönetim sisteminin temel unsurları ile bunların etkileşimini tanımlamak ve ilgili belgelere yönlendirme sağlamak için güncel bilgileri kağıt veya elektronik formda tutmak ve sürdürmek

(vi) Verimli süreç kontrolü

- tüm çalışma modlarında, örn: hazırlık, başlatma, rutin işletme, kapatma ve anormal koşullar altında işlemlerin yeterli kontrolü
- bu parametrelerin ölçülmesi ve kontrol edilmesi için temel başarım göstergelerinin ve yöntemlerinin belirlenmesi (örneğin akış, basınç, sıcaklık, bileşim ve miktar)
- temel sorunları tanımlamak için anormal çalışma koşullarını belgelemek beraberinde analiz etmek ve ardından olayların tekrar edilmemesini sağlamak için olayları incelemek (bu sireç, sorunların tanımlanmasının bireylerin suçlanmasından daha önemli olduğu bir 'suçsuz' kültür tarafından kolaylaştırılabilir)

(vii) Bakım programı

- herhangi bir teçhizat hatası ve sonucunun yanısıra teçhizatın teknik açıklamalarına, normlarına

vb. dayalı olarak bakım için yapılandırılmış bir programın oluşturulması
- bakım programının uygun kayıt tutma sistemleri ve tanı testi ile desteklenmesi
- bakımın planlanması ve yürütülmesi için açıkça sorumluluk dağıtılması

(viii) Acil duruma hazırlık ve yanıt
- kazalar ve acil durumlara yönelik potansiyelin ve bunlara verilen yanıtın belirlenmesi, bunlarla ilişkili olabilecek çevresel etkilerin önlenmesi ve hafifletilmesi için yöntemlerin oluşturulması ve sürdürülmesi.

(d) Kontrol ve düzeltici faaliyet, örneğin

(i) İzleme ve ölçüm
-izleme başarımı için bilgilerin kaydedilmesi, ilgili çalışma denetimleri ve tesisin çevresel amaç ve hedeflerle uygunluğu da dahil olmak üzere, çevre üzerinde önemli bir etkisi olabilecek faaliyetlerin temel özelliklerini düzenli olarak izlemek ve ölçmek için belgelenmiş yöntemlerin oluşturulması ve sürdürülmesi
-ilgili çevre mevzuatı ve yönetmeliklere uyumun periyodik olarak değerlendirilmesi için belgelenmiş bir yöntemin oluşturulması ve sürdürülmesi

(ii) Düzeltici ve önleyici eylem
amaç ve hedeflerin yanı sıra diğer yasal gereklilikler, sorunun büyüklüğüne uygun ve karşılaşılan çevresel etkiyle orantılı düzeltici ve önleyici eylemlerin başlatılması ve tamamlanması için harekete geçilip çevre koşullarıyla uyumsuz olduğu durumlarda soruşturma sorumluluğu ve yetkisini tanımlamak için yöntemlerin oluşturulması ve sürdürülmesi

(iii) Kayıtlar
eğitim kayıtları ile denetimlerin ve incelemelerin sonuçları da dahil olmak üzere okunaklı, tanımlanabilir ve izlenebilir çevresel kayıtların belirlenmesi, bakımı ve elden çıkarılması için yöntemlerin oluşturulması ve sürdürülmesi

(iv) Denetim
-personel ile yapılan görüşmeleri, çalışma koşullarının incelenmesini ve teçhizatın denetlemesini, kayıtların ve belgelerin gözden geçirilmesini, yazılı bir raporla sonuçlanmasını içeren düzenli çevre yönetim sistemi denetimleri için programların ve yöntemlerin oluşturulması ve sürdürülmesi, çalışanlar (iç denetimler) veya harici taraflar (dış denetimler) tarafından tarafsız ve objektif bir şekilde yürütülerek, çevresel yönetim sisteminin planlanan düzenlemelere uyup uymadığını ve düzgün bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını belirlemek amacıyla denetim kapsamı, sıklığı ve metodolojilerinin yanı sıra denetimlerin yürütülmesi ve sonuçların raporlanması için gereken sorumluluklar ve gereklilikleri kapsar.
-denetim veya denetim döngüsünü, uygun olduğu sürece, faaliyetlerin niteliğine, ölçeğine ve karmaşıklığına bağlı olarak, üç yıldan fazla olmayan aralıklarla tamamlamak, önceden yapılan denetimlerle tespit edilen sorunların önemi, aciliyeti ve çevresel sorunların tarihi - daha önemli çevresel etkiye sahip daha karmaşık faaliyetler daha sık denetlenmektedir.
- denetim sonuçlarının takip edilmesini sağlamak için uygun mekanizmalara sahip olmak.

(v) Yasal uyumun düzenli değerlendirilmesi
- yürürlükteki çevre mevzuatına ve tesis tarafından tutulan çevre izin (ler) in şartlarına uygunluğun gözden geçirilmesi
- değerlendirmenin belgelendirilmesi.

(e) Yönetimin gözden geçirilmesi, örneğin:
- çevre yönetim sisteminin sürekli uygunluğunu, yeterliliğini ve etkinliğini sağlamak için üst yönetim tarafından belirlenen aralıklarla gözden geçirilmesi
- yönetimin bu değerlendirmeyi yürütmesine izin vermek için gerekli bilgilerin toplanmasını sağlamak
- değerlendirmenin belgelendirilmesi

(f) Düzenli bir çevre bildiriminin hazırlanması:

- çevresel amaç ve hedefler doğrultusunda kuruluşun ulaştığı sonuçlara özel önem veren bir çevre bildirisinin hazırlanması. Düzenli olarak, yılda bir defa düzenlenir ancak -salınımların önemine, atık üretimine vb. bağlı olarak daha az sıklıkta hazırlanabilir. İlgili tarafların bilgi ihtiyaçlarını dikkate alır ve kamuya açıktır (örneğin elektronik yayınlar, kütüphaneler vb.)

Bir bildirim üretirken, operatör mevcut ilgili çevresel başarım göstergelerini kullanabilir ve seçilen göstergelerin aşağıdaki özelliklere sahip olması beklenir:

i. tesisin başarımının doğru bir şekilde değerlendirilmesi
ii. anlaşılabilir ve belirgin olması
iii. tesisin çevresel başarımının gelişimini değerlendirmek için yıl yıl karşılaştırmaya izin verilmesi
iv. sektörle, uygun ulusal veya bölgesel ölçütlerle karşılaştırılmaya izin verilmesi
v. yasal düzenlemelerle uygun şekilde karşılaştırmasına izin verilmesi.

(g) Sertifikasyon kuruluşu veya harici EMS doğrulayıcısı ile onaylama:

- yetkilendirilmiş bir belgelendirme kuruluşu veya harici bir EMS doğrulayıcısı tarafından incelenen ve onaylanan yönetim sistemi, denetim prosedürü ve çevresel bildirime sahip olmak doğru şekilde gerçekleştirilirse, sistemin güvenilirliğini artırabilir.

(h) Ömrünü tamamlamış tesisin hizmet dışı bırakılması için tasarım konuları

- yeni bir fabrika tasarlama aşamasında ünitenin nihai olarak hizmet dışı bırakılmasından kaynaklanan çevresel etkiyi göz önünde bulundurmak gibi öngörüler hizmet dışı bırakmayı daha kolay, daha temiz ve daha ucuz hale getirir
- devre dışı bırakma, arazinin (ve yeraltı suyunun) kirlenmesi için çevresel riskler doğurur ve büyük miktarlarda katı atık üretir. Önleyici teknikler, özel işlemler içerebilir, ancak genel hususlar şöyledir:

i. yeraltı yapılarından sakınılması
ii. sökümü kolaylaştıran özellikler içermesi
iii. kolayca arındırılabilen yüzey kaplamalarını seçme
iv. sıkışan kimyasalları en aza indiren, çıkartan veya yıkamayı kolaylaştıran bir teçhizat konfigürasyonu kullanılması
v. aşamalı kapanmayı sağlayan esnek, bağımsız birimlerin tasarlanması
vi. mümkün olduğunda biyolojik olarak parçalanabilir ve geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılması

(i) Daha temiz teknolojilerin geliştirilmesi:

- çevre koruma, mümkün olan en erken tasarım aşamasına dahil olan tekniklerin hem daha etkili hem de daha ucuz olduğu için, operatör tarafından yürütülen herhangi bir işlem tasarım çalışmasının doğal bir özelliği olmalıdır. Daha temiz teknolojilerin geliştirilmesine dikkat edilmesi, örneğin Ar-Ge faaliyetleri veya çalışmaları yoluyla gerçekleşebilir. İç faaliyetlere bir alternatif olarak, ilgili alanda faaliyet gösteren diğer operatörler veya araştırma enstitüleri ile - ve uygun olduğunda- komisyon çalışmalarını takip etmek için düzenlemeler yapılabilir.

(j) Kıyaslama:

- enerji verimliliği ve enerji tasarrufu faaliyetleri, girdi materyalleri seçimi, havaya salınımlar, suya boşaltımlar, su tüketimi ve atık üretimide dahil olmak üzere sektörel, ulusal veya bölgesel kriterler ile sistematik ve düzenli karşılaştırmalar yapmak (örneğin Avrupa Kirletici Salınım Kaydı, EPER kullanarak).

Standartlaştırılmış ve standartlaştırılmamış EMS'ler

Bir EMS, standartlaştırılmış veya standartlaştırılmamış ("özelleştirilmiş") bir sistem biçimini alabilir. EMS'nin EN ISO 14001: 1996 gibi uluslararası kabul görmüş standart bir sisteme uygulanması ve uyması, özellikle mükemmel yapılan bir dış doğrulamaya konu olduğunda, EMS'ye daha yüksek güvenilirlik sağlayabilir. EMAS, çevresel rapor ve mekanizma aracılığıyla halkla etkileşim ve çevre mevzuatı ile uyumu sağlamak için ek güvenilirlik sağlar. Ancak, standartlaştırılmamış sistemler,

prensipte, düzgün bir şekilde tasarlanıp uygulandıkları sürece eşit derecede etkili olabilirler.

Elde edilen çevresel faydalar
Bir EMS'nin uygulanması ve ona bağlılık, operatörün ilgisini kuruluşun çevresel başarımı üzerine odaklar. Özellikle, normal ve anormal durumlar ile, ilgili sorumluluk alanları için şeffaf işletme yönergelerinin yenilenmesi ve bunlara uyulması, tesisin izin koşullarının ve diğer çevresel amaç ve hedeflerin her zaman karşılanmasını sağlamalıdır.

Çevre yönetim sistemleri tipik olarak kuruluşun çevresel başarımının sürekli iyileştirilmesini sağlar. Başlangıç noktasının daha zayıf olması, daha kısa-sürede önemli iyileştirme beklentisi oluşturabilir. Kuruluş zaten iyi bir genel çevresel başarıma sahipse, sistem kullanıcının yüksek başarım seviyesini korumasına yardımcı olur.

Çapraz-ortam etkileri
Çevresel yönetim teknikleri, IPPC Yönergesinin tümleşik yaklaşımı ile tutarlı olan genel çevresel etkileri ele almak için tasarlanmıştır.

Çalışma verileri
Hiçbir özel bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlik
Yukarıda açıklanan bileşenler tipik olarak tüm IPPC tesislerine uygulanabilir. EMS'nin kapsamı (ör. Detay seviyesi) ve doğası (ör. Standartlaştırılmış veya standartlaştırılmamış) genellikle tesisin niteliği, boyutu, karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin çeşitliliği ile ilişkili olacaktır.

Ekonomi
İyi bir EMS'nin sunulmasının ve sürdürülmesinin maliyetlerini ve ekonomik faydalarını doğru bir şekilde belirlemek zordur. Aşağıda bir dizi çalışma sunulmaktadır. Ancak, bunlar sadece örneklerdir ve sonuçları tamamen tutarlı değildir. EMS'ler AB genelinde tüm sektörleri temsil etmeyebilirler ve bu yüzden dikkatli davranılmalıdır.

1999 yılında İsveç'te yapılan bir İsveç araştırması, İsveç'teki tüm ISO 360 sertifikalı ve tescilli EMAS şirketlerini inceledi. %50'lik bir katılım oranı ile diğerlerinin arasında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- küçük şirketler için EMS'yi yerleştirmek ve işletmek amacıyla yapılan harcamalar yüksektir, ancak makul olmayacak kadar değildir. Giderlerin gelecekte düşmesi beklenmektedir.
- EMS'nin diğer yönetim sistemleriyle daha yüksek düzeyde eşgüdümlü olması ve bütünleşmesi, maliyetleri düşürmenin olası bir yolu olarak görülmektedir.
- tüm çevresel amaçların ve hedeflerin yarısı, bir yıl içinde maliyet tasarrufu ve/veya gelir artışıyla geri dönüş sağlar.
- enerji, atık arıtma ve hammadde harcamalarının azaltılmasıyla en büyük maliyet tasarrufu gerçekleştirilmiştir.
- şirketlerin çoğu, pazardaki konumlarının EMS ile güçlendirildiğini düşünüyor. Şirketlerin üçte biri, EMS sayesinde gelirlerinin arttığını bildirmiştir.

Bazı Üye Devletlerde, tesis sertifikalıysa daha düşük denetim ücreti tahsil edilir

Bir dizi çalışma[1], şirket büyüklüğü ile EMS'nin uygulanma maliyeti arasında ters bir ilişki olduğunu gösterir. Yatırım sermayesinin geri ödeme süresi için de benzer bir ters ilişki vardır. Her iki unsur da, daha büyük şirketlere kıyasla KOBİ'lerde bir EMS'nin uygulanması için daha az uygun maliyet-fayda ilişkisi anlamına gelmektedir.

[1] E.g. Dyllick and Hamschmidt (2000, 73) quoted in Klemisch H. and R. Holger, Umweltmanagementsysteme in kleinen und mittleren Unternehmen – Befunde bisheriger Umsetzung, KNI Papers 01/02, January 2002, p 15; Clausen J., M. Keil and M. Jungwirth, The State of EMAS in the EU.Eco-Management as a Tool for Sustainable Development – Literature Study, Institute for Ecological Economy Research (Berlin) and Ecologic – Institute for International and European Environmental Policy (Berlin), 2002, p 15

Bir İsviçre çalışmasına göre, ISO 14001 kurulması ve işletilmesi için ortalama maliyetler farklılık gösterebilir:

- 1 ile 49 arası çalışanı olan bir şirket için: EMS kurmak için 64,000 CHF (44000 Euro), EMS'yi her yıl çalıştırmak için 16.000 CHF (EUR 11000) gereklidir.
- 250'den fazla çalışanı olan bir sanayi sitesi için: EMS'yi kurmak 367000 CHF (EUR 252000) ve EMS'yi işletmek için 155.000 CHF (106000 Euro) gereklidir.

Bu ortalama rakamlar belirli bir endüstriyel alan için gerçek maliyeti temsil etmemektedir, çünkü bu maliyet aynı zamanda önemli maddelerin (kirleticiler, enerji tüketimi,...) sayısına ve incelenecek sorunların karmaşıklığına da bağlıdır.

Yakın tarihli bir Alman çalışması (Schaltegger, Stefan ve Wagner, Marcus, deutschen Unternehmen - der aktuelle Stand der Praxis'deki Umweltmanagement, ŞuMET 2002, s. 106) farklı dallardaki EMAS için aşağıdaki maliyetleri göstermektedir. Elde edilen rakamların yukarıda belirtilen İsviçre çalışmasından çok daha düşük olduğu söylenebilir. Buda, EMS'nin maliyetlerini belirleme sıkıntısının bir kanıtıdır.

Bina masrafları (EUR):
en az – 18750
en çok-75000
ortalama – 50000

Onaylama masrafları (EUR):
en az - 5000
en çok - 12500
ortalama – 6000

Alman Girişimciler Enstitüsü tarafından yapılan bir araştırma (Unternehmerinstitut /Arbeitsgemeinschaft Selbständiger Unternehmer UNI/ASU, 1997, Umweltmanagementbefragung - Öko-Audit in der mittelständischen Praxis - Evaluierung und Ansätze für eine Effizienzsteigerung von Umweltmanagementsystemen in der Praxis, Bonn.), EMAS tarafından sağlanan tasarrufların yılda ortalaması ve ortalama geri ödeme süresi hakkında bilgi verir. Örneğin, 80000 Euro'luk uygulama maliyetleri için, yaklaşık bir buçuk yıl geri ödeme süresine karşılık gelen, 50000 EUR'luk yıllık ortalama tasarruf sağladılar.

Sistemin doğrulanmasıyla ilgili dış maliyetler Uluslararası Akreditasyon Forumu tarafından yayınlanan kılavuzdan tahmin edilebilir. (http://www.iaf.nu)

Uygulama için itici güç
Çevre yönetim sistemleri, bir dizi avantaj sağlayabilir. Örneğin;

- şirketin çevresel yönleri hakkında daha iyi bir anlayış
- karar-verme için temelin iyileştirilmesi
- personel motivasyonunun artması
- işletme maliyeti düşürme ve ürün kalitesini iyileştirmek için ek fırsatlar
- geliştirilmiş çevresel başarım
- gelişmiş şirket imajı
- azalan sorumluluk, sigorta ve uygunsuzluk maliyetleri
- çalışanlar, müşteriler ve yatırımcılar için artan çekicilik
- düzenleyici gözetimin azaltılmasına yol açabilecek yönetim kurumlarına güven artışı
- çevresel gruplar ile ilişkilerin iyileştirilmesi.

Örnek tesisler
Yukarıda (a) ile (e) altında tanımlanan özellikler, EN ISO 14001: 1996 ve Avrupa Topluluğu Eko-Yönetim ve Denetim Planı (EMAS) unsurları iken, (f) ve (g) özellikleri EMAS'a özgüdür. Bu iki standart sistem bir dizi IPPC tesisinde uygulanır.

Saha ziyaretlerinden gelen örnekler:

- CROPU S.A., Burgos İspanya: ISO 14000
- SIKEL N.V, Genk, Belçika: ISO 14001

• Société de Galvanoplastie Industrielle (SGI), Plaisir, Fransa
• Exhall Plating, Ltd., Coventry, İngiltere: EMAS ve ISO 14001. Doğrudan maliyetler, yedi yılda 500.000 GBP azalmıştır.

Bu sektörde, bir EMS uygulaması (ve EMS'nin standartlaştırılmış olup olmadığı) genellikle müşteri-gereksinimidir.

Kaynak literatür
(Avrupa Parlamentosunun (EC) 761/2001 sayılı ve eko-yönetim ve denetim şemasındaki konseylerin kuruluşların gönüllü katılımını sağlayan Avrupa parlamentosu ve konseyi yönetmeliği (EMAS), OJ L 114, 24/4/2001,
http://europa.eu.int/comm/environment/emas/index_en.htm).

(EN ISO 14001:1996, http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso14000/iso14000index.html; http://www.tc207.org)

4.1.1.1 Yüzey işlem çalışmaları için özel EMS sorunları

İlgili olabilecek belirli EMS sorunları şunlardır:

- vanaların montajı ve tüm borular için numaralandırılması. Sayılar daha sonra hem uzun hem de kısa süreli kapatmalarda ve kapatma sıraları için talimatlarda kullanılır.
- tüm tankları ve boruları düzenli olarak sızıntıya karşı kontrol etmek. Bu, tank tabanlarının ve borularının görünür olmasını ve içerdiği alanlarda ve etrafındaki tanklarda veya borularda kir, çöp, eski askı, anot ucu vb. olmamasını gerektirir.
- sabit ve geçici pompalar ile hidrolik sıvı sistemleri ve filtreler, sızıntıları ve dökülmeleri önlemek için yeterli kapasiteye sahip damlama küvetleri veta mobil tanklar üzerinde kullanılır. Boru uçları, işlem tankı veya damlama küvetleri üstünde tutulur. Bu, sıvı kalıntıların toplanmasını ve doğru işlem çözeltilerine geri dönmesini veya atık yada atık su olarak ele alınmasını sağlar.
- tüm işlem alanlarının temiz ve boyanarak, kronik sızıntının kolayca tespit edilebilmesinin sağlanması
- aşırı akışın mümkün olduğu durumlarda hem işlem teknelerinde hem de atık su arıtımında yüksek seviyeli alarmların kullanılması [125, İrlanda, 2003]
- kimyasalların ve özel ürünlerin doğru kullanımı amaçlı yönetimi ve özellikle uyumsuz materyallerin depolanması ve kullanılması ile ilgili risklerin tanımlanması [125, İrlanda, 2003]
- tesiste öncelikli kirletici maddelerin kullanımının belirlenmesi (geçmişte kullanılan ve şu anda kullanılmakta olan). Bu ayrıca öncelikli kirleticileri denetleyen mevzuata uyum için de gerekli olabilir, bkz. Su Çerçeve Yönergesi Ek 8.1 (2000/60 / EG) [113, Avusturya, 2003]. Öncelikli kirleticiler de PARCOM tarafından tanımlanır [12, PARCOM, 1992]. Bu sektör için anahtar örnekler:
  - o poliklorlu bifeniller, örn. kapasitörler ve diğer elektrikli teçhizatlar
  - o kadmiyum
  - o çözünür haldeki diğer metaller gibi bozunumu yavaş olan veya hiç olmayan diğer malzemeler (örneğin nikel, krom, çinko, bakır, kurşun gibi)
  - o yağ giderme için kullanılan VOC'lar (C10 - C13 kloralkanlar dahil)
  - o siyanür
  - o asitler ve alkaliler
- mevcut kurulum ve / veya faaliyetlerden önce tesisin arazi ve binalarının kullanımının saptanması ve yürütülen faaliyetlerin yüzey işleme tesisinin faaliyetleri ile karıştırılıp karıştırılamayacağı;
- çevresel başarım göstergelerinin ve bireysel süreçleri etkileyen göstergelerin kendi kendini izlemesi. Örnek olarak:

o atık su boşaltımı ve kalitesi, bkz. Ek 8.4.2 [56, Fransa, 2003, 121, Fransa, 2003]
o çeşidine göre hammadde tüketimi
o enerji tüketimi
o su tüketimi
o atık üretimi ve çeşitleri.

Bu örnekler, iş parçası veya alttaş çıktısı, işlenmiş malzeme ya da işlenen çubukların sayısı, işlenen parçaların ağırlığı ya da işlenen alt tabaka gibi diğer ilgili üretim parametrelerine bağlı olduğunda en anlamlı olur.

4.1.2 İşlem özellikleri ve kalite kontrol ile tekrar işlemede azalma

Açıklama

Yanlış işlenmiş yüzey veya alttaş yüzeyi, yanlış veya uygunsuz şartnameye göre yanlış uygulanmış bir özellik, Bölüm 2.3'teki metal sıyırma kısmında açıklandığı gibi önemli miktarda metal sıyırma ve düzeltmeye (tambur ve askı işlerinde) yol açabilir. Bazı askılarda ve tamburlarda işlenmiş iş parçalarının da geri dönüşü olmayan bir şekilde hasar görmesine rağmen, genellikle büyük ölçekli bobinler ve baskılı devre levhalarından oluşan iş parçalarının ve/veya alttaşların hurdaya ayrılması gerekebilir.

Yeniden işlemede ve hurdada azaltma, resmi kalite yönetim sistemleri, KYS kullanımı gibi çeşitli yollarla sağlanabilir. Tesiste başarıya ulaşmak için Bölüm 4.1.1'de açıklanan çevresel yönetim araçlarında olduğu gibi, bu sistemlerin resmi olarak kayıt altına alınmasını ve işgücüne dağıtılmasını sağlamak iyi bir uygulamadır. Bu tür birçok sistem, harici olarak akredite olsa da (ve bu bir müşteri gereksinimi olabilir), bu akreditasyon gerekli olmayabilir. Bununla birlikte, sistemin doğru bir şekilde denetlenmesini sağlamak, sistemi yasallaştırmak ve güncellemek için tarafsız bir girdi sağlamak ve müşteriye güven vermek normaldir. Bu sistemler genellikle istatistiksel işlem kontrolünü (SPC) içerir.

Uygun süreç özelliklerine ve kalite kontrolüne dikkat edilmesi de önemli bir faktördür. Yüzey işlem çalışmasında 'doğru ilk zaman yaklaşımı' normal olarak öngörülür ve genellikle resmi bir sistemin parçasıdır. 'Doğru ilk zaman yaklaşımı'nı başarmak ve istenen etkiye ulaşmak için doğru işlemin doğru şekilde uygulanmasının sağlanması yaygın bir uygulamadır. Bu, yüzey işlemiyle verilen özelliklerin ve presleme, şekillendirme, bükme, sıkma, delme, kaynaklama, lehimleme, vb. iş parçası veya alt tabaka üzerinde gerçekleştirilecek müteakip işlemlerin doğru bir şekilde anlaşılmasını gerektirir. Doğru özelliklere ulaşmanın bir parçasını oluşturan diğer teknikler EMS'de (Bölüm 4.1.1) ve ISO 9000 gibi üretim yönetim sistemlerinde tartışılmaktadır.

İşlemi arzu edilen hedefe uygun hale getirmek amacıyla, çevresel ve/veya kalite yönetim sistemleri (uygun olduğunda), operatör ve müşteri arasında doğru işlem özellikleri, mühendislik tasarım çizimleri ile iş parçaları ve/veya alttaşlar için kalite kontrol ölçüm noktaları hakkında diyalog ve anlaşma üzerine yeterli hüküm sağlayabilir (aşağıdaki Uygulanabilirlik bölümüne bakınız). Aşağıdakiler işaret edilebilecek alanda örneklerdir:

- yüzey işlemleri, eklenen katmanın kalınlığı vasıtasıyla iş parçasının boyutlarını, (örneğin, dişli bileşenlerin boyutunun değiştirilmesi), alttaşın özelliklerini (örneğin asit çinko kaplama ile hidrojen kırılganlığı) değiştirebilir veya müteakip işlemler için uygun olmayabilir (örn. işlenmiş bir iş parçası daha sonra büküldüğünde veya kıvrıldığında kırılgan olup parçalanabilir)
- uygulanan malzemenin akım taşıdığı elektrolitik işlemlerde, biriktirilmeler tercihli olarak yük yoğunluğunun en yüksek olduğu iş parçasının ve/veya alttaşın kenarlarında ve köşelerinde meydana gelir. İşlenecek parçanın veya alttaşın değişik kısımlarındaki kalınlık farkları göz önüne alınarak, son katın kalite kontrolü ölçüm yöntemi ve ölçülecek olan noktalar konusunda anlaşılabilir. Bazı ölçüm metotları, düz yüzeyler gerektirir ve başarım gereksinimlerini karşılamak için dikkat edilmesi gereken husus, düz yüzeylerde kaplama kalınlığının (orta kalınlığın kenar kalınlığına oranı yaklaşık 1:3 veya 1:4) kenarlardan daha ince olmasıdır. Ayrıca, ölçüler düz ölçülen alanlarda da karşılanabilirken, eğer kıvırma gibi işlemlerle kenarların sonradan değiştirilmesi yapılırsa, kenar-birikintileri dökülmelere sebeb olabilir.
- çalışma özellikleri (belirli bir korozyon direncine ulaşmak için), kurallara uygun özelliklere tamamen uyulmasına tercih edilir. Belirtilen başarıma uygun olarak kararlaştırılan noktalarda kalınlıklar oluşturulduğunda, daha iyi bilinen ve halihazırda uygulanan kalınlık ölçümleri, çalışma

özelliklerine uygun olarak, en iyi şekilde kullanılır (ayrıca bkz., Bölüm 4.9'daki İkame tartışması).

- yüzey işleminden önce üretim işleminde değişiklikler; örneğin, presleme yağlarında (alt-taş mikro yapısında sıkıştırılmış ve normal yağ giderme işlemlerine cevap vermeyen bir tipte), alttaş tipinde, iş parçalarının talaşlı imalat yerine preslemede, yüzey işleminden önce sertleştirmede vb. yapılan değişiklikler
- son kullanım şartnamesindeki değişiklikler
- askı işlemi yerine tamburlama (muhtemel maliyet kısıtlamaları nedeniyle)
- büyük miktarlarda yüzey işlemi gerektiren büyük organizasyonlar veya sanayi sektörleri bu özellikleri kendileri (otomotiv veya havacılık örgütleri gibi) yazabilirler. Daha küçük kuruluşlar genellikle bu genel kullanıma açık özellikleri kullanır. Özellikleri karşılamak için, en son sürümlerin belirtildiğinden ve bu özelliklerin diğer ürünlerin, sonraki işlem ve son kullanımı içinde uygun olduğundan emin olun.
- bazı müşteriler, diğer ürünler için, kadmiyum içeren askeri ve havacılık şartnameleri gibi mevcut olan en yüksek kalite şartlarını talep edebilir. Ancak, askeri ve havacılık uygulamaları, kadmiyuma uygulanan pazarlama ve kullanım mevzuatından muaftır.

Süreçlerin zaman içinde istikrar ve tutarlılık için geliştirilebileceği birçok yol vardır ve Bölüm 4'te açıklanan birçok teknikte, çevresel başarımı geliştirmenin yanısıra bu avantaj vardır. Bunun gerçekleştiği yer, "Uygulama için itici güç" bölümünde vurgulanmaktadır. Örnekler, dışarıda oluşturulmuş çözünmeyen anotların kullanılması (bkz. Bölüm 4.8.2), işlem çözeltisi çalkalanması (Kısım 4.3.4) ve işlem kimyasallarının derişim denetimidir. (Bölüm 4.8.1).

Elde edilen çevresel faydalar

Çalışma tekrarından kaçınılması, atık su arıtımı ile çamur ve sıvı asit atıklarının oluşumunu en aza indirmenin yanı sıra, hammadde, enerji ve su girdilerindeki kayıpları en aza indirir.

Güçlü asitlerle metal sıyırma genellikle bir daldırma işlemi olarak gerçekleştirilir. Bu uygulamadaki azalma, aşağıdaki durumlarda azalmaya neden olabilir:

- Beton zeminleri ve yüzey ve yeraltı sularını kirletebilen dökülme
- Boşaltım koşulları izninin ihlaline yol açan atık su arıtma tesisi kapasitesinin aşılmasına izin verilmesi
- Yerel hava kalitesi, sağlık ve güvenlik ile tesis ve teçhizatın bozulması ile ilgili problemlere yol açan asit dumanları ve buğuları

Yüzey işlemine tabi tutulmuş hurdadaki azalma, fırınlar ve dökümhaneler gibi diğer tesislerden kaynaklanan havaya salınımları azaltabilir. Bunlarda, bazı demir dışı metaller buharlaşabilir ve organik kaplamalar yakılınca bilinmeyen bozulma ürünleri çıkabilir.

Çapraz ortam etkileri

Negatif çapraz ortam etkileri yoktur.

Çalışma verileri

Özellikler veya işlem yanlışsa, üretim kapasitesinin önemli bir kısmı etkilenebilir.

Bazı durumlarda, iş parçaları ve/veya alttaşlar yeniden işlenirken hasar görürler veya yeniden işlenemez ve hurdaya çıkarılırlar.

Uygulanabilirlik

Tüm kuruluşlar için geçerlidir. Ancak, IPPC Yönergenin tesis ve yönetim sistemleri için geçerli olduğuna dikkat edin. Tedarik zinciri ve ürünler için uygulanmaz.

Ekonomi

Özelliklerin doğru ve sağlanması tekrar çalışmayı önlediğinden dolayı bundan emin olmak için önemli ekonomik gerekçeler vardır. Tekrar çalışmadan kaçınmak, sürdürülebilir üretime yönelik olumlu bir eylemdir ve süreç verimliliğini artırmanın yanı sıra müşteri güvenini de artırır. Hammadde, tehlikeli atık bertarafı, enerji ve su ile işçilikte maliyet tasarrufu olur. Alt yüklenici tesisler için, ayırma ve tekrar çalışma maliyeti genellikle taşeron tarafından karşılanır.

Buna ters olarak, süreç yönetim sistemlerini ve SPC'yi tanıtmak ve sürdürmekle ilişkili maliyetler vardır.

Uygulama için itici güç
İşletme ekonomisi ve sürdürülebilirlik.
Kalite yönetim sistemleri için müşteri gereksinimleri

Örnek tesisler
Ziyaret edilen tüm tesisler kalite yönetim sistemlerine sahip olup bazıları akredite olmasına rağmen, hepsi dış değerlendirmeye alındı. Örnekler şunlardır: SIKEL N.V., Genk, Belçika; Exhall Kaplama, Coventry, UK; SGI, Plaisir, Fransa; Corus, Llanelli, Birleşik Krallık; Cropu SA, Burgos, İspanya.

Kaynak literatür
[11, Tempany, 2002, 18, Tempany, 2002]

4.1.3 Karşılaştırma

Açıklama
Kıyaslama, girdilerin (hammadde, enerji ve su) ve çıktıların (hava, su ve atık gibi salınımlar) düzenli olarak kaydedilmesi ve bunların önceki verilerle düzenli olarak kuruluş için sektörle ilgili ulusal veya bölgesel karşılaştırılmasıdır. bkz. Bölüm 4.1.1 (j). Uygun kıyaslama, "tam benzeri" gibi bir karşılaştırma yapılabilen, karşılaştırılabilir veri gerektirir. Yüzey işlem çalışmaları için bu karşılaştırma en iyi işlenen yüzey alan bazında veya diğer harcama veya verimlilik bazında gerçekleştirilebilir. Örneğin, 10000 m^2 yüzey için kaç kg kullanıldığı, 10000 m^2 yüzey başına kaç kg çinko harcandığı, 10000 m^2 yüzey başına kWh gerektiği gibi.

Desensiz veya preslenmiş parçalar veya aynı kalınlıktaki alttaştan imal edilen parçalar için yüzey alanı aşağıdaki gibi hesaplanabilir [145, LeCarre, 2004]:

$$S = \frac{\text{Ağırlık (kg)}}{\text{Yoğunluk (kg/m}^3) \times \text{e (m)}}$$

S = yüzey alanı, e = kalınlık ve m = metre

Çözücü Salınım Yönergesi [97, EC, 1999], araç kaplama endüstrisi ve diğer kaplama parçalarının yüzey alanını hesaplamak için bir formül verir (her iki tarafı kaplamak için '2x" faktörünü not edin):

$$\frac{\text{2 x Üretilen levha ağırlığı}}{\text{Metal levha ortalama kalınlık x Metal levha yoğunluk}}$$

Değişkenler bu tür verilerin doğru bir şekilde elde edilmesini zorlaştırabilir: örneğin, iş parçaları düzensiz şekillere ve değişen kalınlıklara sahip olduğundan, yüzey alanı tahminlerinin doğruluğu değişebilir ve biriken kaplamaların kalınlığı geniş ölçüde değişebilir [124, Almanya, 2003]. Ancak, bu zorluklar, Bölüm 4.1.1 (j) 'de açıklandığı gibi verilerin toplanmasını engellememektedir (bkz. Tablo 3.5). CAD ile elektronik olarak üretilen tasarımlar da alan hesaplama kaynağı olabilir.

Veriler bir tesisle kıyaslandığında, aşağıdakileri de içeren verileri harekete geçirmek için, bir sistemin oluşturulması iyi bir uygulamadır:

- verileri değerlendirmek ve işlem yapmak için sorumlu kişi veya kişileri belirleme
- uyarı kullanıcıları da dahil olmak üzere tesis başarımından sorumlu kişilere, normal çalışmada oluşan değişikliklerin hızlı ve etkili bir şekilde bildirilmesi
- çalışmanın neden değiştiğini veya dış kıyaslama değerleri dışına çıktığını belirlemek için diğer

incelemelerle aslını öğrenmek.

Kıyaslama yöntemleri ve uygulamaların örnekleri aşağıda verilmiştir. Sektörde, ulusal veya bölgesel verilerin toplandığı yerlerde, tesis kimlikleri gizli tutularak bunlar kamuya açıklanabilir:

Tesis
Karmaşık şekilli parçaların elektroliz edilmesi veya fosfatlanması ile ilgili bir şirket, hepsi aynı büyüklükteki tamburlara sahip beş tambur hattı kullanır. Su girişleri her giriş noktasında ölçülür. Tambur hareketleri, taşıyıcı çubuk başına kaydedilir. Hammadde tüketimi, su ve enerji tüketimi gibi tüm veriler taşıyıcı çubuk hareketleriyle ilişkilidir ve tesis başarımı ile maliyetlerini izlemek için düzenli olarak izlenir ve karşılaştırılır.

Sektör
Yüzey Mühendisliği Derneği, maliyetleri vb. değerlendirmek için Birleşik Krallık'ta, ulusal bir anket çalışması yürütmektedir.

Bölgesel
Veri bütünü analizi (DEA), girdi veya çıktıların kesin miktarlarla karşılaştırılabilir olması zor olduğunda, organizasyonel birimlerin verimliliğini karşılaştırmak için geliştirilmiş bir analiz yöntemidir. Nispeten birçok homojen üretim ünitesinden gözlemlerin olduğu durumlarda uygulanabilir. Bu bağlamda homojenlik, birimlerin ürettiği girdileri ve çıktıları ifade eder. Aynı şekilde organize edilmeleri veya aynı tür üretim teknolojilerini kullanmaları gerekmez.

Yüzey işlemine uygulanan DEA örneği, 15 elektrolizleme şirketinden oluşan bir anketten elde edilen verileri dört grupta incelenmiştir:

- iş parçası/ alttaş çıktılarının miktarı
- teçhizata yatırım yapan emek ve sermaye
- enerji ve su tüketimi
- salınımlar

DEA sonuçları, giriş faktörlerinin değişken bir kombinasyonu kullanılarak hesaplanmıştır. Verimlilik puanı (üretkenlik verimliliği), sermaye ve insan-saat, su ve enerji gibi girdiler ve çevreye çeşitli çıktılarla hesaplanmıştır. Tek çıktı niceleyici, işlem tarafından kazanılan yıllık gelirdir. Veriler, ağırlık faktörleri ile doğrusal programlama yöntemleri kullanılarak modellenmiştir.

Bölüm 3.3.4'teki çelik bobin kaplaması için örnekler de verilmiştir.

Ulaşılan çevresel fayda
Çevresel başarımını diğer kuruluşlarla değerlendirmek için özel kuruluşlara yardımcı olur. En iyi başarım gösteren kuruluşların kullandığı teknikleri belirlemede yardımcı olur.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri
Kuruluşlar ve teknikler için çalışmada çevresel başarımın kaynak noktalarını ve değerlendirmesini sağlar.

Uygulanabilirlik
Tek tesisin kıyaslanabilmesinden önce, girdileri ve çıktıları homojen olan birkaç tesis için veri mevcut olmalıdır. Veri ve tesislerin genişliği, karşılaştırılabilir olması için yeterince kapsamlı olmalıdır; örneğin, [8, Nordic-Council, 2002] m^2 başına 50 litre su kullanımı kriterlerini göstermektedir. İngiltere sanayi alanı m^2 başına yaklaşık 44 litredir (TWG'den gelen sözlü bilgiler) ve Fransız mevzuatı her durulama için en fazla m^2 başına 8 litredir, ki bu 5 hatlı durulama için m^2 başına 40 litreye eşit olur (bkz. Bölüm 3.2.2) [58, Fransa, 2003].

Ağırlık faktörleri belirlenmelidir. DEA bilgisi ve doğrusal programlama ile uygulanması gereklidir. Bu yaklaşım bir şirketler grubu veya bir ticaret birliği için yararlı olabilir. Teknik, çapraz ortam etkilerini doğrudan dikkate almaz.

Ekonomi

DEA, başvuru için uzman yardımına ihtiyaç duyabilir.

Tesisin çevresel başarımının optimizasyonu genellikle ekonomik optimizasyona ulaşacaktır.

Uygulama için itici güç
Kıyaslama aynı zamanda iyi ekonomik başarım ile orantılıdır. Çevresel başarımın (hammadde, su ve güç girdileri gibi maddi kayıpların yanı sıra) kıyaslanması ve optimize edilmesi aynı zamanda ekonomik optimizasyona da ulaşacaktır.

Örnek tesisler
İsimsiz örnekler, [8, Nordic-Council, 2002] Oekepol ve Eurofer tarafından verildi.
Bölgesel/sektörel planlar: Ford-BOS (örneğin Frost Electroplating Ltd., Birmingham, İngiltere)
Tesisler: Exhall Plating Ltd., Coventry, İngiltere örn. Her vardiyada tambur hattı başına m^3,
Metal Colours Ltd., Slough, İngiltere: örn. kWh/kg Zn
SIKEL N.V., Genk, Belçika: örn. Çinko kullanımının etkinliği (> %95).

Kaynak literatür
Kuruluş ve ulusal sektör: [18, Tempany, 2002], [127, Oekopol, 2003],
Bölgesel: [8, Nordic-Council, 2002], [19, Eurofer, 2003]

4.1.3.1 Su tüketimi kıyaslaması

Açıklama
Fransa'da, durulama aşamasında 8 litre/m^2 su kullanımı için kıyaslama değeri, 1985 yılında, toplam işlem tankları $10m^3$'ten fazla hacimli olan tüm yüzey arıtma tesislerine uygulanacak mevzuatta getirilmiştir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu kriter su kullanımını ve atık su arıtma gereksinimlerini azaltır, atık suların seyrelmesini önler ve kaybolan malzemelerin akışını (gün başına ağırlık) azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Bunlar kullanılan su azaltma tekniklerine dayanır.

Çalışma verileri
Çalışma verileri bir kere belirlendikten sonra, sadece periyodik olarak kontrol edilmelidir. Bu, rutin bir sınır değeri değildir ve bu değere ulaşmak için bir basamaklı işlemde durulama sayısı gibi bazı anahtar ölçümler yalnızca periyodik olarak değiştirilebilir (bölüm 4.7'ye bakınız). Durulama tanklarındaki iletkenlik ölçerleri, su kullanımında her noktadaki akış ölçerler ve kısıtlayıcı vanalar gibi değişkenleri kontrol etmek için başka önlemler kullanılabilir: bunlar, aralığın elde edilmesinde ve değerlerin korunmasında önemli faktörlerdir, bkz. Bölüm 4.4. 5.

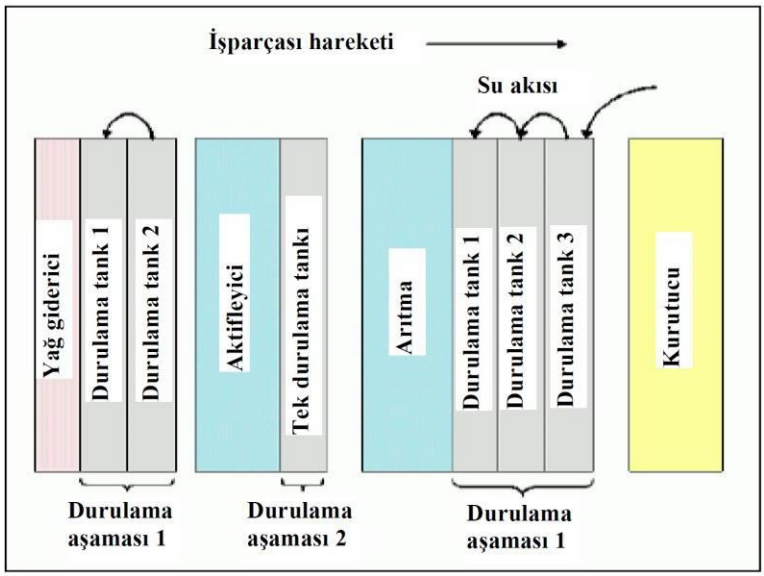
Sadece tesisten çıkan suyun hacmi ölçülür, bu nedenle buharlaşma, eklenen sıvı çözeltileri, ne kadar su geri dönüşümü olduğu vb. gibi hesaplamalarda problem oluşturabilecek durumların önüne geçilmiş olur. Bu boşaltım şekli, ev tipi kullanım haricinde (tuvalet, kantinler, vb.) bütün kullanılan sular için geçerlidir.

Tek durulama aşamaları (veya bileşen adımları) için değerler hesaplanmaz, sadece toplam hacim, tesis için toplam durulama aşaması sayısına karşı hesaplanır. Bu, bazı durulama aşamalarının çalışma ihtiyaçlarına göre diğerlerinden daha fazla su kullanmasına izin verir.

Yüzey alanını hesaplamada zorluklarla karşılaşılır, bkz. Bölüm 4.1.3, ancak bu durumların %80 - 90'ında kullanıcı bunu ticari nedenlerle bilir veya bunu belirleyebilir. Bazı durumlarda, kullanıcılar bir vekil ölçüsü belirleyebilir ve kullanabilir; örneğin, genel geometrik şekillerde basit bileşenleri kullanarak belirli bir süre için süreci çalıştırıp boşaltılan suyu ölçüp, aynı zamanda başka bir tüketim veya verim faktörü ölçerek yapılır (örneğin güç kullanımı, askı veya varil sayısı, parçaların sayısı veya ağırlığı, kimyasallar veya anot tüketimi, vb.). Tahliye edilen su miktarı daha sonra bu ikincil verim veya tüketim faktörü ile ilgilidir. Bu ikincil faktör daha sonra, kaynak değerini geometrik olarak fazla karmaşık bileşenlere karşı tekrar-kontrol etmek için kullanılabilir.

Yüzey alanı, en basit geometrik ıslak yüzeydir. Durulama boyunca hareket eden desteklerin tüm yüzeylerini, yani tamburlar (iç ve dış yüzeyler) ve askıları içerir.

Bir aşama demek, bir işlem veya ilgili faaliyetten sonraki bir durulama işlemindeki tüm tanklardır. Bir veya birden fazla tank olabilir ve kademeli durulamada kullanılan çoklu tanklar su kullanımını önemli ölçüde azaltır (Bölüm 4.7'de açıklandığı gibi), bkz. Şekil 4.1.



Şekil 4.1. Durulama aşamasının tanımı

Uygulanabilirlik

Bu, 1985'ten beri Fransız tesislerinin %80'inde başarıyla kullanılmıştır. Su kullanımı, PCB üretimi gibi çok yüksek özellikli aktivitelerde daha yüksek olabilir (bkz. Bölüm 3.4.3.1).

Ekonomi
Bu kriter yatırım maliyetlerini (özellikle ham su ve atık su arıtma) ve işletme maliyetlerini (özellikle hammadde ve su için) azaltabilir.

Uygulama için itici güç
İşlem boyunca su akışının azaltılması, sadece su tasarrufu için değil, aynı zamanda hammadde kullanımının azaltılması ve malzeme verimliliğinin arttırılması için dışa-sürüklenme denetimi için de kullanılabilir. Bu aynı zamanda gerekli atık su arıtma tesisinin boyutunu ve işlemde kullanılan kimyasalları ve enerjiyi azaltır.

Örnek tesisler
Fransız yüzey işleme tesislerinin %80'i.

Kaynak literatür
[58, Fransa, 2003], [121, Fransa, 2003], [165, Tempany, 2004]

4.1.4 İşlem hattı optimizasyonu

Açıklama
Bölüm 4.4.2, 4.4.4.2, 4.6 ve 4.7'de verilenler gibi seçilen değişkenler için gerekli olan teorik girdilerin ve çıktıların hesaplanması, tesisin çevresel ve ekonomik başarımını karşılaştırmak için kullanışlıdır. Bu elle yapılabilse de sıkıcı ve zaman alıcıdır. Yazılım modelleme araçları, yeniden hesaplamaları daha kolay ve hızlı yaparak süreç hatlarının başarımını optimize etmeye yardımcı olmak için kullanılabilir. Yazılım modelleme araçları, kurum-içinde veya dış yükleniciler tarafından süreçler için hazırlanabilirler ve belirli bir kuruluş için genel veya sipariş üzerine yazılmış olabilirler.

Bir yazılım aracı bir Excel tablosuna dayanır ve raflı ve tamburlu çinko elektro kaplama için bir dizi

parametreye sahiptir. Excel-tablosunda kullanılan hesaplamalar, bu BREF'de belirtilenlerle aynı veya bunlara benzer standart finansal hesaplamalar dahil diğer benzer bilgilerdir. Örnek bir hesaplama, Ek 8.11'de verilmiştir. Bir 'iyi uygulama' tesisi (SE2000 model tesisi) için bir veri seti düzenlenir ve diğer set ise başlangıçta 'kaynak noktası' olarak adlandırılan bir İngiltere endüstri ortalama tesisine ayarlanır (bu, bu BREF'de kullanıldığı gibi bir ölçüt değildir, ancak şu anki uygulamada bir anlam ifade eder). Verilen örnek, bu BREF'in 4. Bölümünde açıklanan çeşitli iyileştirme seçeneklerini kullanarak bir endüstri ortalamasından 'iyi uygulama' tesisine geçme maliyetlerini göstermektedir.

Örnek olarak, Ek 8.11'de gösterilen yazılımı kullanarak, tipik bir çinko ve pasifleştirme tambur hattındaki değerler ile çeşitli MET teknikleri kullanılıp optimize edilmiş olan değerler arasındaki fark alınabilir:

- Tipik hat: yılda 11500 m^3 su kullanımı
- Optimize edilmiş hat: yılda 2951 m^3 su kullanımı, %74 tasarruf

"Sektör ortalaması" (kıyaslama) tesisi için girdi verileri, kıyaslama için gerçek bir tesise ayarlanabilir veya durulama aşamaları, buharlaştırıcılar, değişen işlemler, vb. gibi çeşitli seçeneklerin etkilerini incelemek için kullanılabilir.

Yazılım çinko kaplama için ayarlanmış olsa da kimyasal tamamlama türü ile tüm girdi ve çıktı maliyetleri gibi tüm parametreler değiştirilebilir, bu yüzden yazılım örneğin bakır kaplama için tüm hatlarda, ya da bir aktiviteyi değiştirmenin etkilerini anlamak gibi diğer işlemler için de kullanılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Su tüketiminin, enerjinin ve ham maddelerin korunmasının yanı sıra su salınımlarının en aza indirilmesi için teorik olarak optimize edilen bir işlem hattını etkinleştirir.

Çapraz ortam etkileri
Aynı zamanda suya giren (hammadde ve yardımcı programlar) ve suya salınımları optimize eder.

Çalışma verileri
Mevcut verileri kullanabilir ve plan iyileştirmelerininin yanısıra, başarımı kıyaslamak için de kullanılabilir.

Uygulanabilirlik
Bu örnekte, "ön-uç" (yazılımdaki görünen sayfa) çinko elektro kaplamayı gösterir, ancak aynı hesaplamalar, kullanıcı tarafından basit ve uygun verinin modele girilmesiyle, diğer yüzey işleme faaliyetlerine de kolayca uyarlanabilir. Bu nedenle tüm çok aşamalı süreç hatları veya özel alt süreçler için kullanılabilir.

Finansal verilerin GBP'lerde gösterilmesi tamamen semboliktir, tüm finansal veriler, hesaplama için diğer para birimlerinde olduğu gibi girilebilir.

Program tüm kuruluşu optimize etmez.

Diğer el-denetim veya yazılım paketleri, bazen belirli bir tesis için kullanılabilir veya üretilebilir; bakınız, aşağıdaki örnek.

Ekonomi
Kaynak olarak kullanılan yazılım ücretsizdir.
Yazılım kullanılarak yapılan denemeler taahhütten önce süreç yönetimi ve yatırım kararlarında yardımcı olabilir.
Örnek olarak, Ek 8.11, çinko ve pasifleştirici tambur hattının optimizasyonu için (altyapı çalışması olmaksızın), sudaki, hammaddelerdeki ve tekrar çalışılmamasındaki tasarrufları dikkate alınca geri ödeme süresi = 0,6 yıl olduğunu göstermektedir.

Uygulama için itici güç
Çevresel optimizasyon, tesisin süreçini ve ekonomik başarımını optimize edebilir.

Örnek tesisler
Ek 8.11'de gösterilmiş genel bir örnekte, optimize edilmemiş bir tesis ile İngiliz endüstrisi tarafından

kabul gören çeşitli MET teknikleri kullanılarak yapılan bir tesisin karşılaştırılması yazılımda kullanılmıştır.

Sikel N.V. Genk, Belçika tarafından optimizasyon için ısmarlama yazılım.

Kaynak literatür
[26, Envirowise, 2003]

4.1.5 Gerçek zamanlı süreç kontrolü

Açıklama
Sayısal süreç kontrol sistemleri verileri toplar ve gerçek zamanlı olarak önceden belirlenmiş işlem değerlerini korumak için geri besleme yapar.

Elde edilen çevresel faydalar
Geliştirilmiş tesis verimliliği ve ürün kalitesi ile salınımları düşürmek.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik
Birçok sürekli elektro kaplama hatları

Ekonomi
Bobin kaplama için, ilk yatırım EUR> 0.8 t olup, işletme ve bakım masrafları EUR> 0.8 /t olan kur üzerinden gerçekleştirilecektir.

Uygulama için itici güç
Süreç verimliliği ve kalite gereksinimleri.

Örnek tesisler
CROPU S.A., Burgos, İspanya, SIKEL N.V., Genk, Belçika.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003, 73, BSTSA]

4.2 Tesis tasarımı, inşaatı ve işletimi

4.2.1 Planlanmamış salınım kirliliğinin önlenmesi - planlama, tasarım, inşaat ve diğer sistemler

Açıklama
Bölüm 1.4.2, sektörü hala çevresel kazalara veya plansız salınımlara neden olma potansiyeline sahip olarak tanımlar. Planlı, bütünleşmiş bir yaklaşım, çevreye önemli etkileri olabilecek bir tesisin sözkonusu yönlerinin tanımlanmasından başlayarak bunu azaltabilir. Belirlenen riskler, dikkatli bir tasarım ve inşaatın yanı sıra, kazaların ve acil durumların önlenmesi, hafifletilmesi ve yönetimi ile izin koşullarının ihlaline yönelik yönetim sistemleri tarafından ele alınmaktadır.

Kirlilik önleme için düzenleyici ve/veya iyi uygulama sistemleri, bazı ülkelerde kullanılmaktadır. Örnek olarak, aşağıdaki kaynak literatürüne bakınız. Sektördeki pek çok tesis bu tür tekniklerin uygulanmasından faydalanmıştır. Aşağıdaki uygulamalar, bu tekniklerin yüzey ve yeraltı suları ile toprağın aşırı ve sürekli kirlenmesinin sıklığını ve etkilerini azalttığı, aynı zamanda çalışmaları daha uygun maliyetli hale getirdiği temel örneklerdir.

- çözeltilerin bakımı dahil olmak üzere düzenli ve düzenli olmayan bakım, bkz. Bölüm 4.11
- hammaddelerin teslimi ve depolanması, bkz. Bölüm 4.2.2.
- süreç denetimi, süreç ve çevresel izleme, bkz. Bölüm 4.1.

Tüketilebilir hammaddelerin teslimi ve depolanması için önemli konular Bölüm 2.1.2'de ve kimyasal maddelerden kaynaklanan çevresel veya sağlık etkileri Bölüm 1.4.4'te tanımlanmıştır. Kimyasalların depolanmasından kaynaklanan salınım konusundaki BREF de bu konuları tartışır [23, EIPPCB, 2002].

Yüzey işleme uygulamalarında işlem çözeltileri genellikle, kimyasalların depolanmasına benzer biçimlerde, bağlantı borulu açık tanklarda tutulur ve çift cidarlı tanklar veya toplama alanları gibi benzer tekniklerin çoğu uygulanabilir.

Kaynak literatürde verilen, kirliliği önlemenin bazı önemli noktaları şunlardır:

- tehlikelerin ve süreçlerin tanımlanması
- basit bir tehlike potansiyeli sıralaması
- kirliliğin önlenmesi için eylemlerin üç adımlı uygulanması: o
  birincil önlemler (yapısal)
  - yeterli tesis boyutları
  - kimyasalların depolandığı veya kullanıldığı durumlarda sızdırmazlık malzemelerinin seçimi, örn. depolama (toplama) alanları için yer kaplaması
  - işlem hattının ve bileşenlerinin kararlılığı (ara sıra bakım işlemleri için kullanılan pompalar ve tanklar gibi geçici ve seyrek kullanılan donanımlar)

  o ikincil önlemler (tesis veya donanım)
  - muhafaza (veya ikincil muhafaza), depolama tankı üzerinden taşmaya (salınıma) ve tank konteynerinin kendisi tarafından sağlanan iç korumanın da aşılmasına karşı ek koruma anlamına gelir (bu sektörde tank, depolama veya üretim için olabilir). Sızıntı için iki ana tip ikincil muhafaza vardır, çift tank tabanları (sadece yerüstü tankları için), çift zırhlı ve çift duvarlı tanklar gibi tank yapımının bir parçası olanlar ve toprak yüzeyine yerleştirilen geçirimsiz bariyerler gibi tankların altında olanlar.
  - dışarı-pompalanan sıvıları tutmak için tankların boyut ve mukavemetini doğru bir şekilde belirlemek (ayrıca durağanlık için bkz. yukarıdaki birincil önlemler)
  - sızıntı tanımlama sistemleri

  o üçüncü derece önlemler (yönetim sistemleri)
  - denetimler, dış uzmanlar ve potansiyel kazalar için düzenli acil durum plan bakımlarını içeren iç denetim (bkz. Bölüm 4.1.1)
  - test programları.

Çevresel etkilerin yollarının ve hedeflerinin ortaya konması, şantiye, tesis ve donanım seçimi ile altyapı ve tesisin tasarımını ve yapımını belirleyebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Toprak ve yeraltı sularının kolayca görülmeyen ve tanımlanması zor olan yollarla kirlenmesini en aza indirmede özellikle faydalıdır.

Şantiyenin kullanım dışı bırakılmasını kolaylaştırma.

Plansız sürekli ve aşırı boşaltımların yüzey sularına ve belediye atık su arıtma sistemlerine inmesinin en aza indirilmesi

Çapraz ortam etkileri
Olumsuz etkileri yoktur.

Uygulama veriler
Uygulama deneyimini kullanan dikkatli planlama ve tasarım, rutin işletme, bakım ve izlemeyi daha kolay, daha ucuz ve çevreye daha güvenli hale getirebilir.

Depolama alanında bulunan tek zırhlı tanklar, çift zırhlı tanklar kadar güvenlidir ve herhangi bir sızıntının bulunması çift zırhlı bir tanktan daha hızlı ve daha kolaydır. Muhafaza ve kapasite Kaynak literatürde (aşağıda) tartışılmıştır: amaçlanan işlevi yerine getirmek için, depolama alanı beklenen dökülme veya sızıntıyı içermelidir. Örneğin, kapsanan veya birleştirilmiş hacim, içinde bulunan en büyük tank hacminin genellikle %110'udur. Depolama alanı, sıvıların işlem tanklarının altında büyük bir tekneye ya da kimyasal maddelere-dayanıklı bir katman bulunan zemine boşaldığı yalıtılmış bir alan olabilir (yükseltilmiş duvarlar veya drenajlar içinde veya zemin drenaja eğimlidir). Temizleme veya bakım sırasında, içerikler (depolama alanının içinde) uygun bir atık su akışına bağlanabilir (veya bunlara pompalanabilir), ancak dökülmelerin çalışma anında denetimini sağlamak için, bağlantı gözetim altında gerçekleştirilmelidir, bkz. Bölüm 4.1.1.

.

Uygulanabilirlik
Bu önlemler tüm tesisler için düşünülebilir; ancak bunlar en iyi şekilde ilk tasarım ve inşa aşamalarında uygulanır. Mevcut tesislerde, normal bakım dönemlerinde bazı iyileştirmeler yapılabilirken birçok değişiklik önemli güncellemelere dahil edilebilir, ancak geriye dönük iyileştirme daha zor olabilir ve yukarıdaki kadar etkili olmayabilir. Çeşitli standartlar ve rehberlik, tesis iyileştirmeleri için uzun vadeli planlamanın bir parçasını da oluşturabilir.

Ekonomi
Bunlar, ilk yatırımlar veya iyileştirmelerle birlikte yatırım maliyetlerinin bir parçasıdır. Bazı tekniklerin yeni bir inşa veya yükseltme aşamasında maliyet-dışı seçenekleri olabilir. Çoğu zaman maliyetler daha verimli çalışma, bakım ile kazalar ve izin ihlalleriyle ilgili masraflardan kaçınma ile telafi edilebilir.

Uygulama için itici güç
Ortaya çıkan herhangi bir çevresel hasar için bakım ve sorumluluk yükümlülüğü.

Örnek tesisler
Birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kaynak literatür
[16, RIZA, 1999, 19, Eurofer, 2003, EIPPCB, 2002 # 23, 23, EIPPCB, 2002, 42, DENİZ, 2001, 81, INRS, 1998].

4.2.1.1 Sızdırmaz yağ kapları

Açıklama
Yağın hidrolik sistemlerden sızması, sızdırmaz yağ tablaların kullanımıyla kontrol edilen belirli bir kirlilik önleme problemidir.

Elde edilen çevresel faydalar
Çevresel fayda, yağın toprağa, yüzey sularına, yeraltı sularına ve toprağa olası salınımını en aza indirmek olduğundan orta düzeydedir.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri
Kaplar bir bakım programının parçası olarak kontrol ve boşaltma gerektirir. Önemli ve/veya tekrarlanan yağ birikimi miktarları hidrolik sistemdeki bakım sorunlarına işaret eder.

MET'in Uygulanabilirliği
Önemli hidrolik sistemlere sahip yeni ve mevcut tesisler.

Ekonomi
Büyük ölçekli bobin tesisleri için tesis maliyetleri 0,001 - 0,15 EUR/t ve işletme maliyetleri 0,001 - 0,15 EUR/t'dir.

Uygulama için itici güç
Verimli, temiz ve güvenli çalışma ortamı (işgücünden kaymaları önler).

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.2.2 Kimyasal maddelerin depolanması

Açıklama
Bölüm 2.1.2'ye ve daha ayrıntılı bilgi için Kısım 4.2.1 ve Depolama BREF'a [23, EIPPCB, 2002] bakınız. Diğer pek çok belge de iyi uygulamalar hakkında öneride bulunur (örnekler için bkz.

aşağıdaki Kaynak literatür).

Önemli konular şunlardır:

- asitleri ve siyanürleri ayrı ayrı depolayarak serbest siyanür gazı üretmekten kaçının
- asitleri ve alkalileri ayrı olarak saklayın
- yanıcı maddeler ve oksitleyici madde kimyasallarını ayrı ayrı depolayarak yangın riskini azaltın
- kuru ortamda depolanması gereken ve nem aldığında kendiliğinden tutuşabilen kimyasalları, oksitleyici maddelerden ayrı depolayarak yangın riskini azaltın. Yangınla mücadelede su kullanımını önlemek için bu kimyasalların depolama alanını işaretleyin
- toprak ve su ortamlarının dökülme ve kimyasal madde sızıntılarından dolayı kirletilmesinden kaçının
- depolama tanklarını, boru tesisatlarını, dağıtım sistemlerini ve kontrol sistemlerini, korozyon yapıcı kimyasallar ve bunların oluşturduğu dumanların korozyonundan koruyun veya uzak tutun.

Elde edilen çevresel yararlar
Özellikle yangınla mücadelede çevreye plansız salınımların azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Hiçbiri rapor edilmedi.

Çalışma verileri
Kimyasalların dağıtımı ve kullanımı süresince gereken yönetimini sağlar.

Uygulanabilirlik
Tüm tesislere uygulanabilir.

Ekonomi
Ayrı ve/veya depolu depolama alanlarının inşaat maliyetleri.

Uygulama için itici güç
Mesleki sağlık mevzuatı, EMS ve diğer yönetim sistemleri, Seveso Yönergei [142, EC, 1996] ve su mevzuatı ve PARCOM [12, PARCOM, 1992].

Örnek tesisler
CROPU S.A., Burgos, İspanya

Kaynak literatür
[16, RIZA, 1999, 19, Eurofer, 2003 October, 23, EIPPCB, 2002, VITO, 1998 #20, Agences de l'Eau, 1996 #82, 42, SEA, 2001, 79, Loire-Bretagne, 1985, 81, INRS, 1998]

4.2.3 İşlem hattı tipi ve yapısı

Açıklama
İşlem hattı tipi genellikle çeşitli faktörler tarafından saptanır (bkz. Bölüm 2'ye giriş).

Yatay hat-içi üretim hatlarının kullanımı, birincil görüntülerin ve aşındırma rezistinin oluşturulması haricinde, PCB üretimi için idealdir. Bu hatlar genellikle entegre olabilen modüller içerir.

Bobinler, hem küçük hem de büyük ölçekte, entegre üretim hatlarına kendiliğinden katılma eğilimlidir.

Bazı tesislerde kapalı-mühürlü bir bütünleşmiş yüzey işleme hattı üretmek (bkz. Şekil 4.2) veya yüzey işlemeyi genel üretime entegre etmek mümkündür (bkz. Bölüm 6.1).

Elde edilen çevresel faydalar
Tesisde kaçak hava salınımı yoktur.
Yüksek işlem kontrolü, kimyasal ve su kullanımını azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri

Bileşenlerin hassas otomatik hareketi ve yüksek hassasiyetli kaplama, işlem süresini azaltır ve kaliteyi artırır.

Şekil 4.2 Kapalı-mühürlü bütünleşmiş krom kaplama hattı [140, Atotech, 2003]

Uygulanabilirlik
Yeni kurulan tesis ve hatlar içindir. Parçaların, amortisör (otomotiv amortisörü) piston çubukları, PCB'ler, çelik ve alüminyum bobinler vb. gibi şekil ve boyutta yüksek tutarlılığa (uyuma) sahip olduğu yerlerde uygulanabilir.

Ekonomi
Yüksek sermaye maliyeti.

Uygulama için itici güç
Geliştirilmiş işyeri ortamı.
Düşük üretim işgücü maliyetleri.
Yüksek hassasiyet ve kalite.

Örnek Tesisler
Monroe, ZF-Sachs, Arvin in US and Europe. Sikel N.V., Genk, Belgium
şekil 4.2.
Bkz. bölüm 6.1.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003]

4.3 Genel operasyonel konular

4.3.1 İş parçalarının ve yüzeylerin korunması - işlem öncesi ve sonrası

Yüzey işleminden önce metal yüzeyler üzerinde ve yüzey işleminden sonra ve gönderi öncesinde metallerin ve plastiklerin işlenmiş yüzeylerinde korozyon meydana gelebilir. Korozyon, yüzey işleminin kötü yapışmasına veya dekoratif yüzeylerde hasara sebeb olabilir ve bu nedenle sıyırma, tekrar işleme veya hurdaya çıkarma gerekebilir. Korozyon olmuş ürünler, yüzey işleminden önce korozyonun giderilmesi için ek işlem gerektirebilir. Korozyonun önlenmesi, sıyırma ve yeniden işleme ile ilgili çevresel etkileri azaltabilir (bkz. Bölüm 2.3).

Çoğu metal yüzeyler oksijene veya atmosferdeki diğer faktörlere maruz kaldığında oksitlenir veya paslanır. Korozyon süresi malzemenin türüne ve malzemenin depolandığı koşullara bağlıdır, örneğin, çelik bileşenler %50'den az nem içeren bir atmosferde paslanmaz. Nem, sıcaklık ve asit atmosferleri, korozyonun ne kadar hızlı gerçekleştiğini belirleyen faktörlerdir. Tüm bu faktörler yüzey işleme tesislerinde bulunur, bu nedenle depolanmış ürünlerin maruz kalmasının kontrol edilmesi önemlidir.

Yüzeylerin mekanik hasarlardan korunması da önemlidir.

4.3.1.1 Depolama süresi kısaltma

Açıklama
Üretim ve yüzey işleme veya yüzey işleme ve gönderi gibi işler arasında depolamayı ortadan kaldırmak veya kısaltmak, diğer korozyon önleme işlemi ihtiyacını ortadan kaldırabilir. Bu, muntazam bir JIT (tam zamanında) sisteminin parçası veya iyi bir üretim planlamasının parçası olabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Sıyırma ve tekrar işlemenin önlenmesi.

Uygulanabilirlik
En çok şirket içi kuruluşlar ve ulaşım bağlantılarının kısa ve sık olduğu yerler için geçerlidir. Ancak, bu durum müşterilerin uzak olduğu ve ekonomik gönderi partisi boyutlarının işlenmeden önce ve sonra depolanmasını gerektirdiği durumlarda geçerli olmayabilir.

Ekonomi
Öngörülebilen maliyetler, üretim ve teslimat zamanlamasının planlanması ve denetlenmesi için işgücü maliyetleridir. Depolama için azaltılmış sermaye ve işletme maliyetleri olduğu kadar defolu ürünlerinin sıyırılması ve tekrar işlenmesi için azaltılmış üretim maliyetleri.

Uygulama için itici güç
Yukarıdaki Ekonomiye bakınız.

Örnek Tesisler
Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [118, ESTAL, 2003].

4.3.1.2 Depolama ve taşıma koşulları

Açıklama
Parçaların hem işlemi bekleyen hemde işlenmiş olanların, birçok yüzey işleme tesisinde bulunan nemli ve asitli havadan uzak depolanması normaldir. İşyerinin iyi havalandırılması, çıkan nemli ve genellikle asitli egzoz havasının depodaki veya taşınmayı bekleyen ürünlerle temas etmemesinin sağlamasına yardımcı olacaktır (bkz. Tasarım, Bölüm 4.2). Depolama alanlarının havalandırılması, nemin azaltılması ile nemli ve asidik havanın çekilmemesi şartıyla da kullanılabilir. Nem, gönderi veya depolama sırasında soğutulan ve daha sonra sıcak, nemli bir yere iletilen bileşenler üzerinde yoğunlaşır. Ürünleri düşük nemli ortamda taşıma ve depolamada sıcak tutmak, bu sorunları ortadan kaldırabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Azaltılmış sıyırma ve tekrar işleme.

Çapraz ortam etkileri
Nem alma veya havalandırma için artan enerji kullanımı, azaltılmış tekrar çalışmadan kazanılan çevresel faydalarla dengelenebilir.

Uygulanabilirlik
Tüm konumlar. Ancak, ayrıntılı uygulama, normal nem seviyeleri ve günlük ortalama sıcaklıklar gibi bölgesel iklim koşullarına göre değişecektir.

Ekonomi
Nemsizleştirme veya havalandırma için artan enerji kullanım maliyetleri, tekrar çalışmadan elde edilen tasarruflarla dengelenebilir. Ayrışan depolamada elde edilen indirimli sermaye maliyetinin, iyileştirilmiş nemsizleştirme veya havalandırma gibi ek önlemler ile dengelenmesi gerekebilir.

Uygulama için itici güç
Azaltılmış sıyırma ve tekrar işlemelerden elde edilen ekonomik tasarruf.

Örnek Tesisler
Sikel N.V., Genk, Belgium

Kaynak literatür
[3, CET, 2002]

4.3.1.3 Paketleme

Açıklama
İş parçaları veya alttaşlar, özel kağıtlar veya ağaç yongaları (talaş) gibi soğurucu veya korozyon önleyici malzemelerle paketlenebilir. Bu tür malzemeler hem korozyonu hem de gönderim sırasında yüzey hasarını önleyebilir ve özellikle baskılı devre kartları ve havacılık bileşenleri gibi yüksek değerli parçalar için sıkça müşteri tarafından belirlenir. Bobinler genellikle, dış katmanlar ile istenmeyen hareketleri engelleyen döşeme ve kızaklarla anında temas sağlayan koruyucu bir şerit tarafından korunur.

Elde edilen çevresel faydalar
Azaltılmış sıyırma ve tekrar işleme.

Çapraz ortam etkileri
Artan hammadde tüketimi. Bu, geri dönüştürülebilir paketleme sistemleri seçerek ve kullanarak dengelenebilir.

Uygulanabilirlik
Tüm uygulamalarda dikkate alınabilir, ancak düşük katma değerli bileşenler için maliyetler sınırlandırılacaktır.

Ekonomi
Ambalaj malzemelerinin ve işçiliğin artan maliyetleri, tekrar çalışmadan elde edilen tasarruflarla dengelenebilir.

Uygulama için itici güç
Yukarıdaki Ekonomiye bakınız.
Müşteri kalite gereksinimleri.

Örnek tesisler
Sikel N.V., Genk, Belçika; Corus, Trostre Works, Llanelli, Birleşik Krallık; SGI, Plaisir, Fransa.

Kaynak literatür
Örnek tesislere saha ziyaretleri.

4.3.1.4 Yağ veya gres ile korozyon önleyici kaplama

Açıklama
Depolama sırasında korozyonun önlenmesi için yağ ve/veya gres kullanılabilir. Dezavantajı, ürünlerin temizlenmesi gerektiğidir (bkz. Bölüm 2.3). Yağ veya gresin tipini seçerken, gerekli koruma derecesi dikkate alınmalıdır. Ancak, bu aşağıdaki Bölüm 4.3.2 ile dengelenmelidir.

Elde edilen çevresel faydalar
Tekrar çalışma ve sıyırmaya karşı korunma.

Çapraz ortam etkileri
Yağ ve/veya gresi gidermek için artan kimyasal, enerji ve su kullanımı.
Atık su ve atık yollarına artan boşaltım.

Çalışma verileri
Gresler, genellikle askeri uygulamalar için bileşenler kullanımdan önce uzun süre depoda bırakıldığında kullanılır. Bileşenler daha sonraki bir zamanda temizlenirse kaplama kalış süresi önemli hale gelir. Özellikle sıcak havalarda uzun depolama süreleri temizliği zorlaştırır.

Saf mineral yağlar genellikle emülsiyonlar ve bitki-bazlı ürünler ile karşılaştırıldığında daha kolay

çıkarılır. Bitki-bazlı yağlar ve gresler genellikle çevre dostu ürünler olarak tanıtılmaktadır, ancak özellikle ürünün sıcak havalarda saklanması durumunda bunların çıkarılması çok zor olabilir. Bu sıcak bölgelerde daha önemli bir faktör olabilir.

Uygulanabilirlik
Bazı uygulamalarda uygundur ve genellikle presleme vb. takım aşınmasını asgariye indirir.

Ekonomi
Sıyırma, tekrar işleme veya kazıma işleminden kaçınmanın çevresel ve ekonomik tasarrufu, korozyondan kaçınmanın maliyetlerini dengeleyebilir veya aşabilir.

Uygulama için itici güç
Ekonomi, yukarı bakınız.
Müşteri gereksinimleri.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002]

4.3.2 Önceki mekanik işlemlerdeki kaplamaların en aza indirilmesi ve optimizasyonu - yağ ve gres

Açıklama
Takım aşınmasını en aza indirmek için çelik saç çekme, delme veya çekme işlemleri veya yüzey işleminden önce korozyon önleme gibi işlerde yağ veya gres kullanılır ve bu nedenle temizlik yönteminin seçimi üretim sürecinin erken aşamalarında başlar. Yüzey işleminden önce bileşenlerin yağ giderme işlemleri, aşırı yağ veya gres kullanmaktan ziyade doğru şekilde kaplama üretilip depolanması vasıtasıyla basitleştirilebilir. Preslemede kullanılan bazı yağlar, metal yüzeye yapışabilir ve temizlemeye dayanıklıdır.

Yağlı kaplamaların çıkarılması veya en aza indirilmesi amacıyla herhangi bir değişiklik genellikle mekanik üretim aşamasında olur. Bu sebeple müşteri ile görüşme gerçekleşebilir (bkz. Bölüm 4.1.2, Özellikler). Üretim yöntemi değiştirilerek yağ kullanımı en aza indirilebilir veya ortadan kaldırılabilir. Uygulama yöntemi, kullanılan yağın cinsi ve miktarı düzenli olarak değerlendirilerek yağ kullanımı en aza indirilebilir. Müteakip temizleme sistemi ile uyumlu yağ kullanılmalıdır. Mekanik üretim alanlarında uygulanan yağ ve gresi azaltma olanakları şunlardır:

- uçucu yağların kullanımı
- en az miktarlı soğuk yağlama uygulama
- iş parçalarının süzülerek akması/veya santrifüjlenmesi
- üretim aşamasında iş parçalarının ön-temizliği
- depolama süresini kısaltma, bkz. Bölüm 4.3.1.4
- basınçlı hava soğutmalı delme
- preste plastik film yağlayıcı uygulanması.

Ulaşılan çevresel faydalar
Kimyasalların ve enerji tüketiminin yanı sıra üretilen atıklar da dahil olmak üzere yağ giderme gereksiniminde azalma.

Çapraz ortam etkileri
Kuru yağlayıcı filmler ve hava soğutmalı delme gibi alternatif teknikler için enerji ve/veya malzeme tüketimi.
Uçucu yağlar, havaya salınan VOC (uçucu organik bileşikler) içerir.

Çalışma verileri
Tüm yağlı iş parçaları/alttaşlar için düşünülebilir.

Uygulanabilirlik
Durum bağımlıdır. Yağlar ve greslerin kullanımı ve türü tüm müşterilerle kritik ve yapıcı bir şekilde tartışılabilir.

Ekonomi
Durum bağımlı: bir kuruluş müşterilerinin biri tarafından uygulanan işlemde, yağda yılda 25000 EUR

tasarruf (2000 yılı maliyetleri) sağlamış, dahası yağsız kimyasallar ve enerji, işçilik ve işlem kalitesi üzerindeki etkileri konusunda hesaplanmayan daha fazla tasarruflar olduğu ifade edilmiştir.

Uygulama için itici güç
İyileştirilmiş müteakip süreç kontrolü; azaltılmış tekrar işleme.

Örnek tesisler

Exhall Kaplama, Coventry, İngiltere.
Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002]; [104, UBA, 2003], [3, CETS, 2002]. [113, Avusturya, 2003].

4.3.3 Askılama

Açıklama
Bölüm 2.2'ye bakınız. İster çalışma parçalarını tutmak için yaylı klipsler kullanılsın, ister bakır tel ile kablolama yapılsın, doğru askılama birkaç nedenden dolayı önemlidir:

- elektrolitik işlemde doğru, akım/alan yüklemesi
- dışa-sürüklenmeyi en aza indirmek, bkz. Bölüm 4.6.3
- iş parçalarının kaybının önlenmesi:
  - çözünen maddeler işlem çözeltisini kirletir
  - müşteri kalitesine kötü yansır.

Elde edilen çevresel faydalar
Metal kullanımını optimize eder.
Malzeme kayıplarını en aza indirir.
Çözelti bakım gereksinimlerini azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri
Vasıflı işgücü gerektirir. Emek yoğun olabilir.

Uygulanabilirlik
Tüm askılı tesislerde.

Uygulama için itici güç
İşlem kalitesi.

4.3.4 İşlem çözeltilerinin çalkalanması

Açıklama
Tekne boyunca tutarlı bir çözelti derişimini korumak için işlem çözeltilerinin çalkalanması iyi bir uygulamadır. Bu, yüzeylerde tükenmiş çözeltiyi değiştirir ve iş parçasında veya alttaş yüzeyinde düzensiz yüzeyler, çukurlar vb. oluşmasına neden olan gaz kabarcıkları ve kirletici maddelerin birikmesini engeller. Tamburlamada, genellikle tamburların döndürülmesiyle ve iş parçalarının hereketiyle etkili bir çalkalama gerçekleşir.

Seçenekler şunlardır:
- nozullardan basınçlı hava
- düşük basınçlı hava
- hidrolik türbülans
- taşıma çubuklarını veya çubukları itiçiler veya motorlarla hareket ettirerek iş parçalarının çalkalanması.

Basınçlı havanın kullanımı, özellikle hava çekerler ile birlikte kullanıldığında, kompresörün enerji tüketiminin yanısıra yüksek buharlaşma ısı kayıpları verir, bkz. Bölüm 4.4.3. Bununla birlikte, çok

küçük tanklarda kullanıldığında enerji kayıpları ihmal edilebilir.

Hidrolik türbülans, tankın tabanına yerleştirilmiş olan pompanın ilgili parçaları ile pompalanarak oluşuturulur. Gereken enerji, geleneksel hava veya katot çubuğu çalkalaması için gerekenden daha fazla olmasına rağmen, hava ile çalkalanan tanklarda suyun buharlaşması yoluyla oluşan enerji kaybı, hidrolik türbülansın daha yüksek olan enerji kullanımını dengelemektedir.

Elde edilen çevresel faydalar
Hava ile çalkalanan sistemleri kullanırken enerji tüketimi önemlidir, bkz. Bölüm 4.4.3.

Çapraz ortam etkisi
Hava çalkalama, spreyleri, buğuları veya havada parçacık veya damlacık dumanını oluşturabilir veya şiddetlendirebilir.
Bunlar, çeker sistemlerle salınınca, işyerinde ve/veya çevrede zararlı kimyasallar barındırabilir.
Hava çalkalama kompresörleri bir gürültü kaynağı olabilir.
Hava çalkalama, büyük enerji kayıplarına neden olabilir, bkz. Bölüm 4.4.3

Çalışma verileri
Hidrolik türbülans, hava sistemlerinden daha fazla çalkalama sağlar. Bu, daha iyi kaplama kalitesi, reddetme (bozuk ürün) azalması ve tescilli katkı maddelerinin tüketiminin optimizasyonu ile sonuçlanır.

Tüm sistemler çözeltinin etkin şekilde hareket ettiği seviyede işletilmesine gereksinim duyar, ancak bu iş parçalarının askıdan çıkmasına (düşmesine) neden olmaz. Çözeltide kalan yerinden çıkmış parçalar sıklıkla kirlenme sorunlarına neden olur (bkz. Bölüm 4.11).

Uygulanabilirlik
Tüm işlem tankları çalkalama gerektirir.

Uygulama için itici güç
Enerji tüketiminde tasarruf, iyileştirilmiş süreç kalitesi, iyileştirilmiş işyeri sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Bodycote, Uxbridge, İngiltere (resmi olarak West Middlesex Plating)

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002], [18, Tempany, 2002] [118, ESTAL, 2003].

4.3.5 Bakım - tesis ve gereçler

Tüm tesis ve gereçlerin bakımı EMS'nin önemli bir parçasıdır, bkz. Bölüm 4.1.1 (c) viii.

4.4 Yararlı girdiler ve yönetimi

Bu bölüm, yararlı araçların genel kullanımını ele alır ve özgün tedbirler özel faaliyetleriyle tanımlanır. Örneğin hava çeker sistemlerde enerji optimizasyonu, hava salınımı bölümü olan Bölüm 4.18.2 de ve durulama için su-tasarrufu tedbirleri Bölüm 4.7'de tartışılır. Bu bölümde, enerji girdileri, elektrik ve ısıtma olarak ayrı ayrı tartışılır. Isıtma kayıplarının azaltılması, ısıtma bölümünün bir parçası olarak tartışılır. Su ve/veya enerji kullandığı için soğutma da tartışılmaktadır. Su girdileri de dikkate alınmaktadır.

Enerji tasarrufu tedbirleri ve sistemleri, aşağıdaki özelliklerdeki işletme araçlarının veya gereçlerin kullanılmasını içerir:

- tesis tarafından tüketilen enerji kullanımını maksimumda tutmak, örn. gelen elektrik kaynağının yönetimi
- işlem çözeltilerini ısıtmak için kullanılan enerjiyi en aza indirmek
- elektrokimyasal süreçlerde enerji (akım) kayıplarını en aza indirmek
- işlem çözeltilerini soğutmak için kullanılan enerjiyi en aza indirmek
- hava çeker ve diğer elektrikli motorlar gibi diğer kullanımların verimliliği ile çevre sitemleri

ve geri dönüşüm tesislerinin çalışmasını en yüksek verime çıkarmak
- hava çekişi ve alan ısıtmanın optimize edilmesi.

Tüm yardımcı girdiler gerçek bazda kaydedilebilir ve aylık, günlük, saatlik, vb. gibi belirli bir bazdaki son kullanımına ve türüne göre ayrıştırılabilir. Girdiler ayrıca diğer üretim önlemlerine göre yüzey alanı veya tonaj verimi, tambur sayısı, işleme maliyetleri, vb. gibi kıyaslanabilir ve optimize edilebilir (bkz. bölüm 4.1.3). Çalışma, kıyaslamada farklılıklar bulunan durumlarda bu Bölüm'de tarif edildiği gibi uygulanabilir.

4.4.1 Elektrik

4.4.1.1 Yüksek voltaj beslemesi ve yüksek akım talepleri

Açıklama
Gelen besleme, fazları eşleştirerek yüksek voltajdan düşük voltaja geçişteki reaktif enerji kayıplarını en aza indirmek ve yüksek akım talebini beslemek gibi durumları karşılayabilmelidir.

Büyük bir işletmede, enerji 150 kV'da getirilir ve galvanik hücrelerde kullanılmak üzere 0.033 kV'a indirilir. Tipik doğrultucu işlemler aşağıdaki adımları içerir:

- adım 1: iki yüksek gerilim transformatörü gerilimi 150 kV'dan 15 kV'a düşürür
- adım 2: 15 besleme hücresi redresörler için gerilimi 15 kV'den 525 V'a düşürür
- adım 3: 60 redresör (anot başına bir, galvanik hücre başına dört adet) voltajı 525 V'tan 33 V'a düşürür. Doğrultma, tristör köprüleri, transformatörler ve diyot köprüleri sayesinde olur.
- adım 4: 15 galvanik hücreye verilir. Bakır çubukların uzunluğu kısadır ve direnç kayıplarını en aza indirmek için su soğutmalıdır. Bunlar aşağıdakiler sayesinde elde edilir:
  - o redresörler ve iletken rulolar ve anotlar arasında çok kısa bir mesafe
  - o iletken ruloların ve anotların hücrelerin aynı tarafına bağlanması
  - o tek tek anot besleme, optimum akım ayarına izin verir
- adım 5: reaktif enerjinin karşılanması.

Transformatörler, motorlar vb. gibi herhangi bir AC elektrik donanımı görünür enerji adı verilen toplam enerjiyi emer. Bu, aktif enerjiden (iş veya ısı biçiminde) ve verimsiz olan reaktif enerjiden oluşur. Akım, gerilim ile ilişkili olarak faz dışındaysa ve voltaj ile mevcut dalga tepe noktaları arasında fark varsa, reaktif enerji artar. Bir elektriksel cihazın güç faktörü (cos φ), aktif gücün (P) (kW) görünür güç S (kVA) üzerindeki oranıdır ve voltaj ve akımın sinüs eğrilerinin tepecikleri arasındaki açının kosinüsüdür. 1 e daha yakın olan cos (φ), daha verimli güç kullanımına; düşük cos φ değeri ise, daha az etkili enerji kullanımı anlamına gelir. Cos (φ) sürekli olarak 0.95'in üzerinde olduğu zaman, reaktif enerji kayıpları 15 kV ve 150 kV seviyelerinde sınırlıdır.

Elde edilen çevresel faydalar
Enerji kayıplarını en aza indirir.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Uygulanabilirlik
Tüm tesisler üç fazlı bir besleme kullanır. Güç düzeltme ve reaktif enerjinin azaltılması, güç taleplerinin ve düzeltmenin ustalıkla gözden geçirilmesini gerektirir.

Elektrolitik işlemler kullanan tüm tesisler, güç kaynaklarındaki direnç kayıplarının azaltılmasını sağlayabilir.

Ekonomi
İstenmeyen ısıtma, reaktif enerji vb. gibi enerji kayıpları, güç tüketimini artırır ve daha yüksek maliyetlere neden olur.

Uygulama için itici güç
Tasarruf.

Örnek tesisler
Sikel N.V., Genk, NL.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003], (Özel iletişim, Fernando Dorado Nevas, Escuela Superior de Ingenieros, University of Sevilla).

4.4.1.2 DC kaynağı

Açıklama
Enerji tasarrufu şu yollarla elde edilebilir:

- iletkenler ve bağlantılarda voltaj düşüşünü azaltma
- elektrik besleme sisteminde düzenli redresör ve bağlantı (bağlantı çubukları) bakımı
- maksimum güçte çalıştırıldığında eski tiplerden daha iyi bir dönüştürme faktörüne sahip modern redresörlerin kurulması
- katkı maddeleri yoluyla işlem çözeltilerinin iletkenliğini arttırmak, örn. asit bakır banyolarında sülfürik asit ve sert krom banyolarında ise demirin ve üç değerlikli krom içeriğinin azaltılması gibi çözeltilerin bakımı
- metal birikintilerini artırabilecek değişken dalga formları (örneğin, atım, ters). Bu durum PCB kaplamada yaygın olarak kullanılır ve Bölüm 6.2'de açıklanmıştır.

Elde edilen çevresel faydalar
Toplamda %10 - 20 oranında bir enerji tasarrufu DC beslemede beklenebilir.

Çapraz ortam etkileri
Çözeltilerde daha yüksek derişimler, malzemelerin daha fazla dışa-sürüklenmesi anlamına gelir.

Ekonomi
Düşük güç tüketimi nedeniyle maliyetler düşürülür.

Uygulama için itici güç
DC kaynağının %10 - 20'sinin tasarrufu ile ilgili maliyet tasarrufu.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 159, TWG, 2004]

4.4.1.3 Enerji verimli donanım

Açıklama
Enerji verimli motorlar gibi enerji verimli donanımların kurulması iyi bir uygulamadır, bkz. Bölüm 4.14.3.1.

Elde edilen çevresel faydalar
Güç tasarrufu.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Uygulanabilirlik
Ünitenin büyüklüğüne ve enerji tüketimine bağlı olarak, enerji verimli motorların kullanımı büyük uygulamalar için iyi bir uygulamadır. Yeni tesisler, arızalı motorların değiştirilmesi veya maliyet tasarrufu için özel olabilir.

Ekonomi
Büyük ölçekli uygulamalar için, bkz. Bölüm 4.14.3.1.

Uygulama için itici güç
Tasarruf.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.4.1.4 Süreç elektrik verimliliği optimizasyonu

Açıklama
Elektrik iletkenliğini arttırmak için elektrolitlere kimyasal bileşiklerin eklenmesi.

Elde edilen çevresel faydalar
Elektriksel güç tüketimini azaltır. Çevresel fayda maliyete göre yüksektir.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut hatlara uygulanabilir.
Bu, kurum içi veya tedarikçiden teknik destek gerektirir.

Ekonomi
Bobin kaplama için ilk yatırım 0.001 ila 0.15/t EUR, işletme ve bakım masrafları 0.001 ila 0.15/t EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
Süreç verimliliği ve maliyeti.

Örnek tesisler
Birçok sürekli elektro kaplama tesisi

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.4.2 İşlem çözeltilerinin ısıtılması

Açıklama
İşlem çözeltilerini ısıtmanın dört ana yolu vardır ve bunlar aşağıdakiler vasıtasıyla dolaylı ısıtma sarımları kullanır:

- yüksek basınçlı sıcak su
- basınçsız sıcak su
- ısıl akışkanlar - yağlar
- tek tek tankların doğrudan elektrikli (daldırma) ısıtıcılar veya yüzey işleme teknelerine monte edilen brülörler ile doğrudan ısıtılması. Daldırma ısıtıcılar, dolaylı sistemleri desteklemek için sıklıkla kullanılır.

Saha ziyaretlerinden elde edilen bilgiler aşağıdaki bilgileri ortaya çıkarmıştır:

- yüksek basınçlı sıcak su çalıştırma ve bakımı pahalı olabilir
- basınçsız sıcak su ve ısıl akışkanlar çalıştırmak daha ucuz olabilir
- ısıl akışkan sızıntısı işlem çözeltilerine geri dönülemez hasar verebilir
- sıcak su sistemi sızıntısı, işlem çözeltilerini geri dönüşü olmayacak şekilde seyreltebilir, ancak seyreltme önemli olmaksızın sızıntı düzeltilirse çözelti geri kazanılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Çapraz ortam etkileri
Tüm işlem çözeltileri, ısıtma bobinlerindeki sızıntılarla; yani sulu olmayan ısıl akışkanların (yağların)

kirletmesiyle ya da su sızıntılarının seyreltmesiyle hasar görebilir.

Daldırma ısıtıcıların veya doğrudan ısıtmanın kullanıldığı yerlerde, tanktaki sıvı seviyesinin izlenmesi tavsiye edilir. Tankı bu şekilde ısıtmanın, onu kurutup yangına neden olabildiği bilinmektedir.

Çalışma verileri
Yüksek basınçlı sıcak su sistemleri, uzman bakım gerektirir.
Diğer sistemler, çözeltilerde sızıntıların meydana gelmediğinden emin olmak için işlem çözeltilerinin izlenmesini gerektirir.

Ekonomi
Bir kuruluş, yüksek basınçlı sıcak sudan bir ısıl akışkan kaynatma kazanına geçiş yaparken 96000 Euro'luk bir yatırım için 11 haftalık bir geri ödeme süresi olduğunu belirtti. Bu rakam, değişimden önceki yüksek basınç sisteminin bakımı için son derece yüksek bir harcama döneminin ardından alınan tasarruf kararına dayanır.

Uygulama için itici güç
Tasarruf.

Örnek tesisler
Exhall Plating Ltd, Coventry, İngiltere.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002] [125, İrlanda, 2003, 128, Portekiz, 2003].

4.4.3 İşlem çözeltilerinden kaynaklanan ısıtma kayıplarının azaltılması

İşlem çözeltilerinde ısıtma kayıplarını en aza indirmek normal bir uygulamadır, ancak kullanılan teknikler ısıyı yeniden-kullanma, yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığı ve yerel iklim koşullarına bağlı olabilir.

Bu bölümde yüzey işleme endüstrilerindeki ısıtma kayıpları kısaca açıklanmaktadır. Soğutma üzerine daha fazla bilgi, endüstriyel soğutma sistemleri konusundaki BREF'te mevcuttur.

Açıklama
Isıtılmış işlem sıcaklıkları, otomatik ve/veya kilitlenebilir denetleyici ile el-ile veya otomatik olarak (ısıtılan kazanın boyutuna ve enerji talebine göre) izlenebilir. Bölüm 4.1.3'e göre, kayıt ve karşılaştırma bilgileri ile ısıtma optimize edilebilir.

İşlem sıcaklıklarına bağlı ısıtılmış işlem çözeltilerinin yüzey alanından kaynaklanan enerji kayıpları Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Tablo, en yüksek enerji kaybının çözelti yüzeyinden hava çekimi ve sıvı karıştırma ile oluştuğunu göstermektedir. İşlem çözeltilerinin yüzeyinin üstünde hava çekimi buharlaşmayı ve dolayısıyla enerji kaybını arttırır, bkz. Bölüm 4.3.4. Çekilen ılık havanın hacmini azaltmak ve buharlaşma yoluyla enerji kayıplarını azaltmak için teknikler Bölüm 4.18.3'te açıklanmıştır.

Bir işlem için belirli sıcaklık aralığı olduğunda, sıcaklık, enerji girişini en aza indirmek için kontrol edilebilir:

- ısıtma gerektiren işlem çözeltilerinin çalışma sıcaklığı düşürülebilir,
- soğutma gerektiren işlemler daha yüksek sıcaklıklarda çalıştırılabilir.

Isıtılmış işlem tankları, ısıtma kayıplarını azaltmak için şu şekilde yalıtılabilir:

- çift zırhlı tank kullanma
- ön izolasyonlu tankların kullanılması
- yalıtım uygulanması.

Yüzen küreler, iş parçalarının veya alttaşların erişimini kısıtlamaksızın çözelti yüzeyini yalıtmak için yaygın olarak kullanılır. Bunlar birbirleri arasından, askıların, tankların, bobinlerin veya tek tek

bileşenlerin geçmesine izin verir.

İşlem çözeltileri, enerji üreten işlem adımlarından gelen enerji ile ısıtılabilir. Çeşitli işlem çözeltilerinin soğutma devresinden gelen su, daha düşük sıcaklıktaki çözeltileri, gelen havayı vb. ısıtmak için kullanılabilir. Alternatif olarak, sıcak soğutma suyu bir merkezi tankta toplanır ve uygun bir ısı pompası içinden soğutulur. Enerjideki kazanç, işlem çözeltilerini 65 ° C'ye kadar olan işlem sıcaklıklarında ısıtmak veya başka amaçlar için suyu ısıtmak için kullanılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Enerji tasarrufu.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Çalışma verileri
Yukarıdaki Açıklama'ya bakın.
Çalışma sıcaklık değişimlerini işlemlere göre değiştirirken teknik destek alın.

Uygulanabilirlik
Tüm ısıtılmış çözeltilere uygulanabilir.

Çözeltilerin çalışma sıcaklığının azaltılması, daha düşük veya daha yüksek sıcaklık aralıklarında uygulanabilir çözeltilerin veya işlemlerin geliştirilmesinde şirket-içi uzmanlık veya tescilli işlem tedarikçileri desteğine bağlı olacaktır. Bu işlem çözeltisi kimyası seçiminde de bir faktör olabilir (bkz. Bölüm 4.9).

Birçok çözeltinin dar bir çalışma aralığı vardır ve bunların dışında çalıştırılamaz. İşlem süresi gibi diğer en uygun çalışma faktörleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Anotlamada, harcanan sızdırmazlık çözeltilerinin ısısı, bir ısı eşanjörü veya sıcak sızdırmazlık çözeltisinden içeri giren soğuk su boruları kullanılarak yeni bir sızdırmazlık işlemi için kullanılan suyun ısıtılması için kullanılabilir.

Otomatik hatlarda, yüzer küreler, durulama tanklarına tambur veya bileşenlerle taşınabilir. Küreler boruları tıkayabilir ve pompalar ile taşıma tüpleri için arızalara neden olabilir. Bu, bir dereceye kadar kürelerin büyüklüğünün seçimi, kritik boru tesisatları ve gereç girişlerine basit büyük ızgara kurulmasıyla sınırlanabilir. Küreler, işyerlerinde tankların dışına taşınarak kirlilik sorunlarına neden olabilir. Sistem manuel hatlarda ve otomatik tesislerde kullanılabilir.

Ekonomi
Bütün ısıtılmış çözeltilere uygulanabilir.

Yüzen küreler ucuzdur.

Gelişmiş ısı değişim sistemleri için sermaye yatırımı yüksek olabilir.

Uygulama için itici güç
Maliyet tasarrufu ve süreç kalite kontrolü.

Örnek tesisler
Exhall Plating Ltd, Coventry, Birleşik Krallık; SGI, Plaisir, Fransa, Sikel N.V., Genk, Belçika

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 18, Tempany, 2002, 165, Tempany, 2004] [85, EIPPCB] [124, Almanya, 2003] [118, ESTAL, 2003] [129, İspanya, 2003].

4.4.4 İşlem çözeltilerinin soğutulması

4.4.4.1 Sulu soğutma sistemleri

Açıklama
Tek-kullanımlı soğutma sistemleri, soğutma sisteminden bir kez soğuk su geçirir ve ardından suyu

boşaltır. Su kaynakları Bölüm 4.4.5.1'de açıklanmıştır. Açık soğutma sistemleri, suyu açık bir soğutma kulesi aracılığıyla geri dönüştürür. Kapalı sistemler, birincil sistemdeki devri daim soğutma sıvısını soğutmak için soğutucu gibi ikincil bir sistem kullanır. Bunlar Bölüm 2.12.1.3'te açıklanmıştır ve endüstriyel soğutma sistemleri hakkındaki BREF'de daha fazla bilgi verilmiştir.

Tek-kullanımlı soğutma sistemlerinden gelen su, elde edilen ısıyı kullanmak için, örneğin kurutmadan önceki durulama sırasında yeniden kullanılabilir. Su ayrıca, gerektiğinde arıtma ile ilgili işlemlerde de kullanılabilir, bkz. Bölüm 4.4.5.1. Ayrıca, durulama işlemlerinde kullanılan su boşaltımdan önce soğutma için kullanılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Kapalı soğutma sistemlerinin kullanılması su tasarrufu sağlar.

Çapraz ortam etkileri
Herhangi bir sistemde suyun pompalanmasıyla ilişkili enerji tüketimi ve soğutulmuş sistemler için artan enerji tüketimi olabilir.

Tek-kullanımlı sistemler sınırlı yerel kaynakları tüketebilir, kimyasallar tarafından kirlenmiş olabilir ve ısı içeriği yerel ekosistemler üzerinde etkili olabilir.

Açık soğutma sistemleri, lejyonella enfeksiyonlarının kaynağı olabilir. Uygun tasarım, temizlik, bakım ve su arıtımı birleştirildiğinde lejyonella sayımları en aza indirilebilir, ancak bunların her sistemde tamamen ortadan kaldırılması beklenemez. Bu nedenle, soğutma sistemlerinin konumu ve tasarımı da lejyonella'nın dağılımını ve aktarımını en aza indirmeyi amaçlamalıdır.

Çalışma verileri
Aşağıdakilerin kullanımı iyi bir uygulama değildir:

- Arıtma işlemine gerek duyulmadığında bile atık su arıtma tesisinden atık su boşaltımı yapılması, (korozyon önleyici katkı maddelerinin çıkarılması gibi)
- işlem atık sularını seyreltmek için soğutma suyu kullanılması

Uygulanabilirlik
Kapalı döngü sistemleri yaygın olarak kullanılır. Soğutma sisteminin tipi, su varlığına ve yerel iklim koşullarına bağlı olabilir.

Su kaynaklarına yerel olarak izin verildiği yerlerde, özellikle de suyun kaynağa geri gönderilebildiği yerlerde tek-kullanımlı sistemler kullanılabilir.

Ekonomi
Tek-kullanımlı su sistemleri, sadece su çıkarmak için herhangi bir ücret veya verginin gerekmediği durumları da içeren gelen su maliyetinin çok düşük olduğu yerlerde ekonomik olabilir. Ancak, kuruluşta suyun tekrar çevrime girdiği veya yeniden kullanıldığı durumlarda maliyet ucuz olabilir, bkz. Bölüm 4.4.5.1. Durulama işlemlerinde kullanılan su, boşaltımdan önce soğutma için kullanılabilir, ancak çoğu durumda ve eğer başka su tasarrufu teknikleri de kullanılırsa, bu kaynaklardan soğutma için yeterli miktarda su sağlanamaz.

Uygulama için itici güç
Kapalı sistemler, tek seferlik sistemler için su kullanımında ve açık soğutma sistemleri için ise bakım maliyetlerinde tasarruf sağlayabilir.

Örnek tesisler
Sikel N.V., Genk, Belçika, Exhall Kaplama, Coventry, İngiltere, Industria Galvanica Dalla Torre Ermanno e Figli SpA, Fontane di Villorba, İtalya (ısıtılmış suyun yeniden kullanımı).

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 85, EIPPCB, , 159, TWG, 2004] [121, France, 2003] [159, TWG, 2004](özel iletişim, RIZA and Infomil NL).

4.4.4.2 Buharlaşma

Açıklama
Buharlaşma, işlem çözeltisinden gelen suyu buharlaştırarak teknelerden aşırı enerjiyi uzaklaştırmak ve işlem sıcaklığını istenen seviyede tutmak için yaygın olarak kullanılır. O, hava çalkalama (bkz. Bölüm 4.3.4), buharlaştırma sistemi veya buharlaştırıcı kullanılarak optimize edilebilir ve malzemeleri korumak, boşaltımları en aza indirmek ve malzemeler için döngü kapatılmasına yardımcı olmak için kademeli durulama sistemleri ile kullanılabilir (bkz. Bölüm 2.7.4, 2.7.5, 4.7.11.2, 4.7.11.3 ve 4.16.12).

Elde edilen çevresel faydalar
Buharlaşma, işlem soğutma ile dışa-sürükleme geri kazanımını birleştirir ve genellikle herhangi bir kapalı döngü veya sıfır boşaltım sisteminin bir parçasını oluşturur.

Çapraz ortam etkileri
Daha fazla enerji kullanımı ve/veya dışa-sürükleme geri kazanımı için daha yüksek işlem banyosu sıcaklıkları gerektirebilir.

Yeterli suyu buharlaştırmak için buharlaştırıcıya enerji girişi gerekebilir.

Yoğunlaşmış su yeniden kullanılabilir.

Çalışma verileri
Normalde dışa-sürüklenme geri kazanımını iyileştirmeyi en üst düzeye çıkarmak ve işlem çözeltisi kayıplarını en aza indirmek ve dolayısıyla atık arıtma için ters akımlı durulama ile bütünleşmiş bir sistem olarak çalışır. Yeterli ters akım durulama aşamaları ve/veya buharlaştırıcıda ek ısıtma ile döngüler belirli malzemeler için tamamlanabilir.

Elektrolitik işlemler için, eğer işlem sıcaklığı, elektrolitik enerji girdisini çözelti yüzeyinden doğal buharlaşma yoluyla çıkarmak için gerektiği kadar yüksekse, buharlaştırıcılara daha az güç girişi olur ve maliyet düşüktür (bkz. Ekler 8.5 ve 8.11).

Uygulanabilirlik
Ortam sıcaklıklarında çalışan çözeltilerde kullanılabilir.

Ekonomi
Buharlaşmayla harcanan her bir kWh, işlem kimyasalları içeren dışa-sürüklenme geri kazanımı ve azaltılmış durulama suyu ile dengelenebilen 1,4 litre suya eşdeğerdir. Ek 8.11'e ve örnek olarak maliyet tasarrufu için hesaplamalar ve sahalar konularına bakınız.

Uygulama için itici güç
Doğrudan buharlaşma kullanılıyorsa, o zaman sermaye yatırımı gerekli değildir. Çözelti kurtarma ve minimum boşaltım süreçlerinde kullanım için Bölüm 4.7.11'e bakınız.

Örnek tesisler
Merry Polishing ve Plating, Wednesbury, West Midlands, İngiltere, Frost Electroplating Birmingham, İngiltere, Ek 8.5'teki çoğu tesis buharlaşmayı kullanır ancak K ve L tesisleri (Ek 8.5.8 ve 8.5.9) özellikle buharlaştırıcıları kullanır.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 18, Tempany, 2002, 26, Envirowise, 2003] [104, UBA, 2003]

4.4.5 Su

4.4.5.1 Su kaynağı, arıtma ve geri dönüşüm/yeniden-kullanım

Açıklama
Yerel kaynaklara ve yönetmeliklere bağlı olarak, nehirler veya göller gibi yüzey sularından veya sondaj deliklerinden kaynaklanabilse de, su genellikle belediye arzından gelmektedir. İşlem türleri ve müşteri özellikleri, kullanılan suyun minimum kalite düzeyine sahip olmasını gerektirecektir.

Su ayrıca soğutma, durulama veya atık su arıtmasından sonra tekrar kullanılabilir, bkz. Bölüm 4.7.8.

Suyun, hammaddelerin ve ayrıca atık su arıtmasının tasarrufunu dikkate alan kuruluş için genel bir yaklaşıma sahip olmak, suyun yeniden kullanımı/geri dönüşümü dikkate alındığında önemlidir, bkz. Bölüm 4.7 (özellikle Bölüm 4.7.8, 4.7.11, 4.7.12 ve 4.7.13) ve Bölüm 4.16. Seçenekler arıtma/geri dönüşüm için farklı işlemlerden gelen uyumlu akışların birleştirilmesini içerebilir. Bu, tek sabit yerleşkeli geri kazanım sistemlerinin (örneğin birkaç işlem hattından durulama sularının geri dönüşümü için merkezi ters ozmoz/iyon değişimi) kullanımını içerebilir. Önemli ölçüde artırılmış tesis karışım gereksinimleri olmadıkça, birleşik stratejiler ekonomi büyüklüğüne bağlı olarak daha uygun-maliyetli olabilir. Nokta kaynaklı sistemler daha fazla esneklik, fazlalık ve güvenilirlik sunabilir.

Soğutma, zemin ve tesis temizliği gibi temel kullanımlar için sadece asılı ve/veya (TDS) maddeleri içeriği önemli olabilir ve geri dönüştürülmüş su uygun olabilir; ancak kaynağa bağlı olarak filtreleme gerekebilir. Birçok işlem çözeltisi ve durulama için kalite bakımından içilebilir su kalitesindeki suya filtrasyonla ulaşılabilir. Yüksek kaliteli iş veya işlem ve ürün kalitesini iyileştirmek amacıyla, TDS'yi demineralize veya deiyonize su kalitesine düşürmek için su kaynakları arıtma gerektirecektir:

- dekoratif yüzeyler veya baskılı devre kartları gibi, kurutmadan kalan TDS'den kaynaklı boyanın kritik olduğu yerlerde veya
- anotlama tavlama gibi işlemlerde etkilenme (karışma) olan yerlerde

Gelen sudaki TDS'yi azaltmak için arıtıldığı yerlerde, durulama suyunun işlenmesi sırasında ilave edilen çözünmüş tuzların miktarı, gelen sudaki miktardan daha az olabileceğinden, atık durulama sularının arıtılması ve geri dönüştürülmesi daha etkili olabilir.

İşlem seçenekleri arasında şunlar bulunur (bkz. Bölüm 2.7):

- filtreleme
- deiyonizasyon/demineralizasyon
- ultrafiltreleme
- ters osmoz.

Bu işlemlerin kalıntıları, tutulan katıları ve yenilemeden (deiyonizasyon/demineralizasyon) kaynaklanan herhangi bir tuzlu çözeltiyi içerecektir. Kalıntılar, yerel çevresel faktörlere göre, tesisin arıtma birimine boşaltılabilir veya doğrudan kanalizasyona verilebilirler.

Elde edilen çevresel faydalar
Su tasarrufu, suyun geri dönüşümü veya yeniden kullanılması.

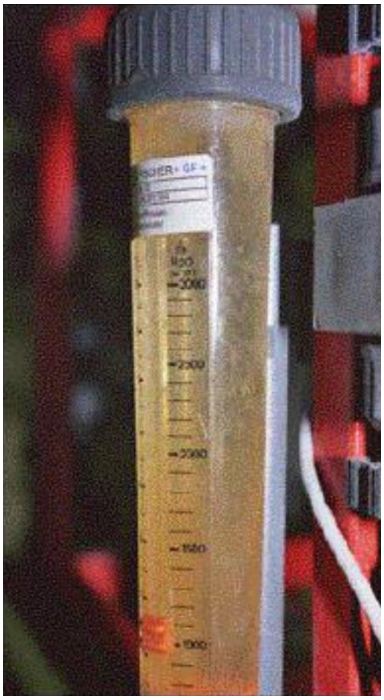
Çapraz ortam etkileri
Atık sularda artmış çözünmüş tuzlar, ters ozmoz, deiyonizasyon,
Kimyasalların deiyonizasyonda kullanımı.

Örnek tesisler
Ek 8.5'deki Alman tesislerine bakınız; BGT, Eindhoven, NL.

Kaynak literatür
[166, RIZA, 2004]

4.4.5.2 Su kullanım denetimi

Açıklama
Kaynak maliyetlerinden bağımsız olarak tüm su girişlerini fiili olarak kaydetmek, kullanım denetimini (dahili olarak tedarik edilen sarf malzemeleri de dahil olmak üzere, bkz. Bölüm 4.4.5.1) sağlar. Bu, tesisteki tüm kullanım noktalarının ölçülmesiyle elde edilir: durulamada, çözelti doldurmada, hatta tuvalet gibi alanlarda bile. Bu, uygun düzeltici eylem için yüksek su kullanım alanlarını tanımlar.



Şekil 4.3 Akı kilit vanası örneği (Menoni SA, Fransa ve Agence de l'eau Seine-Normandie)

Kullanım, aylık, günlük, saatlik, vb. gibi belirli bir temelde tür ve son-kullanım alanına göre izlenebilmektedir. Girdiler, yüzey alanı veya tonaj verimi, varil sayısı, işlem maliyetleri, vb. gibi diğer üretim ölçülerine (bkz. Bölüm 4.1.3.1) göre de karşılaştırılabilir ve optimize edilebilir. Tüketimin dış ve/veya iç kriterlerden daha yüksek olduğu görülürse, nedenleri incelemek için alanlara müdahale edilebilir.

Optimum su kullanımı sağlandığında, akış, bir yetkili kişi tarafından kontrol edilen çeşitli önlemler ile optimum kullanım oranı seviyesinde korunabilir; bunlar:

- akış vanaları - kilit vanası kullanmak iyi bir uygulamadır
- iletkenlik, pH, sıcaklık veya diğer işlem denetim ölçümleri - bu otomatik olabilir ve statik dolum/boşaltım sistemlerini manuel veya otomatik olarak control etmek için de kullanılabilir (bkz. Bölüm 4.7).

Elde edilen çevresel faydalar
Bir örnekte su tüketimi, yaklaşık 70 su sayacının (genellikle 20-30 mm) kurulmasıyla yılda 263636 m^3'ten 31818 m^3'e düşürülerek yedi yıl boyunca yaklaşık %83 oranında azaltılmıştır. Diğer tesisler, önemli tasarrufların yapılabildiğini teyit etmektedir.

Çapraz ortam etkileri
Hiçbiri rapor edilmedi.

Çalışma verileri
En iyi kullanım hızına ayarlanan kilitli akı valfleri ve taşıma çubuğu başına su kullanımı ya da işlenen metrekare başına diğer izleme verileri ile birlikte kullanıldığında maksimum etki elde edilir.

Uygulanabilirlik
Tüm tesislere uygulanabilir.

Ekonomi
Sürekli yenilenebilir kaynaklardan doğrudan ham su elde edebilen tesisler, yatırım için finansal bir geri ödeme yapamayabilirler. Azaltılmış su tüketiminin, boşaltılan su hacminin azalması anlamına geldiğini ve bunun belediye veya üçüncü taraf su arıtma tesislerine boşaltılması daha düşük maliyetli olabileceğini unutmayın.

Uygulama için itici güç
Su maliyetlerinin önemli olduğu yerde hızlı geri ödeme süresi.

Örnek tesisler
Exhall Plating Ltd., Coventry, UK; Frost Electroplating Ltd., Birmingham, İngiltere.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002]

4.4.5.3 Geri-dönüştürülmüş su kullanarak yapılan durulama aşamaları

Açıklama
Teknik, bütünleşmiş işlem sisteminin (Lancy sistemi olarak bilinir) bir uzantısı olarak kabul edilebilir. Bir durulama aşamasından gelen su, bir başka durulama aşamasında yeniden kullanılır; burada, birinci aşamada elde edilen kimyasal veya fiziksel özellikler aynı kalıp, herhangi bir ek işlem gerektirmeksizin, ikinci aşamada kullanılabilir.

Örnek olarak, bir nikel elektro kaplama tesisinde nikel kaplama işleminden sonra durulama safhasından gelen su, ardışık olarak birçok durulama safhasında tekrar kullanılabilir, bunlar sırasıyla:

1. : soğuk elektrolitik yağ giderme işleminden sonra
2. : asitleme sonrasında
3. : ısıtılmış kimyasal ön-yağ giderme sonrası

Elde edilen çevresel faydalar
Su tüketiminin %40'a kadar azaltılması.
Durulama aşamalarından sonra suyun pH'ını ayarlamak için kullanılan kimyasalların azaltılması.
Arıtma tesisine yönlendirilmeden önce suyu nötralize etmek için kullanılan kimyasalların azaltılması.

Çalışma verileri
Teknik sadece siyanür içermeyen süreçler için geçerlidir. Uygun bir boru ve pompa ağının döşenmesini gerektirir.

Uygulanabilirlik
Teknik, yeni tesislere uygulanabilir. Yerel koşullara bağlı olarak mevcut tesislere uygulanabilir.

Ekonomi
Veri yok

Uygulama için itici güçler
Su ve kimyasal tasarrufu

Örnek tesisler
Coletto Danilo Srl, Padova, Italy. Industria Galvanica Dalla Torre Ermanno e Figli SpA, Fontane di Villorba, Italy.

Kaynak literatür
Lancy Laboratories Inc., Zelienople, Pa (US) quoted in Bertorelle E. (1974) – Trattato di Galvanotecnica. 4th Edition, Vol. II, Hoepli Ed. Milano, pp. 693 - 697.

4.5 İçe-sürüklenmenin azaltılması

Açıklama
Bir önceki işlemden sonra yetersiz durulama varsa, içe-sürüklenme bir işlem çözeltisini kirletebilir. Temiz durulama suyunun içe-sürüklenmesi, bir işlem çözeltisini önemli ölçüde seyreltebilir. Bobin, levha gibi alttaşlar için hava bıçakları veya silecek silindirleri kullanarak mümkün olduğu kadar durulama suyu giderilerek veya bir eko-durulama kullanarak (veya ön-daldırma, bkz. Bölüm 4.7.4) içe-sürüklenme en aza indirilebilir. Etkileri de uyumlu kimyasal sistemler kullanılarak en aza indirilebilir, bkz. Bölüm 4.6.2.

Elde edilen çevresel faydalar
İşlem çözeltilerinin ömrünü uzatır.

Çapraz ortam etkileri
Hava bıçakları veya üfleyiciler havaya tanecik saçabilir.

Çalışma verileri
Açıklama ve Bölüm 4.7.4'e bakınız.

Uygulanabilirlik
Eko-durulama her durumda kullanılamaz, bkz. Bölüm 4.7.4.

Ekonomi
Genel ekonomi, bkz. Bölüm 4.7.1

Uygulama için itici güç
İşlem çözeltisinin ömrünü uzatma, işlem kalitesini artırma ve kimyasal maddelerde malzeme maliyetlerini azaltma.

Kaynak literatür
[159, TWG, 2004, 165, Tempany, 2004]

4.6 Dışa-sürüklenmenin azaltılması

4.6.1 Ön açıklama

Dışa-sürüklenme Bölüm 2.4'te açıklanmıştır.

Dışa-sürüklenmenin azaltılması, aşağıdakiler için etkili bir birincil önlemdir:

- durulamada kimyasal madde kayıplarını en aza indirilmesi
- gereken durulama miktarını azaltılması
- hammadde maliyetlerini düşürülmesi
- sonraki işlemlerde kalite ve bakım sorunlarının azaltılması
- durulama suları ile ilgili çevresel sorunların azaltılması.

Bu bölümde dışa-sürüklenmeden kaynaklanan kimyasal kayıpları azaltma teknikleri özetlenmiştir. Bunlar ayrıca, bobin kaplama, PCB'ler, vb. diğer özel işlem bölümlerine de uygulanabilir

Ancak, dışa-sürüklenmenin ortadan kaldırılması imkansızdır.

Dışa-sürüklenme çok çeşitli parametrelere bağlıdır ve bu kilit adımın çevre üzerindeki birçok etkisinin azaltılması ve bu işleme ancak ilgili tüm personelin yakın işbirliği ile ulaşılabilir. Bu nedenle, durumu iyileştirmek için çalışan personelin birçok parametrenin karmaşık ilişkilerini kapsamlı biçimde anlaması gerekir. Bakınız, çevre yönetim sistemlerinde eğitim için Bölüm 4.1.1 gibi bölümler.

4.6.2 Uygun kimyasalların kullanımı

Açıklama
Uygun kimyasalların kullanımı (örneğin asit bazlı bir kaplama işleminden önce yüzeyin asitlenmesi veya aktive edilmesinde aynı asidin kullanılması), kimyasal dışa-sürüklenmenin sonraki işleme olan sonuçlarını azaltmaktadır.

Elde edilen çevresel faydalar
Bir sonraki işlemde kullanılan kimyasal kayıplarını en aza indirir.
Ara durulamada su kullanımını en aza indirir.

Çapraz ortam etkileri
ilk aşamada kimyasal taşkınları toplama ihtiyacını arttırabilir, aksi halde bunların ters-akışlı durulama gibi işlemlerden geri kazanılması gerekir (bkz. Bölüm 4.7).

Çalışma verileri
Sonraki çözeltide bakım gereksinimlerini artırabilir, örn. çözünmüş kirletici metallerin uzaklaştırılması.
Durulama adımlarını kaldırarak/azaltarak bir işlem hattında gerekli aşama sayısını azaltır.

Uygulanabilirlik
Her tür işlem için uygulanabilir, ancak uygun kimyaya sahip işlemlerin kullanılabildiği yerler ile sınırlıdır.

Ekonomi
Kimyasal sistemlerin seçimine bağlı olarak düşük maliyet.

Uygulama için itici güç
Tasarruf.

Kaynak literatür
[CETS, 2002 # 3; [104, UBA, 2003].

4.6.3 Dışa-sürüklenmenin azaltılması – askı (raf) işleme

Açıklama
İş parçalarının en büyük yüzeylerini askılarda (rafta) dikey konumda tutmak yapışkan çözeltinin iş parçalarının alt kenarına kadar inmesine izin verir.

Eşyaların daha uzun boyutları normal olarak yatay bir şekilde düzenlenir ve/veya yapışkan çözeltinin aşağı akması ve süzülmenin iyileştirilmesi için hafifçe eğimlidir.

Tüm eşyaların alt kenarı, damlacıkların tutulmasını ve işlem tankının üzerine damlamasını kolaylaştırmak için eğilebilir.

İşlem çözeltisinden çıkarıldığında, büyük damlacıkların daha hızlı oluşabilmesi ve askıya alınmış ürünlerin en alt noktasından aşağı damlamasını sağlayabilecek şekilde askılar eğilebilir.
İşlem tankının üzerinde, parçalarda yapışan sıvının toplanarak damla oluşturup damlaması için yeterli süzülme süresine izin verin.

Askıların işlem çözeltisinden yavaşça çekilmesiyle, dışa-sürüklenme hacmi önemli ölçüde azaltılabilir. Bu nedenle, yavaş çekme ve işlem tankının üzerinde yeterli bir süzülme süresi, dışa- sürüklenmeyi önemli ölçüde azaltabilir. Aşağıdaki Tablo 4.2'de verilen çekme ve durma süreleri, bazı özel süreçler için geçerlidir ve sadece gösterge olarak verilmiştir. Zamanlar belirli işlemlere göre değişir.

Tas-şeklindeki girintilerden normalde mümkün olduğunca kaçınılır ve bu şekilli bileşenler, askı üzerinde tas tarafı aşağı doğru eğilir, böylece işlem çözeltisinin durulama suyuna taşınması engellenebilir.

Bazı durumlarda, yüksek dışa-sürüklenmeyi tutma özelliğine sahip bileşenler için müşterilerle konuşularak tas şeklindeki bileşenlerin sızma delikleriyle üretilebilmesi gibi düzenlemeler yapılabilir.

İşlem çözeltisinin, askı üstünde daha aşağıya yerleştirilmiş diğer ürünlere damlaması, normal olarak işlem parçalarının uygun şekilde konumlandırılmasıyla ele alınmaktadır.

Askıların altına otomatik veya manuel olarak yerleştirilen boşaltma tavaları, herhangi bir damlacığı toplar ve sonraki tankların ve çözeltilerin kirlenmesini önler (hemen bitişik teknelerin kullanılmadığı yerlerde). Rafların bir tanka hızlı bir şekilde aktarılması da bunu en aza indirir.

Askılar tarafından dışa-sürüklenme, yapışan çözeltinin kolayca süzülmediği yatay yüzeylerden kaçınmak için destekleyici kolların eğilmesiyle azaltılabilir.

Tablo 4.2. Askılar için çıkarma ve durma süreleri

İşlem	Minimum çıkarma süresi (Saniye)	Minimum durma süresi (Saniye)
Kaplama	10	10
Temizleme/asitleme	8	7
Pasivasyon	10	10
Mühürler/laklar	10	5

Normal bir inceleme ve bakım görevi, düzgün yüzeylerden emin olmak için askıların yalıtım kaplamasının kontrol edilmesidir; hasarlı yalıtımda çözeltiyi yakalayacak ve tutacak çatlak veya yarık bulunmamalıdır. Askıları hatalı yalıtım açısından düzenli olarak kontrol etmek iyi bir uygulamadır, böylece değiştirme veya onarım için tespit edilebilirler.

Askı yalıtım kaplamaları, dışa-sürüklenmenin boşaltılmasına yardımcı olmak için normalde hidrofobiktir.

Askılara su püskürtülebilir veya durulanabilir veya sürüklenen çözeltiyi gidermek için hava ile üflenebilir (bkz. Bölüm 4.6.6).

Elde edilen çevresel faydalar
Bu, durulama yoluyla çözülebilir kimyasalların işlem teknelerinden çevreye olan kaybını azaltmada önemli bir adımdır.

Çapraz ortam etkileri
Hiçbiri rapor edilmedi.

Çalışma verileri
Yüzey reaksiyonunun hızlı bir şekilde durması gerektiğinde, bu genellikle yüzeyde kalan işlem çözeltisinin hızlı bir şekilde seyreltilmesiyle elde edilir, özellikle şunlar için:

- altı değerlikli krom pasivasyonu
- alüminyum, magnezyum ve alaşımlarının gravürü, parlatılması ve yalıtımı
- zinkat daldırma
- asitleme
- plastiği aktifleştirmek için ön daldırma
- krom kaplamadan önce aktifleştirme
- alkali çinkodan sonra renkli aydınlatma.

Bazı işlemlerde süzülme süresi işlenen yüzeyin kalitesini etkileyebilir; şöyle ki gecikme nikel kaplama ve ardından krom kaplama gibi işlemler arasında yüzeyde hasara yada aktifleştirmenin durmasına neden olur.

Hava üfleme veya püskürtme ile ilgili problemler için, bkz. Bölüm 4.6.6.

Sürüklenen hacim:

$$W = 0.02A \cdot \sqrt{\frac{a \cdot p}{t \cdot d}}$$

Burada:

W cm^3'de çekilen hacimdir.
A, cm^2 cinsinden nesnenin yüzey alanıdır.
a, cm cinsinden nesnenin dikey uzunluğudur.
p, Poise cinsinden işlem çözeltisinin dinamik viskozitesidir (1 Poise = 0.1 Pascal saniye)
t, saniye cinsinden çekilme süresi
d, işlem çözeltisinin yoğunluğudur.

Ürünlerin yüzey pürüzlülüğünün, dışa-sürüklenme hacminde bir etkisi olmadığı bulunmuştur.

Gerçek dışa-sürüklenme ölçümleri kimyasal olarak veya hacimdeki artış ölçülerek

belirlenebilir. Bu tür verilerin yokluğunda, aşağıdaki tipik veriler raflı kaplama için kullanılabilir:

- düz yüzeyler 0,1 l/m^2
- Kontürlü yüzeyler 0,2 l/m^2
- Yukarıdaki denklem daha düz şekiller içindir. Tas şekil için tipik bir değer 1 l/m^2'dir.

Uygulanabilirlik
Tüm askı(raf) tesisleri.

Ekonomi
Bütün bu önlemler herhangi bir askı tesisinin faaliyetine dahil edilebilir. Askılar nispeten kısa bir çalışma ömrüne sahiptir, sermaye yoğun değildir ve tasarım zaman içinde geliştirilebilir ve uygulanabilir. İş parçalarının askı üzerindeki doğru konumlandırılması genellikle personel eğitimi tarafından sağlanır.

Süzme ve durma süresi gibi diğer önlemler, kullanılan taşıyıcı kontrol birimlerine bağlı olacaktır.

Süzme için artan süre, üretim ve makine kapasitesini azaltabilir.

Uygulama için itici güç
Kimyasal kullanımda maliyet tasarrufu ve atık su arıtma maliyetlerinde azalma.

Kaynak literatür
K. G. Soderberg (Proceedings of the American Electroplaters' Society 24 (1936) pp. 233 - 249), [3, CETS, 2002] [118, ESTAL, 2003] (personal communications, TWG members) [113, Austria, 2003]. [104, UBA, 2003]

4.6.4 Tambur işleminde dışa-sürükleme azaltılması

Açıklama
Tamburun plastik malzemesi normal olarak düzgün bir yüzeye sahiptir ve aşınmış alanlar ve deliklerin etrafında girintilerin veya çıkıntıların oluşumu için incelenir.

Panellerdeki deliklerin oyukları, genellikle, kılcal etkilerin en aza indirilmesi için yeterli bir kesit-alana sahiptir ve silindir panellerinin kalınlığı, mekanik mukavemet gereksinimlerini karşılamak için yeterince kalındır.

Tamburun delikli kısmının toplam oranı, dışa-sürüklenmenin işlem tankına kolayca geri çekilmesine izin verecek biçimde mümkün olduğunca yüksektir. Bu aynı zamanda daha kolay çözelti erişimini sağlayıp voltaj düşüşünü azaltarak, bütün kaplama işleminin verimliliğini artırır.

Dışa-sürüklenmenin daha da azaltılması, boşaltma sırasında işlem tankının üstündeki tamburun aralıklı olarak döndürülmesi ile elde edilebilir (yaklaşık 90 derece dönme, en az 10 saniye boyunca durma, bir sonraki aralıklı dönme sırası vb.).

Dökülen sıvının toplanıp dönen tamburun üstünden akmasını sağlamak için tamburlara boşaltma çıkıntılarının uygulanmasıyla daha da fazla dışa-sürüklenmenin azaltılması sağlanabilir.

Dışa-sürüklenme, banyo üzerinde süzülürken fazla çözeltiyi tamburlardan dışarı üfleyerek de önemli ölçüde azaltılabilir. Sıcak banyolarda, tamburlar suyla veya püskürtmeyle yıkanabilir (bkz. Bölüm 4.6.6), ancak tamburlar için serpme işlemi daha etkilidir: serpme tamburun içine boru döşenen yerde olur ve durulama suyunun tamburun içinden ve iş parçalarının arasından akmasını sağlar.

Bir tamburda, iş parçaları genellikle ana yüzeylere yatay olarak uzanır. Daha iyi tahliye elde etmek için, tamburların tanklardan eğimli olarak kaldırılması düşünülebilir. Süspansiyon ve kaldırma sistemleri bu ihtiyaca göre uyarlanabilir. Bununla birlikte, geleneksel sistemlerde

bunu başarmak zordur.

Tamburların silindirik gövdesindeki deliklerin uzunluğunu azaltan ızgara kapatıcıların delik yerine uygulanmasının başarılı olduğu kanıtlanmıştır. Dışa-sürüklenme azaltılabilir ve deliklerdeki voltaj düşüşü etkili bir şekilde azaltılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu, durulama yoluyla işlem teknelerinden çevreye çözünebilen kimyasalların kaybını azaltmada önemli bir adımdır.

Çapraz ortam etkileri
Tamburu hava veya su püskürtücü ile üflerken, çıkarılan çözeltilerin aşağıdaki banyoya düşmesini ve havadaki damlacıkları veya parçacıkları en aza indirmesini sağlamak için dikkatli olunmalıdır. Çıkarılan çözeltiler işyeri atmosferinde, dış ortamda zararlı olabilir ve diğer süreçleri kirletebilirler (bkz. Bölüm 4.6.6).

Çalışma verileri
Yüzey tepkimesinin hızlı bir şekilde durdurulmasının gerekli olduğu askı kaplamada olduğu gibi durumlarda, bu genellikle kalan işlem çözeltisinin yüzeyden hızlı seyreltilmesi ile elde edilir. Bazı süreçlerde aşırı süzme süresi, işlem yapılan yüzeyin kalitesini etkileyebilir, bkz. Bölüm 2.5 ve 4.6.3.

Dışarı sürüklenen sıvı hacmini en aza indirmek için, tambur sıvıdan yavaşça çekilir ve dışa-sürüklenme işleminin daha sonra Tablo 4.3'te açıklandığı gibi yeterli bir boşaltma süresi ile daha verimli olması sağlanabilir.

Tablo 4.3 Tamburlarda çıkarma ve durma süreleri (CETS İtalya, Assogalvanica).

İşlem		Minimum süre		
	Delikler (mm)	Çıkarma (saniye)	Ara (saniye)	Durgun zaman (bkz. Not*)
Kaplama	2	5	24	3 x 6
	3	5	20	3 x 6
	4	5	16	2 x 6
	>6	5	12	2 x 6
Temizleme/asitleme	2	5	24	3 x 6
	3	5	20	3 x 6
	4	5	16	2 x 6
	>6	5	12	2 x 6
Pasifleştirme	2	5	16	1 x 6
	3	5	12	1 x 6
	4	5	8	1 x 6
	>6	5	4	1 x 6
Mühürleme	2	5	24	3 x 6
	3	5	20	3 x 6
	4	5	16	2 x 6
	>6	5	12	2 x 6
Not *: Tambur, 6 saniyelik bir bekleme süresi ile bir, iki veya üç kez 90 ° döndürülebilir.				

Gerçek dışa-sürüklenme ölçümleri, ilk durulamadaki kimyasal konsantrasyondaki artışın

ölçülmesi veya hacim artışının ölçülmesiyle belirlenebilir.

Çinko tambur kaplama verileri Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'de verilmiştir:

Tablo 4.4 Dışa-sürüklenmeli tutma, 8 mm delikli tambur çapı 380 mm

	760 mm tambur genişliği	1200 mm tambur genişliği
Düz ve konturlu	2 – 4 l/tambur	3 – 5 l/tambur
Tas (oyuk) şekilli	3 – 6 l/tambur	4 – 8 l/tambur

Tablo 4.5 Dışa-sürüklenmeli tutma, 2 mm delikli tambur çapı 380 mm

	760 mm tambur genişliği	1200 mm tambur genişliği
Düz ve konturlu yüzeyler	2 – 4 l/tambur	3 – 5 l/tambur
Tas şekilli	3 – 6 l/tambur	4 – 8 l/tambur

Krom pasifleştirme gibi bazı süreçlerde, aşırı süzme süresi, işlenen yüzey kalitesini etkileyebilir, bkz. Bölüm 2.5. Yüzey tepkimesinin hızlı bir şekilde durdurulması gerektiği yerlerde, bu genellikle yüzey üzerinde kalan işlem çözeltisinin hızlı seyreltilmesi ile elde edilir.

Uygulanabilirlik
Tüm tambur süreçi işlemleri.

Ekonomi
Bu ölçümlerin çoğu herhangi bir tamburlu işlem tesisinin faaliyetine dahil edilebilir. Tamburların sınırlı bir kullanım ömrü vardır, bakım gerektirir, sermaye yoğun değildir ve tasarım aşamalı olarak geliştirilebilir ve uygulanabilir.

Çıkarma ve durma süresi gibi diğer önlemler, kullanılan taşıyıcı denetim birimine bağlı olacaktır.

Süzme süresinin uzatılması, üretim ve makine kapasitesini azaltabilir.

Uygulama için itici güç
Kimyasallarda ve yağ giderme amaçlı diğer girdilerde tasarruf. Üretilen atıklarda azalma.

Örnek tesisler
Exhall Plating, Ltd, Coventry, İngiltere.
Collini GmbH, Avusturya.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002],[113, Austria, 2003], [104, UBA, 2003] [165, Tempany, 2004](kişisel iletişim, Martin Peter, GmbH, Collini GmbH)

4.6.5 İşlem çözeltisi özellikleri – dışa-sürüklenmeye etkisi

Açıklama
Dışa-sürüklenme ayrıca işlem çözeltilerinin özelliklerine de bağlıdır.

Dışa-sürüklenme, normal olarak çözeltinin akışkanlığını artıran işlem çözeltisi sıcaklığının yükseltilmesiyle azaltılabilir.

İşlem çözeltilerinin derişimlerinin düşürülmesi, dışa-sürüklenen çözelti içerisindeki malzeme miktarının düşürülmesinin yanı sıra normal iyonik çözeltilerin yüzey gerilimini ve akışkanlığını da azaltarak, dışa-sürüklenmeyi etkili bir şekilde azaltacaktır.

Islatma maddelerinin işlem çözeltisine eklenmesi, yüzey gerilimini azaltarak sürtünmeyi azaltır.

Aşırı yüksek derişimlerden kaçınmak için, işlem çözeltisi bileşiminin sabit kalması yenileme ve bakım sırasında denetlenebilir. Bu ve uygun süreç çözeltilerinin seçimi, dışa-sürüklenmenin azaltılmasında önemli bir adımdır.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu, durulama yoluyla çözülebilir kimyasalların işlem teknelerinden çevreye olan kaybını azaltmada önemli bir adımdır

Çapraz ortam etkileri
Süreç çözeltilerinin sıcaklığının artırılması fazladan enerji kullanır.
Islatma maddeleri eklenmesi kullanılan kimyasal madde miktarını artırır.

Çalışma verileri
Çözeltilerde kimyasal madde derişimlerinin belirtilen seviyelerin altına inmesi, şirket içi veya tedarikçilerinden teknik uzmanlığa ihtiyaç duyacaktır.

İşlem çözeltilerinin sabit bileşimlerinin sağlanması, SPC'nin bir parçasıdır, bkz. Bölüm 4.8.1. Sıcaklığa duyarlı parlaklaştırıcılar, artan sıcaklıklardan etkilenebilir.

Uygulanabilirlik
Tüm işlem çözeltileri

Uygulama için itici güç
Gelişmiş süreç denetimi ve maliyetleri.

Kaynak literatür
[CETS, 2002 #3; UBA, 2003 #104, [124, Germany, 2003]

4.6.6 Dışa-sürüklenme süzülmesinden durulamaya geçiş

Açıklama
Dışa-sürüklenmeyi en aza indirme ve aşağıdaki durulama adımları arasında yakın bir bağlantı vardır. Tambur kaplamada, işlem tankının üzerinde kalan dışa-sürüklenmenin önemli bir kısmının emilmesi ya da havayla üflenmesi, işlem çözeltileri kayıplarını azaltmak için başarılı bir önlemdir.

Düzgün enine kesit iş parçaları veya alttaşlar için yüksek dışa-sürüklenme azaltılması konusunda önemli bir ölçü, sıkma veya silecek silindirleridir. Bobin işlemede kullanılırlar, bakınız Bölüm 4.14.5 ve PCB üretimi için ise bölüm 4.15.2'ye bakınız.

Askılar (raflar) veya tamburların ısıtılmış bir çözelti deposundan çıkarılması durumunda, işlem tankının üzerinde iken bir sis duşu ile kurutulması iyi bir uygulamadır. Bu, dışa-sürüklenme kaybında bir azalma sağlar ve kullanılan su buharlaşmayla kaybedilen su için telafi olur. Bu işlem, birinci statik durulamadan işlem çözeltisine geri dönen suyun bulunduğu bir ön durulama ile birleştirilebilir. Malzemedeki oyuklara yapışmış yada biriken çözeltiyi çıkarmak için, işlem tankının üstünde ve boş bir tankta sırasıyla kombine su ve hava duşları kullanılabilir.

Her tankın çıkış ucunda eğimli plastik malzemeden yapılmış tahliye panoları sağlanabilir. Aslında, bunlar iş parçalarının süzdürülmesi süresini uzatır ve damlacıkların olabildiğince fazlasını asıl tanka geri gönderir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu, durulama yoluyla çözülebilir kimyasalların işlem teknelerinden çevreye olan kaybını azaltmada önemli bir adımdır.

Çapraz ortam etkileri
Çalışma parçalarının dışa-sürüklenmesi için hava basınçlı enerji kullanımı.
Üfleme veya püskürtme işlemi, banyo çözeltilerinin aerosollerini işyerine ve çekerocak sistemlerinden çevreye dağıtabilir. Diğer işlemler kirlenebilir.

Çalışma verileri
Askılar veya tamburların üflenmesi ya da püskürtülmesi zor bir uygulamadır ve teknik olarak detaylandırılabilir.

Uygulanabilirlik
Tüm askı ve tambur tesisleri için.

Ekonomi
Enerji tüketimindeki ve pompalamadaki maliyetler, kimyasal ve atık su arıtımındaki tasarruf ile dengelenebilir.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [113, Austria, 2003].

4.7 Durulama teknikleri ve dışa-sürüklenme geri kazanımı

4.7.1 Giriş

Bu bölüm, dışa-sürüklenmeyi ve içe-sürüklenmeyi kontrol etme nedenlerini vurgulayan yukarıdaki Bölüm 4.6 ile bağlantılı olarak ele alınmalıdır. Bu bölüm iki bağlantılı amaç için teknikleri tartışır [3, CETS, 2002]:

- farklı yollarla dışa-sürüklenmenin nasıl azaltılabileceği
- durulama suyunun tüketiminin nasıl azaltılabileceği.

Bölüm 2.4, parçanın görünüşünün kimyasal kirlenme veya kurumuş tuzlarla bozulmasını ve/veya çapraz kirlenmeyi azaltmak için durulama ihtiyacını tarif etmektedir.

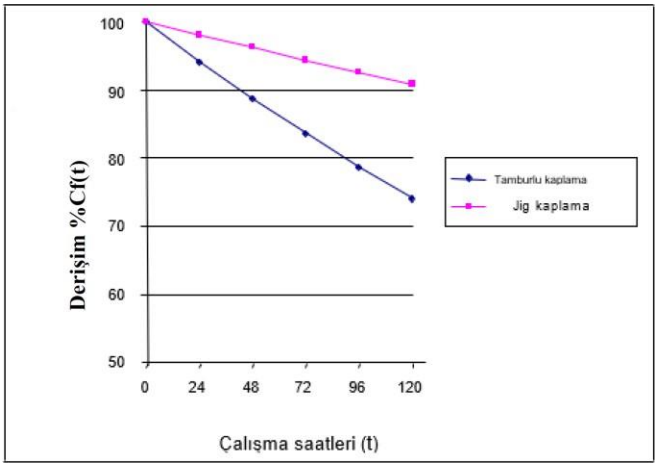
Önerilen bazı durulama oranları Tablo 4.6'da verilmiştir:

Tablo 4.6 Önerilen bazı durulama oranları [29, EA, 2001-3]

İşlem		Oran
Alkali temizleyici ardı durulama		2000
Asitleme ardı durulama	Siyanür işlemi önü	5000
	Siyanürsüz süreç önü	2000
Kaplama ardı durulama	Kadmiyum, gümüş, çinko (alkalin)	2000
	Çinko (asit)	3000
	Elektrolitik nikel	5000
	Otokatalitik nikel	10000
	krom VI	15000
Pasifleştirme ardı durulama		5000

İşlem çözeltisinin dışa-sürüklenmesi ve durulama suyunun içe-sürüklenmesi, işlem çözeltilerinde sürekli seyreltme ve kimyasal derişiminin düşmesine yol açar. Bu, Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Not: Çok az çalışma verisi elde edildiğinden teorik formüller kullanılmıştır.
Bu bölümde adı geçen tüm formüller, pratik deneyim ile uyuşmayan kesin teorik sonuçlar vermektedir. Bu, farklı iş yükleri için değişen miktarlarda dışa-sürüklenme, işlenmiş bileşenlerin farklı şekillerine bağlı olarak farklı durulama verimleri veya işlem çözeltilerindeki ıslatıcı maddelerin değişen derişimleri gibi basit parametrelerden kaynaklanır (ancak bunlarla sınırlı değildir).



Şekil 4.4 Durulama suyunun içe-sürüklenmesinden ve işlem çözeltisinin dışa-sürüklenmesinden dolayı yenilenmeyen işlem çözeltisinde kimyasal derişim azalması.

Not: C = f (t), zaman (t) işlevinde süreç çözeltisinin derişimidir.

İşlem çözeltisinde kalan derişim hesaplanabilir:

$$C_{0n} = C_0\{V/(V+D)\}^n$$

C_{0n} = n defa iş yükünden sonra işlem çözeltisindeki kimyasal madde derişimi
C_0 = işlem başlangıcında işlem çözeltisindeki kimyasal madde derişimi
V = işlem çözeltisinin hacmi
D = İş yüküne göre içe-sürükleme/dışa-sürükleme miktarı (varil veya taşıma çubuğu)
n = gerçekleşen işlem sayısı.

Şekil 4.4 için Kaynak veriler:

Tambur kaplama:

- iş hacmi: saatte 10 tambur
- içeri/dışa-sürüklenme: tambur başına 1.5 litre, saatte 15 litre
- işlem çözeltisi: orta siyanürlü çinko
- toplam hacim: 6 m³
- işlem sıcaklığı: ortam.

Askı kaplama:

- iş hacmi: saatte 15 taşıma çubuğu (kaplama yapılacak yüzey alanı 25 m²)
- sürükleme/bırakma: taşıma çubuğu başına 0,4 litre, saatte 6 litre
- süreç çözeltisi: parlak nikel, hava çalkalamalı
- toplam hacim: 7,5 m³
- işlem sıcaklığı: 60 ° C.

Genel çapraz ortam ve çalışma etkileri

Dışa-sürüklenme, işlem çözeltisinin yenilenmesi için bir araç olarak kullanılabilir, çünkü parlaklaştırıcılar ve diğer organik katkı maddelerinden gelen kirletici ürünlerin işlemleri-bozan kalıntılarını sürekli olarak ortadan kaldırır. Bu, değerli bozunmamış bileşenlerin eşzamanlı kaybının önemini azaltır. Ancak dışa-sürüklenme azaltımı ve geri kazanım tekniklerinin kullanılması, kirletici maddeleri kullanıldığı-yerde azaltmak veya uzaklaştırmak için uygun şekilde tasarlanmış tekniklere olan ihtiyacı artıracaktır, bkz. Bölüm 4.11.

Genel ekonomi

Malzemelerin geri kazanımı ve su kullanımının azaltılması ekonomisine karşı, durulama aşamasında durulama tanklarının sayısının artması, tesisin iyileştirilmesi vb. maliyetler belirli

tesis verileri ile bu bölümdeki veriler kullanılarak hesaplanabilir. Tesis optimizasyonu yazılım araçları kullanılarak da hesaplanabilir, bkz. Bölüm 4.1.4. Ek 8.11, temizlikten, asitlemeden, elektrotemizlikten, kaplamadan ve zorla buharlaşmanın yanı sıra pasifleştirmeden sonra durulama örneklerini göstermektedir.

4.7.2 Dışa-sürükleneni kurtarma için gerekli olan buharlaştırma

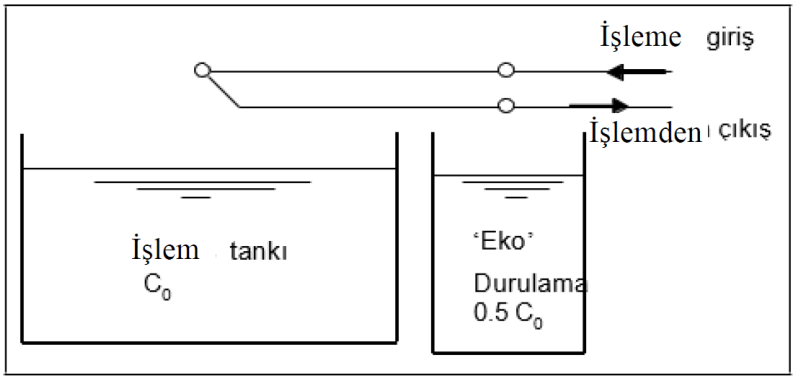
Buharlaştırma, 2.7.4 ve 2.7.5 bölümlerinde anlatılmıştır. Dışa-sürüklenme geri kazanımının artışı, işlem çözeltilerindeki buharlaşma kayıplarını eşitlemek için durulama suyunun kullanılması ile mümkün hale getirilmiştir. Buharlaşmanın kullanılması ve artırılması teknikleri Bölüm 4.7.11.2 ve 4.7.11.3'te tartışılmıştır.

4.7.3 Durulama için kıyaslama

Durulama için kriterler Bölüm 3.2.2'de verilmiştir ve durulama aşaması başına metrekarede kullanılan durulama suyu hacmini hesaplama yöntemi Bölüm 4.1.3'te verilmiştir.

4.7.4 Eko durulama veya ön daldırma

Açıklama
Ortam sıcaklığında (ancak sınırlı değil) çalışan süreç çözeltilerinden kaynaklanan bazı dışa-sürüklenmeler, iş parçalarının işlenmeden önce ve sonra batırıldığı tek bir durulama istasyonu vasıtasıyla geri kazanılabilir. Şekil 4.5 şematik olarak iş yükü dizisini (yolunu) göstermektedir.



Şekil 4.5. Eko durulama yoluyla dışa-sürüklenme geri kazanımı

Eko durulama istasyonu (veya ön daldırma), en baştan seyreltilmiş süreç çözeltisi ile yapılabilir veya sadece deiyonize su ile doldurulabilir. Bu durumda, 0.5 C_0 (50 %) değerindeki son denge derişimine ulaşılana kadar biraz zaman geçecektir. Çözelti sadece tankın kendisi ve/veya tank duvarlarının temizlenmesi gerektiğinde değiştirilmelidir.

Bir eko (ekolojik) durulama tankı, su kullanımını azaltmak için diğer seçeneklerle birlikte de kullanılabilir, bkz. Bölüm 4.4.5.2 ve 4.7.

Elde edilen çevresel faydalar
Normal çalışma sırasında, içe-sürüklenmenin dışa-sürüklenmeye eşdeğer olduğunu varsayarak su eklenmemelidir. Dışa-sürüklenme geri kazanma oranı (askı ve tambur kaplama) yaklaşık %50'dir.

Çapraz ortam etkileri
Hiçbiri rapor edilmedi.

Uygulanabilirlik
Metal kaplama banyoları için kimyasal kullanımı en aza indirmek amacıyla kullanılabilir, ki burada metal ve diğer iyonların derişimleri belli bir seviyeyi koruması için tuzlarla artırılır. Bazı işlemlerde, ön daldırma problemlere neden olabilir, örneğin ham-döküm uzerine yapılan bakır kaplama kısmi erken kimyasal kaplama nedeniyle yapışma problemlerine neden olur. Katı parçacıklı ekolojik durulamaya ön-daldırma, altındaki tabakada pürüzlülüğe neden olabilir.

Bu, diğer alternatiflerin elde edilemediği veya birkaç durulama adımının parçası olarak düşünülebilir.

Aşağıdakiler için başarılamaz:

- sonraki işlemlerde sorunların ortaya çıktığı yerlerde (kısmi kimyasal ön-kaplama gibi)
- taşıma bandı, bobin kaplama veya makaradan-makaraya hatlarda, çünkü bunlar ön- daldırma tankından geçirilemez. Sonra ikinci bir tank kurulabilir ve pompalı bir sistemle birleştirilebilir, ancak bunun uygulanması bilinmemektedir ve hat üzerinde mevcut tesis ile mümkün olmayan başka bir tankın yerleştirilmesini gerektirebilir.
- aşındırma veya yağ gidermede
- artan kalite sorunları nedeniyle nikel hatlarda.

Anotlamada, malzeme alttaştan uzaklaştırılır (eklenmez) ve teknik kullanılmaz.

Ekonomi
Bkz. Genel ekonomi, Bölüm 4.7.1
Adım sayısındaki artış, makine kapasitesinde kayıplara neden olur.

Uygulama için itici güç
İşlem çözeltisinin ortam sıcaklıklarında çalıştığı ve/veya çok az buharlaşmanın meydana geldiği yerler.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [113, Austria, 2003].

4.7.5 Püskürtmeli durulama

Açıklama
Püskürtmeli durulama iki şekilde gerçekleştirilebilir: işlem çözeltisi üzerinde (Şekil 4.6'da olduğu gibi) veya ayrı bir boş tankta.

İşlem banyosunun üstünde durulamadan (veya ön durulamadan) önce püskürtmek, etkili bir durulama tekniğidir. İş parçaları hala banyo yüzeyinin üzerindeyken, durulama suyu iş parçalarına püskürtülür. Bu, küçük işlem hatları için el ile veya otomatik olabilir. Ön- durulamada kullanılan su miktarı, su dengesini korumak için işlem tankından dışa-sürüklenen miktara eşit olmalıdır. Ön-durulama işlem çözeltisinin işlem tankına doğrudan geri dönmesine neden olur.

Ayrı bir tankta püskürtme ile durulama, ilk durulama olarak görev yapar. Çözelti daha sonra buharlaşma ve dışa-sürüklenme kayıplarına eşit miktarlarda işlem çözeltisine geri dönüştürülebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu, çözülebilir kimyasalların işlem kaplarından çevreye kaybını durulama yoluyla azaltmada önemli bir adımdır.

Çapraz ortam etkileri
Lejyonella bakterisinin püskürtme sistemlerinin boru uçlarına bulaşması ve püskürtme aerosollerinde yayılma riski vardır.

Şekil 4.6. El ile püskürtmeli durulama (Producmetal S.A., Fransa)

Çalışma verileri
Banyo üzerine püskürtme işlemi, süreç çözeltisini doğrudan tanka geri dönüştürür. Ek tank gerekmez. Bununla birlikte, aşırı püskürtme sorunlara neden olabilir, ancak çeşitli şekillerde kontrol edilebilir, örneğin:

- anotlamada püskürtme, aerosollerin oluşmasını ve aşırı püskürtmeyi önleyen, "sıçratma durulama" olarak adlandırılan, düşük basınçta kullanılır.
- bir tankın içinde püskürtme yapmak aşırı püskürtme miktarını azaltır.

Legionella bulaşması, püskürtme sistemlerinin tasarımıyla veya düzenli temizlemeyle önlenebilir. Test gerekli olabilir.

Uygulanabilirlik
Tüm tesisler için düşünülebilir, ancak daha fazla durulama veya işlemden önce kuruma ve iş parçaları veya alttaş üzerinde kalıntı bırakılma riski olduğu yerlerde sınırlandırılabilir.

Örnek tesisler
SGI, Plaisir, Fransa.
Ek 8.5'deki kaynak fabrikalara bakınız.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003] (ESTAL'den kişisel iletişim)

4.7.6 Manuel veya yarı-otomatik hatlar

Açıklama
Manuel veya yarı otomatik hatlar, küçük üretim hacmi veya geliştirme çalışmaları için kullanılır. Su kullanımını, dışa-sürüklenmeyi ve içe-sürüklenmeyi denetlemek daha zor görünebilir. Manuel bir hat üzerinde yeterli boşaltma süresi elde etmek için, askı veya tambur önceki banyo üzerinde durağan bir düzenekle desteklenmelidir.

Bu, dışa-sürüklenmeyi döndürmek ve/veya süzülme işleminin durulama işlemine daldırılmadan önce uygun şekilde zamanlanmasını oluşturmak için püskürtmeli durulamanın (bkz. Bölüm 4.7.5) doğrudan işlem tankı üzerinde yapılmasını sağlar.

Yarı otomatik hatlarda, püskürtmeli durulama elle de yapılabilir, bkz. Bölüm 4.7.5 ve Şekil 4.6

Elde edilen çevresel faydalar
Dışa-sürüklenme ve içe-sürüklenme denetimi için bkz. Bölüm 4.5 ve 4.6

Çapraz ortam etkileri
Yok

Çalışma verileri

Otomatik ve yarı otomatik hatlar için durulama ve süzülme işleminin daha güvenilir ve tekrarlanabilir olmasını sağlar.

Dışa-sürüklenme ve buharlaşma kayıplarını aşmamak için bir arıtma işleminin üzerindeki püskürtme miktarının denetlenmesi gerekir.

Uygulanabilirlik
Tüm manuel ve yarı otomatik hatlar.

Ekonomi
Ucuz ve kurulumu kolay.

Uygulama için itici güç
Manuel hat kullanan personelin sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Bodycote West Middlesex Plating Co. Ltd., Uxbridge, İngiltere.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 165, Tempany, 2004]

4.7.7 Kimyasal durulamalar

Açıklama
Gerekli temizlik verimliliğine ulaşmak için hızlandırılmış bir teknik, Lancy süreçi diye adlandırılmış olup kimyasal durulamalarla elde edilir. Burada dışa-sürüklenen işlem çözeltisi, aynı zamanda durulama sıvısı ile kimyasal olarak tepkimeye girer.

Elde edilen çevresel faydalar
Birincil atık su arıtma aşamalarını azaltarak veya ortadan kaldırarak gereken atık arıtma kapasitesini azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Lancy işleminin ana kullanımı, dışa-sürüklenen siyanürlerin klor ağartmalı kostik çözeltisinde durulanma yoluyla oksitlenmesidir, ancak şimdiki AOX jenerasyonu ile ilgili endişeler nedeniyle kullanımı azalmaktadır.
İşlemler, dışa-sürüklenen çözeltinin kurtarılmasını imkansız hale getirir.

Çalışma veriler
Çalışması teknik olarak basittir.

Kimyasal durulama dahil edilmesi, durulama istasyonlarının sayısını azaltarak kirlenmiş durulamayı artırabilir.

Durulama tanklarında büyük çamur birikmesine neden olabilir. Otomatik dozlama başarısız olursa gaz birikmesi tehlikesi vardır.

Uygulanabilirlik
İlk dışa-sürüklenme tankının koşullarında kolayca gerçekleşebilecek uygun bir kimyasal reaksiyon gerektirir. Ana kullanımlar şunlardır:

- siyanürün oksitlenmesi
- altı değerlikli kromun azaltılması.

Sınırlı temas süresi hedefdeki kimyasalları, özellikle siyanürü ortadan kaldıramayabilir. Bu, özellikle iş parçalarının karmaşık geometriye sahip olduğu ve Cr (VI) çözeltisini tuttuğu durumlarda Cr (VI) 'nın azaltılmasına olan faydayı sınırlar. Genel sistem, sülfürik asit ve sodyum bisülfit ile krom banyosundan sonra gelen bir teknedir.

Uygulama için itici güç

Atık su arıtma kapasitesinin sınırlı olduğu yerlerde kullanılabilir.

Kaynak literatür
[IHOBE, 1997 #6; UBA, 2003 #104[3, CETS, 2002, 6, IHOBE, 1997] [124, Germany, 2003] Lancy Laboratories Inc., Zelienople, Pa (US)

4.7.8 Durulama suyu yenilenmesi ve yeniden kullanımı/geri dönüşümü

Bölüm 4.4.5.1, suyun nasıl yenilenebileceğini ve geri-kullanılabileceğini vurgular ve bunun, tüm tesis için su kullanımı bağlamında ele alınması gerekir.

Harcanan durulama-suyu aşağıda belirtilen tekniklerden biri vasıtasıyla yenilenebilir (diğer olasılıklar için Bölüm 4.10'a bakınız). Bu, su tüketiminde tasarruf sağlayabilir ve işleme alınacak atık su miktarını azaltacaktır, bu da sermaye yatırımı, enerji kullanımı ve kimyasallar için atık su arıtma maliyetlerini azaltacaktır. Yinede, yenileme teçhizatının maliyeti ve bunun maruz kalabileceği güç ve kimyasallar ile dengelenmelidir. Gelen suyun işlem görmesi durumunda, gelen sudaki iyon derişimi veya TDS daha yüksek olabileceğinden, durulama suyunu kullanmak, taze gelen suyu arıtmaktan daha kolay ve daha ucuzdur (sermaye dağıtımı, kimyasallar ve güç açısından).

Bir uygulama için çapraz ortam etkileri araştırılmıştır, bkz. Bölüm 4.7.8.2 [159, TWG, 2004, 166, RIZA, 2004].

4.7.8.1 İyon değişimi ile yenilenme

Açıklama
Durulama suyunun katyon ve/veya anyon değiştiricilerden beslenmesiyle, katyonlar H^+ ve anyonlar OH^- için değiş tokuş edilir, ve mineralsiz suya yaklaşan bir kalitede su elde edilir. Bu durulama sistemine geri beslenir.

Elde edilen çevresel faydalar
En azaltılmış su kullanımı.

Çapraz ortam etkileri
Enerji tüketimi ve yenilenme kimyasalları ile iyon değiştiricinin kurulması ve işletilmesi

Çalışma verileri
Katı pğarçacıklar tarafından tıkanmaya karşı koruma için iyon değiştirici öncesinde bir filtre kullanılır.

Uygulanabilirlik
Durulama suyunu yenilemek için güçlü oksitleyiciler, yüksek derişimli organik madde ve metal siyanür kompleksleri varlığında iyon değiştirici kullanılamaz. Yüksek derişimli durulama sularını yenilemek için, büyük ölçekli tesisler ve sistemin sıklıkla yenilenmesi gereklidir, örn. HCl veya H_2S0_4 ve NaOH ile birlikte.

Reçineler genellikle durulama suyunda birikecek organik maddeleri uzaklaştırmaz. Bu ek işlem gerektirebilir. Aksi takdirde, bir merkezi iyon değişim tesisine sahip bir sistemde, organikler tüm işlemlere yayılabilir ve aktif karbon filtreleme gibi ilave temizleme işlemleri eklenmedikçe, durulama geri kazanımı gibi diğer işlemlere karışabilir ya da geri dönüştürülmüş suyun kullanımı seçilen kullanımlarla sınırlanır.

Sık sık yenilenme ihtiyacından dolayı, 500 ppm'nin üzerindeki toplam çözünmüş katı madde derişimleri kullanıldığında iyon değişimi pratik olmayabilir.

Reçineler farklı etkin pH aralıklarına sahiptir. Örneğin, iminodiasetat kenetleme reçinesi en iyi hafif asidik bir pH aralığında çalışır; Seçicilik, daha yüksek pH'ta ve yaklaşık 2.0'lık bir pH'ın altında daha düşüktür.

Oksitleyiciler, çözücüler, organik maddeler, yağlar ve gresler reçineleri bozabilir ve asılı katı maddeler reçine kolonlarını tıkayabilir.

Ekonomi
Teçhizatların sermaye maliyeti, su kullanımındaki tasarruflara karşı tesise-özel olacaktır.

Örnek tesisler
Richard (Argenteuil), SATEC (Buchelet), SEAM (les Mureaux), Fransa

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003], [114, Belgium, 2003, 124, Germany, 2003, 162, USEPA, 2000]

4.7.8.2 Ters ozmoz ile yenilenme

Açıklama
Durulama suyu, bazı durumlarda ters ozmoz ile yenilenebilir (bu işlem Bölüm 4.7.11.5'te açıklanmıştır).

Elde edilen çevresel faydalar
Elde edilen çevresel faydalar, su kullanımında bir azalma olmasını, ve enerji tasarrufuna ve atık su arıtımında kimyasal kullanımında önemli bir düşüş sağlar.

Çapraz ortam etkileri
İyon değiştiricinin enerji tüketimi ve yenilenme kimyasalları ile yapımı ve işletilmesi. Artık suyun tuz içeriği yüksektir ve tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılması zor olabilir. Membranların ayrıca tatlı su ile durulanması gerekir.

Uygulanabilirlik
İşlem görecek su uygun olmayabilir veya katı maddeler veya çözünmemiş parçacıklar, organikler, kalsiyum, alüminyum ve ağır metaller nedeniyle ön arıtmaya ihtiyaç duyabilir, bkz. Bölüm 4.7.11.5

Örnek tesisler
BGT Eindhoven, Hollanda

Kaynak literatür
[126, Netherlands, 2003].

4.7.9 Tekli durulama teknikleri

Açıklama
Bazı durumlarda, tekli durulama işlemleri gereklidir (bkz. Bölüm 4.6.3). Bu durum örneğin siyah pasifleşmiş çinko, kalın film pasifleştirme veya nikel ile parlak krom arasındaki durulama adımlarında yüzeyde çok fazla durulama olursa kalitenin düştüğü yerlerde olabilir.

Diğer durumlarda, yüzey tepkimelerinin durdurulması, sadece birinci durulama aşamasında hızlı seyreltme olduğunda başarılı olur, bu da yüksek miktarlarda suyun kullanılmasını gerektirir. Bu gibi durumlarda, ilk durulama aşamasında tepkimeye giren kimyasalların derişimi düşük tutulmalıdır.

Diğer örnekler küçük üretim verimine sahip manuel veya yarı otomatik hatlardır veya geliştirme çalışmaları için kullanılır, bkz. Bölüm 4.7.6.

Çevresel etkileri en aza indirmek için:

- burada kullanılan su, işlem içinde örneğin bir iyon-giderici ile yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir veya başka bir yerde yenilenmiş su kullanılabilir.
- teknik olarak mümkün olduğunda, önceki ve sonraki çözeltiler için uygun kimyasala sahip olmak, durulama ihtiyacını en aza indirebilir (örneğin aynı asit bazı), bkz. Bölüm 4.6.2.

Elde edilen çevresel faydalar
Etkileri en aza indirmek için adımlar, yukarıdaki açıklama kısmında açıklanmıştır.

Çapraz ortam etkileri
Yüksek su tüketimi ve malzeme kayıpları.

Çalışma verileri
Çok aşamalı durulama, korozyon direncinin azaltılması gibi yüzey işlemlerine zarar verebilir.

Uygulanabilirlik
Yukarıdaki Açıklama'ya bakın.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003], [113, Austria, 2003, Germany, 2003 #124]

4.7.10 Çoklu durulama teknikleri

Genel açıklama
Çok aşamalı durulama, özellikle az miktarda durulama suyuyla yüksek bir durulama oranı elde etmek için uygundur.

Örneğin, kademeli durulamada, su Şekil 4.7'de gösterildiği gibi iş parçalarına ters yönde akar. Bu, sabit durulama kalitesinin (durulama oranı) durulama suyu gereksinimi sonucu doğurur ve matematiksel olarak ifade edilir:

$$Q/t = \sqrt[n]{Sk}\ (V/t)$$

Q / t = durulama oranına (1/s) ulaşmak için gereken durulama suyu miktarı
n = durulama aşaması sayısı
Sk = durulama oranı
V / t = dışa-sürüklenme (1/s içinde)

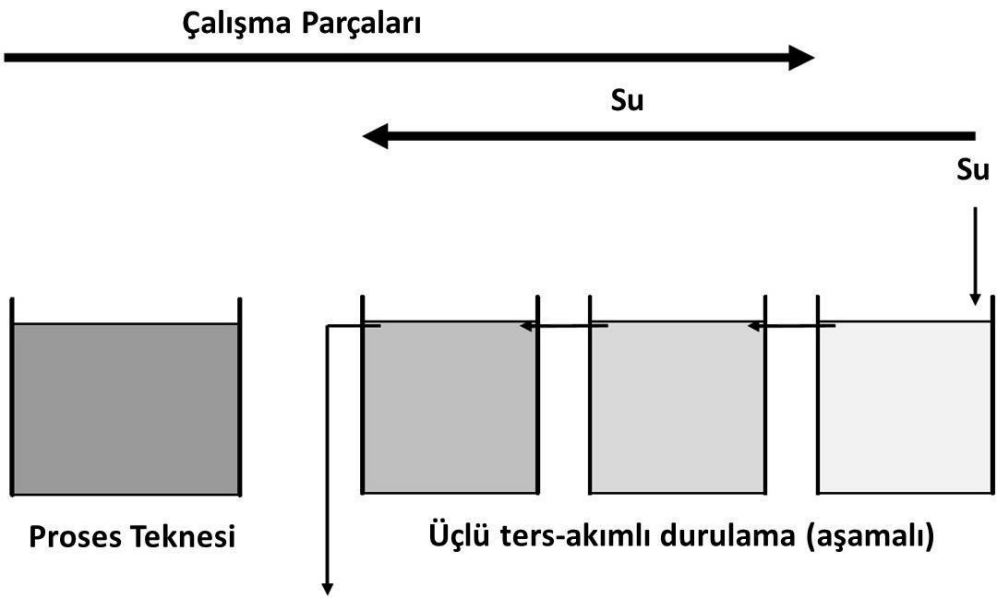
Tasarrufun ana etkisine ilk aşamadan ikinci aşamaya geçilirken erişilir. Tablo 4.7'de gösterildiği gibi, doğru durulama sisteminin seçimi ile daha az bir durulama suyu kullanımına arişilebilir. Su tasarrufunun etkisi, artan sayıda durulama aşamasıyla azalır. Bununla birlikte, gereken su hacmi, ortam sıcaklıklarındaki işlem çözeltilerinden su kayıpları için doğrudan telafi edildiği noktaya kadar azalmaktadır. Ulaşılabilir geri kazanım oranı, belirli bir buharlaşma hacminde, ilk durulama istasyonundaki işlem kimyasallarının derişimi ile doğrudan ilişkilidir.

Tablo 4.7 Durulama oranı, belirli bir durulama suyunun (sürüklenen elektrolitin litresi başına durulama suyu olarak ifade edilen) ve kaskadların sayısı olarak ifade edilen bir fonksiyonudur. [3, CETS, 2002].

Durulama oranı(x:1)	10000	5000	1000	200
Aşama sayısı	l/s içinde gereken durulama suyu			
Tek aşamalı	10000	5000	1000	200
Çift aşamalı	10	71	32	14
Üç aşamalı	2	17	10	6
Dört aşamalı	1	8	6	4
Beş aşamalı	6	5	4	3

Bazı seçenekler ve degişiklikler Bölüm 4.7.10.1, 4.7.10.2, 4.7.10.3 ve 4.7.10.4'te özetlenmiştir. Bölüm 4.7.1, 4.7.4, 4.7.5, 4.7.7 ve 4.7.8'de açıklananlar gibi diğer tekniklerle birlikte kullanılabilirler.

Her bir seçeneğin sadece bir açıklaması verilmiştir, diğer faktörler bu genel bölümde açıklanmıştır.



Şekil 4.7 Çok-aşamalı durulama teknolojisi [104, UBA, 2003].

Açıklanan tüm seçenekler için elde edilen genel çevresel faydalar
Çoklu kullanım teknikleri su kullanımını ve malzeme geri kazanımını azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Sıfır boşaltım (veya su dengesi karesi), düşük salınımlı bir yüzey işleme işlemi için durulama teknolojisinin en üst kriteri olarak görülür ve tüm su salınımlarını önlemek için ek teknikler gerektirir (Bölüm 4.16.12'ye bakınız). Ancak tam döngüye, bir işlem hattındaki belirli işlem kimyasalları için daha kolay ulaşılabilir, bkz. Bölüm 4.7.11.

Bir işlem için tam döngü sağlanması, ilk durulama istasyonundan işlem çözeltisine geri döndürülen suyun, buharlaşma ve dışarı sürüklenerek kaybedilen su ile dengeye getirilmesini gerektirir. Daha yüksek sıcaklıklarda ve çok aşamalı durulama ile çalışan işlem çözeltileri bunun için olanaklar sunar (bkz. Bölüm 4.7.11.2 ve 4.7.11.3). Durulama suyu geri kazanım sistemi ve diğer tekniklerle (bkz. Bölüm 4.7.11) kısmen birleştirilen çok kademeli durulama sistemlerinin kullanımı ile atık suların azalması %90'a kadar sağlanabilir. Bir bobin kaplama tesisi, saatte 30 m^3 azalma rapor etmiştir.

Tablo 4.8, değişik çoklu durulama teknikleriyle elde edilebilen dışa-sürüklenme geri kazanım oranlarını göstermektedir ve kaynak hatların ilgili değerlerini temel almaktadır. Her iki ana işlem adımından sonra durulama kıstası için iyi uygulama ölçüsü, burada verilen örnekler için en az R = 1000'dir: örnekler orta siyanür çinko tambur kaplama ve parlak nikel askı kaplamadır (bkz. Tablo 4.7).

Açıklanan tüm seçenekler için genel çapraz-ortam etkileri
Tek başına birden fazla durulama için hiçbirşey yoktur.
Diğer tekniklerle birlikte kullanılırsa, eğer buharlaşma veya diğer derişim teknikleri (bkz. Bölüm 4.7.11) kullanılırsa enerji, ve eğer iyonsuzlaştırma kullanılırsa yenileme için kimyasallar artabilir.

Açıklanan tüm seçenekler için genel çalışma verileri
Püskürtme durulama bileşimi özellikle işlem çözeltisi üzerinde gerçekleştirildiğinde, çok sayıda durulama sisteminin bir parçası olarak, çok aşamalı su kullanımının azaltılmasının avantajlarını, minimum ekstra alan gereksinimi ile birleştirebilir. Su kullanımını daha da azaltabilir.

Açıklanan tüm seçeneklerin genel uygulanabilirliği
Çoğu tesis türüne uygun seçenekler ve bileşimler vardır. Bazı durumlarda, bu, tek durulama ihtiyacıyla sınırlanabilir, bkz. Bölüm 4.7.9.

Diğer çözelti bakım önlemleri alınmadıkça, işlem kalitesini azaltabilecek yıkıcı malzeme birikmesi olasıdır, bkz. Bölüm 4.11.

Tablo 4.8 Bazı çoklu durulama teknikleri için elde edilebilir geri dönüşüm oranları

Durulama tekniği	Geri dönüşüm oranı Orta siyanür çinko tambur	Geri dönüşüm oranı, Parlak nikel, askı
Üçlü karşı akışlı durulama	<24 %	<57 %
Bu teknik, bir tambur fabrikasında tatmin edici geri dönüşüm oranları sağlamaz, çünkü WD> 3WR (bkz. Formüller, 4.7.10.1). Büyük bir ek yatırım gerekli değilse, askı tesisindeki %57'lik bir oran çekici görünmektedir.		
Üçlü statik durulama	>40 %	>95 %
Tambur kaplama suyunun sekiz saatten daha kısa bir süre sonra tambur kaplama tesisindeki değiştirme zorunluluğu bu tekniği zorlaştırırken, askı tesisinde durulama suyunun 56 saatten daha kısa bir sürede değiştirilememesi ve geri kazanım oranının> %95 olması büyük ek yatırımlar olmadan tekrar elde edilebilir		
Çift statik durulama artı akış durulama	>90 %	>98 %
Yüksek dışarı sürükleme gerektiğinde bu teknik, tambur kaplamada kullanılmalıdır. 24 saat çalıştıktan sonra durulama suyunun değiştirilmesi gerekir. Uygun bir iyon değiştirici tesisatının veya karşı akışlı bir durulama sisteminin kurulması, suyun kullanımını en aza indirecektir.		

Açıklanan tüm seçenekler için genel ekonomi

Genel olarak, çok aşamalı durulama tekniklerinin kurulumu, daha fazla alan gereksinimi ve daha yüksek yatırımlar (ilave tanklar, iş parçası taşıma teçhizatı ve denetimi için maliyetler) ile ilişkilidir. Su tüketiminin azalması, işlem kimyasallarının geri kazanımı ve daha az atık su işleme tesisi ve daha az arıtma kimyasalları gerektiren daha küçük atık su boşaltımı, toplam maliyetleri azaltır.

Malzemelerin geri kazanımı ve su kullanımının azaltılması için ekonomikliğe karşı durulama aşamasındaki durulama tanklarının sayısının artması, tesisteki değişiklikler gibi maliyetler bu bölümdeki veriler ile tesise özel veriler kullanılarak hesaplanabilir. Ayrıca tesis optimizasyonu yazılım araçları kullanılarak hesaplanabilir bkz. Bölüm 4.1.4 ve Ek 8.11., durulama örnekleri temizlikten, asitlemeden, elektrotemizlemeden, kaplamadan ve zorla buharlaşma ile birlikte pasifleştirmeden de sonra olduğu gibidir.

Bir örnek tesis, işlem çözeltisi buharlaştırılması ile birleştirilmiş çok kademeli durulama kullanarak bir atık su arıtma tesisi inşa edilmesine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmıştır, bkz. Bölüm 4.7.11.3.

Açıklanan tüm seçenekler için genel itici güç

Yukarıdaki tüm seçenekler için bkz. genel ekonomi.

Örnek tesisler

SGI, Plaisir, France, Sikel N.V., Genk, Belgium, Exhall Plating Ltd, Coventry, UK. Frost Electroplating Ltd., Birmingham, Merrydale Ltd, Wednesbury, UK; Bodycote Metallurgical Coatings, Uxbridge, UK, Annex 8.5.8, Almanya

Kaynak Literatür

[3, CETS, 2002, 18, Tempany, 2002, 104, UBA, 2003], [159, TWG, 2004]

4.7.10.1 Çok aşamalı ters akışlı durulama

Açıklama

Dışa-sürüklenme geri kazanımı Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Karşı akış durulama ile elde edilebilen durulama oranı R, aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

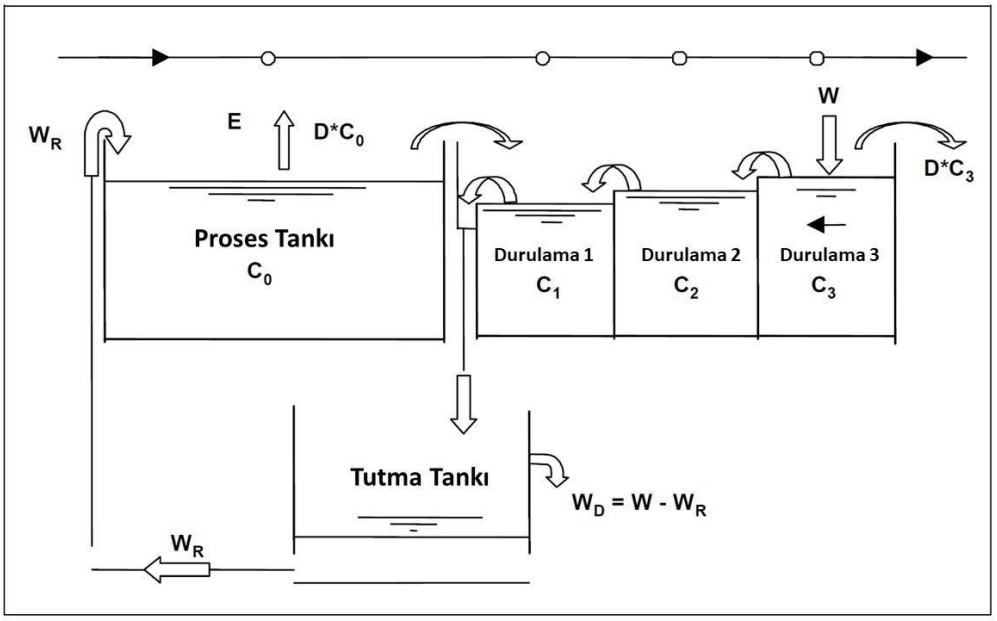
$$R = C_0/C_n = (q^{(n+1)}-1)/(q-1)$$

$$q = W/D$$

R = durulama oranı

C_0 = işlem çözeltisinde kimyasal madde derişimi
C_n = n. yıkamada durulamada işlem kimyasalları derişimi
D = dışa-sürüklenme miktarı
n = karşı akış durulama sayısı
W = Verilen bir D'de R'yi elde etmek için durulama suyu miktarı

Aşağıda Şekil 4.8'de üçlü bir akış geri kazanımı durulaması gösterilmektedir.



Şekil 4.8 Üçlü karşı akışlı durulama ile dışa-sürüklenmenin geri kazanımı

E ≥ W olduğu durumlarda, dışa-sürüklenme geri kazanım hızı şöyledir:

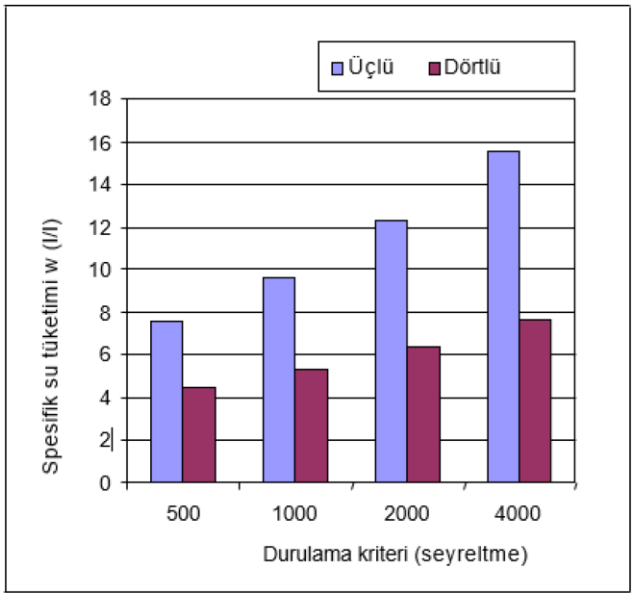
$$Rc_R = 1 - C3/C0$$

E = WR <W olduğu durumlarda, dışa-sürüklenme geri kazanım hızı şu değere düşürülür:

$$RcR = (1 - C3) * WR/W$$

C0 = İşlem çözeltiundaki kimyasalların derişimi
C3 = İşlem kimyasallarının durulama istasyonundaki derişimi
E = buharlaşma kayıpları
RcR = Dışa-sürüklenmenin geri kazanım hızı
W = kullanılan durulama suyu miktarı
WD = boşaltılacak durulama suyu miktarı
WR = sürükleme için mevcut durulama suyu miktarı.

Şekil 4.6, dışa-sürüklenme litresi başına üçlü ve dörtlü karşı akış durulama özgül (spesifik) su tüketimini göstermektedir.



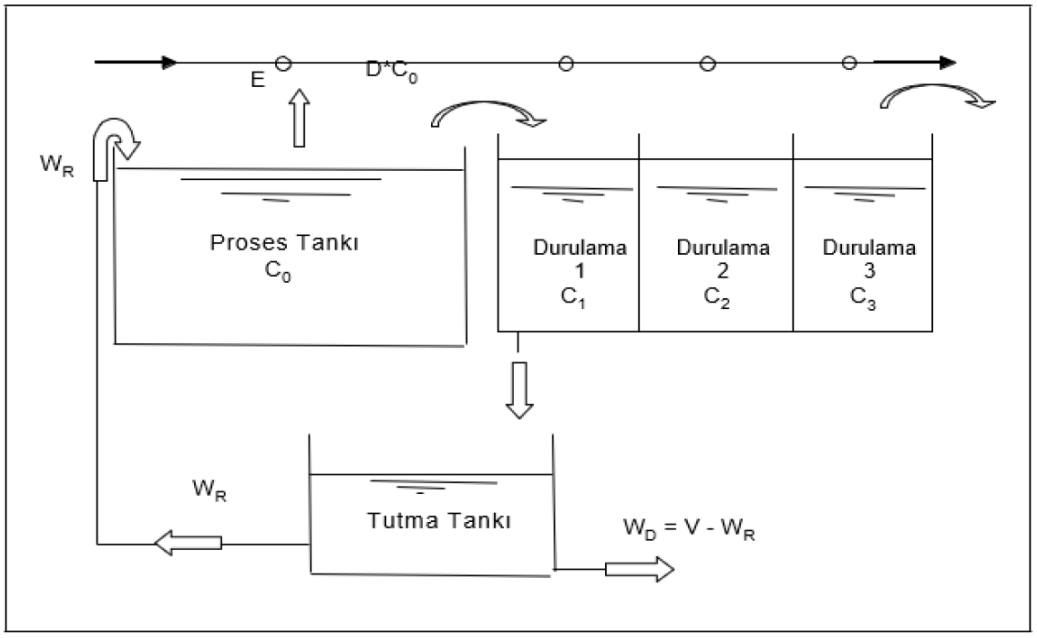
Şekil 4.9 Üçlü ve dörtlü karşı akış durulamalarına özgü su tüketimi 'w'

4.7.10.2 Çoklu statik durulama

Açıklama

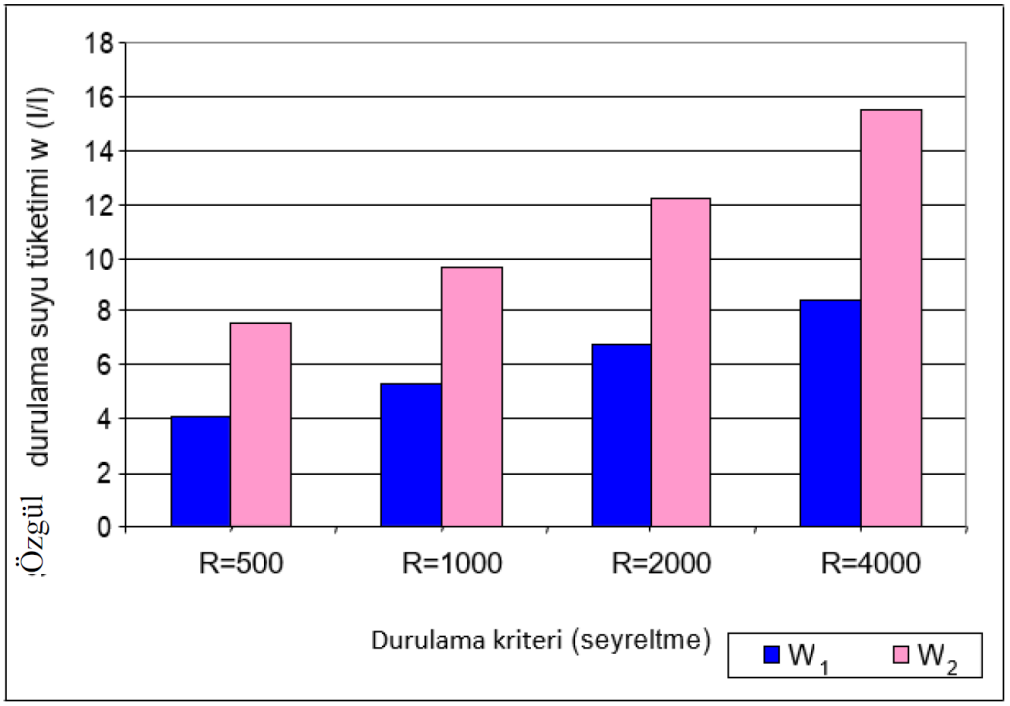
Ters akışlı durulama yerine çoklu statik durulama, su tüketiminin azaltılmasına olanak sağlar [3, CETS, 2002].

Şekil 4.10, tankların düzenini ve üçlü statik durulama işlem sırasını göstermektedir.



Şekil 4.10 Üçlü statik durulama ile dışa-sürüklenmenin geri kazanımı

Sürekli akış ve taşma yerine, durulama 1, sadece C_3 ayarlanan değere ulaştığında tutma tankına boşaltılır. Tank 2'den durulama suyu tank 1'e pompalanır ve tank 3'ten tank 2'ye pompalanır. Tank 3 tatlı su ile doldurulduktan sonra işleme devam edilebilir.



Şekil 4.11 W1 üçlü sabit akışlı durulamaya karşı W2 üçlü ters akışlı durulamada dışa-sürüklenme litresi başına özgül su harcamaları

(Her üç tankın da taze su ile doldurulması durumunda geçerli olan W_1 değerleri)

Şekil 4.11'de gösterildiği gibi, ters akışlı durulama ile karşılaştırıldığında su tasarrufu fazladır: Tüm durulama tankları temiz su ile doldurulduğunda yaklaşık %45, ve normal çalışmalarda olduğu gibi su tank 2'den tank 1'e ve tank 3'den tank 2'ye doldurulduğunda yaklaşık %40 tasarruf sağlar.

İşlem kimyasallarının statik durulama 1, 2, 3'teki derişimi, aşağıdaki denklemlerle hesaplanabilir:

$$C_{1n} = C_0\ (1-q^n)$$

$$C_{2n} = C_0\{1-(n+1) * q^n + n * q^{(n+1)}\}$$

$$C_{3n} = C_0\ \{1-(1/2) * (n+1)(n+2) * q^n + n * (n+2) * q^{(n+1)} - (n/2)(n+1) * q^{(n+2)}\}$$

C_0 = İşlem çözeltisinde kimyasal madde derişimi

$C_{1,2,3n}$ = durulama istasyonunda işlem kimyasallarının derişimi 1, 2, 3, vb n. iş yükleri durulandıktan sonra

D = dışa-sürüklenme miktarı

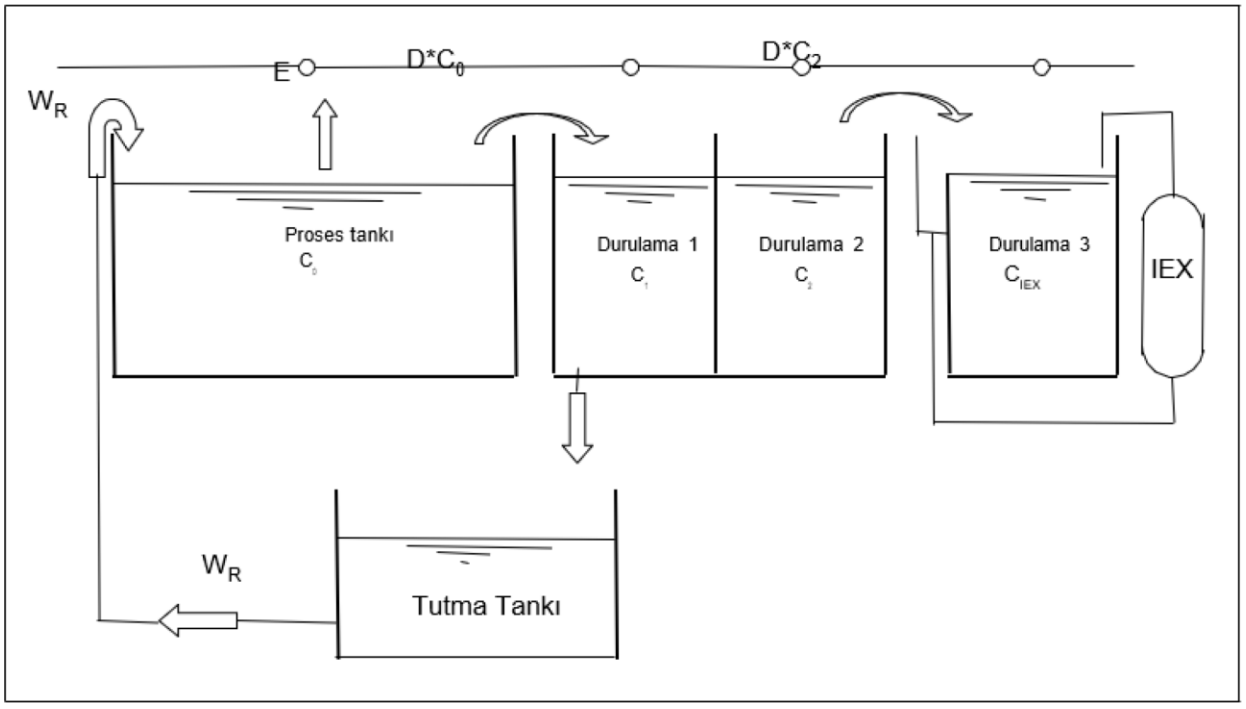
n = durulama iş yükü sayısı

V = Durulama istasyonu başına su hacmi.

q = V/(V + D)

4.7.10.3 Çift statik durulama ardından sirkülasyonlu su ile son durulama

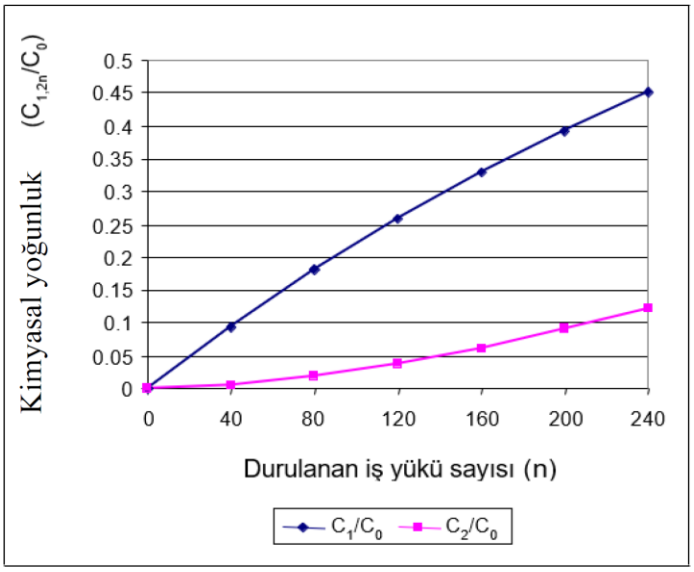
Nispeten yüksek dışa-sürüklenme oranlarında, üçlü ters akış veya statik durulama bile tatmin edici bir şekilde dışa-sürüklenmenin kurtarılması için yeterli olmayabilir. Değiştirilmiş üçlü durulama, Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12 Çift statik durulama ve ardından sirkülasyonlu su ile tek akışlı durulama, devamında sürekli iyon değiştiricilerde (IEX) saflaştırma [104, UBA, 2003]

Açıklama

Durulama 1, hattın çalışmasına bağlı olarak belirli bir süre sonra bir tutma tankına boşaltılır. Bu örnekte, üç vardiya veya 240 durulanmış tamburdan sonra olacaktır (Şekil 4.12).



Şekil 4.13 Durulanan tambur sayısına bağlı olarak C1 ve C2 kimyasal derişiminin artması

Bu teknik, 0'dan başlayıp 0,2 C_0'da biten, yaklaşık 0.095 C_0'luk bir ortalama değere eşit olan $C_2 \leq 0.2$ C_0, derişimlerine izin verir. C_2/C_0 eğrisinin altındaki alan, iyon değiştiriciler üzerine yüklenen kimyasalların miktarına eşittir. İyon derişimi litre başına 2 mVal'i geçmemesi gerektiğinden, devirdaimdeki suyun tasarım akış hızı yüksek olmalıdır.

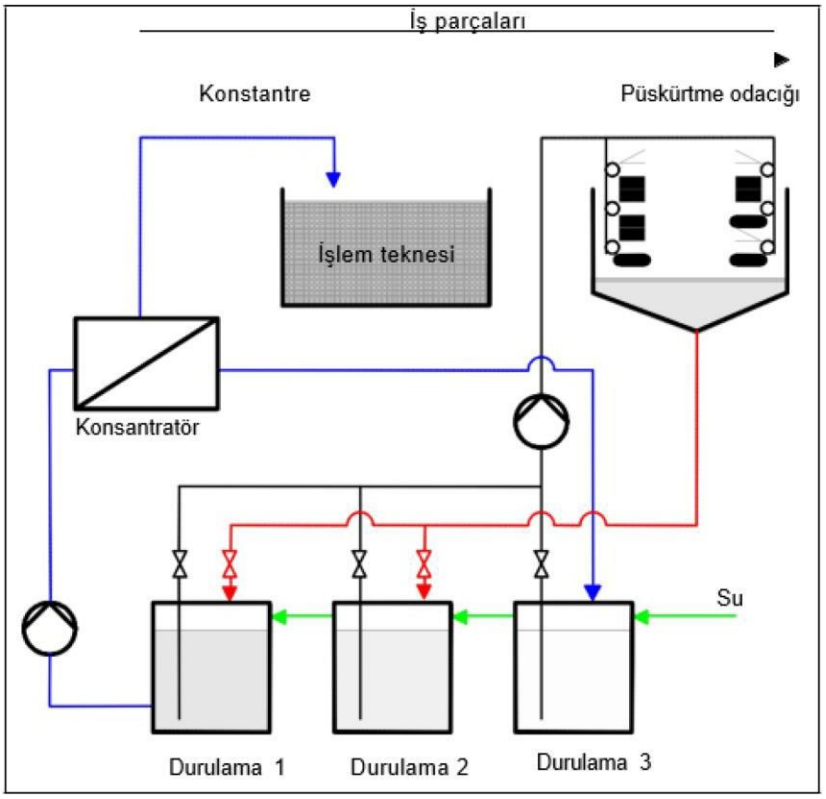
Devirdaim sudaki son durulama, düşük su tüketiminde yeterince yüksek durulama oranı (veya kıstas) sağlar (akış hızının yaklaşık %5'i).

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002]

4.7.10.4 Sınırlı işlem hattı ile çok kademeli durulama

Açıklama

Mevcut tesisler söz konusu olduğunda, daha fazla sayıda tankın kullanılması, alanın kısıtlı olması nedenlerinden dolayı tesis içinde genellikle mümkün değildir. Bu gibi durumlarda, dış kademelerin (kademelerin işlem hattının dışında olduğu yerlerde) kullanılması mümkün olabilir. İşlem hattında, işlem adımı başına sadece bir durulama tankı vardır. Her durulama tankı, kademeli ilke doğrultusunda durulama aşamaları olarak çalışan birkaç dış tankla bağlantılıdır. İş parçaları ya da alttaşlar durulama tankına getirilir ve ardı ardına daha temiz hale gelene kadar, durulama aşamasındaki tanklardan gelen suyla durulanır. Durulama, iş parçalarını veya alttaşları batırmak için tank doldurularak veya püskürtmeyle yapılabilir. Şekil 4.14, yoğunlaştırılmış ilk durulama tankı bulunan bir püskürtme durulama sistemini göstermektedir. Yoğunlaşan sıvı, işlem çözeltisine geri döndürülür ve temizlenen su ise son durulama tankına geri döndürülür. Yoğunlaştırma teknikleri 4.7.11'de açıklanmıştır.



Şekil 4.14 Dış kademeli sistem: Dış kademeli ve yoğunlaşmış sıvı geri dönüşümlü tek püskürtme bölmesi

Çalışma verileri
Durulama suyu özellikle alkali su içeren katı parçacıklar içeriyorsa kalite problemleri olur.

Kaynak Literatürü
[104, UBA, 2003], [113, Avusturya, 2003].

4.7.11 Dışa-sürüklenme kurtarımını artırma ve döngü tamamlama

Uygun durulama için gereken su miktarı (işlem kontrolü ve ürün kalitesi elde etmek için) buharlaşma kayıplarını aşarsa ve geri kazanım oranlarının> %90 olması beklenirse, dışa-sürüklenme kurtarımı sistemindeki su miktarı azaltılmalıdır. Bu durum, tekniklerin bir bileşimi

ile elde edilir.

Bazı durumlarda, işlem tekniklerinin uygun bir bileşimini uygulayarak döngü tamamlanana kadar dışa-sürüklenme kurtarılabilir. Döngünün tamamlanması demek, tüm süreçler veya tesisler değil, bir işlem hattındaki bir işlem kimyasalı içindir.

Kapalı döngü sıfır boşaltım değildir: işlem çözeltisine uygulanan işlem süreçlerinden ve işlem suyu devrelerinden (iyon değiştirme rejenerasyonu gibi) küçük boşaltımlar olabilir. Döngüleri bakım dönemlerinde kapalı tutmak mümkün olmayabilir. Atıklar ve egzoz gazları/buharları da üretilecektir. Ayrıca, yağ alma veya aşındırma işleminden sonra yükselme gibi işlem hattının diğer kısımlarından boşaltım olması muhtemeldir.

Dışa-sürüklenme kurtarımının artırılması, en iyi şekilde, su geri dönüşümü ve yeniden- kullanılması gibi diğer süreç ve faaliyetlerle birlikte ve tesis için türetilen genel bir yaklaşımla ele alınabilir, aşağıdaki Çalışma verilerine bakınız.

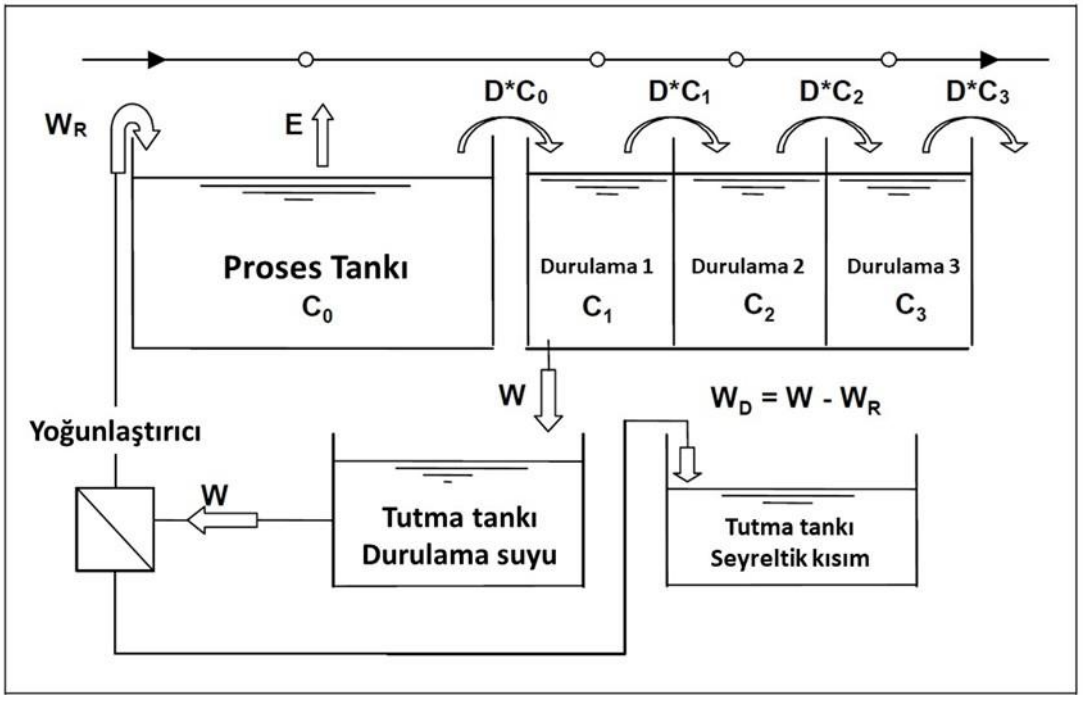
Dışa-sürüklenmeyi azaltma ve döngüyü tamamlama, aşağıdaki teknikleri gerektirir:

- dışa-sürüklenmeyi azaltmak, bkz. Bölüm 4.6
- dışa-sürüklenme kurtarma ile durulama suyunu (kaskad durulama ve/veya spreyler gibi) azaltmak, bkz. Bölüm 4.7
- iyon değişimi, membran teknikleri veya buharlaşma gibi yöntemler vasıtasıyla geri dönen dışa-sürüklenme veya alıcı çözeltilerin derişimini artırmak, bkz. Bölüm 4.10. Yoğunlaştırma sırasında çıkan sular (buharlaşmadan vs…) genellikle durulama işlemine geri kazandırılabilir.

Bu amaç için kullanılan tekniklere örnekler:

- ekolojik durulama tankı eklenmesi
- dahili enerji fazlalığı kullanarak buharlaştırma
- ek enerji kullanarak buharlaştırma (ve bazı durumlarda düşük basınç)
- elektrodiyaliz
- ters osmoz.

Durulama suyunu uzaklaştırma ve kimyasal derişim prensibi Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Yoğunlaşan, işlem çözeltisini yenilemek için kullanılırken, yoğuşma suyu durulama- suyu olarak tekrar kullanılabilir.



Şekil 4.15 Yoğunlaştırma ile kimyasal ve durulama suyu kurtarımı

Elde edilen çevresel faydalar

Ulaşılan genel çevresel faydalara bakınız, Bölüm 4.7.10.

Döngüyü kapatmak, yüksek bir hammadde kullanım oranı elde eder ve özellikle şunları yapabilir:

- hammadde ve suyun kullanımını (ve dolayısıyla maliyetini) düşürmek
- nokta kaynaklı bir işlem tekniği olarak, düşük salınım sınır değerlerine ulaşmak
- boru sonu atık su arıtımı ihtiyacını azaltmak (örneğin, nikel içeren atık su ile teması gidermek)
- soğutma sistemlerini değiştirmek için buharlaşma ile birlikte kullanarak genel enerji kullanımını azaltmak
- atık suya boşaltılacak geri kazanılmış malzemelerin işlenmesi için kimyasalların kullanımını azaltmak
- kullanılan yerlerde PFOS gibi olağan materyallerin kaybını azaltmak.

Çapraz-ortam etkileri

Bkz. Genel uygulanabilirlik, Bölüm 4.7.10.

İşlem banyolarının ömrü, kirletici maddelerin geri dönüşümünden etkilenebilir ve ek bakım gerektirebilir.

Enerji yoğunlaştırma teknikleri için kullanılır, ancak altı-değerlikli Cr (VI) gibi elektrokimyasal tepkimelerden ısı elde eden işlemler için daha azdır. Enerji ayrıca pompalama ve basınç filtreleme teknikleri için de kullanılır.

Kimyasallar, iyon değişimi gibi bazı yoğunlaştırma tekniklerinde de kullanılır.

Çalışma verileri

Bkz. özel teknikler, Bölüm 4.7.10.1'den Bölüm 4.7.10.4'e kadar bakınız.

Dışa-sürüklenmenin kurtarılması işleminin tüm tesis için diğer seçeneklerle birlikte değerlendirilmesi iyi bir uygulamadır. Bunlar, arıtma/kurtarma için farklı işlemlerdeki uyumlu akışların birleştirilmesini içerebilir.

Uygulanabilirlik

Artan dışa-sürüklenme kurtarımı yaygın olarak uygulanmaktadır. Bazı teknikler, ilave enerji gerektirir, bu da dışa-sürüklenme kurtarımı ve soğutma enerjisi tasarrufu ile dengelenebilecek maliyet anlamına gelir. İşlenecek durulama suyunun kimyasal içeriği de uygun seçimi etkiler.

Döngü tamamlama bazı alttaşlarda başarıyla gerçekleştirildi, bunlar:

- değerli metaller
- kadmiyum
- tamburlu nikel kaplama
- dekoratif askı kaplaması için bakır, nikel ve altı değerlikli krom
- altı-değerlikli dekoratif krom
- altı-değerlikli sert krom
- PCB'lerde bakır aşındırmadır.

Kurulu sistem türü, mevcut altyapıya, tesise ve işlem tipine bağlı olacaktır.

Ekonomi

Bkz. Genel uygulanabilirlik, Bölüm 4.7.10. Bunlar tesise özel olacak.

Tekniklerin sermaye ve işletme maliyetleri, > %95 oranında olabilen işlem kimyasallarının kurtarımıyla dengelenebilir. Ayrıca, bu teknikler atık su arıtma tesisinde işletme maliyetlerini ve/veya yatırımları azaltabilir. Fazladan adımlar, işlem hattı kapasitesinde bir kayba neden olur (döngü sayısında artış).

Planlama hesaplamaları yazılım araçlarıyla desteklenebilir, bkz. Bölüm 4.1.4 ve Ek 8.11.

Uygulama için itici güçler
Bkz. Genel ekonomi, Bölüm 4.7.10.
Azaltılmış maliyetler.

Örnek tesisler
Bakınız özel teknikler, Bölüm 4.7.10.1'den Bölüm 4.7.10.4 ve 4.7.11.5'e ve Kaynak Tesisler K ve L, Ekler 8.5.8 ve 8.5.9).
Bodycote, Uxbridge, İngiltere (resmi olarak Batı Middlesex Kaplama) Merrydale, Wednesbury, İngiltere

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003], [18, Tempany, 2002, 48, France, 2003, 49, France, 2003, 55, France, 2003, 113, Austria, 2003, 162, USEPA, 2000]

4.7.11.1 Eko durulama tankının eklenmesi

Açıklama
Bir ekolojik tankın çalışması Bölüm 4.7.4'te açıklanmıştır. Bu tek başına dışa-sürüklenmenin %50'sini kurtarabilir; ve %50'nin üzerinde oranlara ulaşmada yardımcı olabilir. Toplam oran, Tablo 4.8'deki değerlerin %50'si alındığında hesaplanabilir, örneğin, tambur kaplamada üçlü statik durulama:

R_{c_R} bütün = 50 %+ 0.5(40) %= 70 %,

%75'lik bir artışa ve durulama-suyunun %20'den fazla azaltılmasına eşdeğerdir.

Elde edilen çevresel faydalar
Diğer alternatiflerle ulaşılamayan yerlerde veya birkaç durulama aşamasının bir parçası olarak düşünülebilir.

Çapraz ortam etkileri
Bölüm 4.7.4'e bakınız.

Çalışma verileri
Bölüm 4.7.4'e bakınız. Otomatik hatlara ek, bir işlem istasyonu programlamanın yanı sıra ek işlem hattı alanı gerektirir.

Uygulanabilirlik
Eko durulama tankı eklemek, işlem hattında ek alan gerektirir
Metal kaplama banyolarında kimyasal kullanımını en aza indirmek için de kullanılabilir, burada belirli bir seviyeyi korumak için metal ve diğer iyonların derişimi tuzlarla artırılmalıdır. Bazı işlemler için ön daldırma problemlere neden olabilir, Bölüm 4.7.4'e bakınız.

Ekonomi
Bkz. Genel ekonomi Bölüm 4.7.1.

Uygulama için itici güç
Bkz. Genel ekonomi Bölüm 4.7.1.

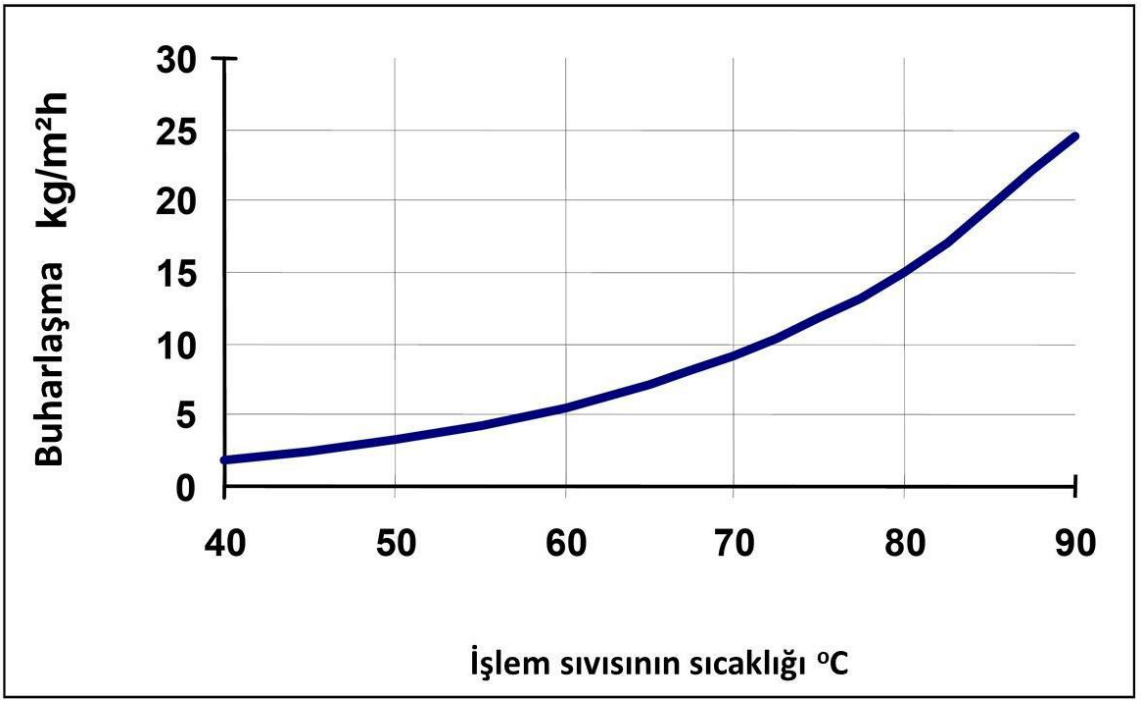
Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [113, Austria, 2003]

4.7.11.2 İç enerji fazlası kullanarak buharlaştırma

Açıklama
Buharlaşma atmosferiktir ve burada çözeltinin zayıf elektriksel verimliliği nedeniyle işlemde üretilen fazla ısı enerjisi kullanılarak elde edilir. Buharlaşma için gerekli olan enerji miktarı, işlem tankında ısı enerjisi olarak salınan enerjiye kabaca karşılık gelir, böylece sistem enerji bakınımdan kendi kendine yeterlidir. Buharlaşma hızı hava çalkalama veya buharlaştırıcı kullanılarak artırılabilir (bkz. 4.4.4.2). Bu durumda, işlem çözeltisi, atmosfere üflenen bir hava akışıyla karşılaştığı buharlaştırıcı içinden pompalanır. Buharlaştırıcı odası genellikle su buharlaştırma yüzeyini arttırmak için ambalaj malzemesiyle doldurulur. Isıtmalı buharlaştırıcılar aşağıda Bölüm 4.7.11.3'te açıklanmıştır.

İşlemden kaynaklanan buharlaşma aşağıdakilerden kaynaklanabilir:

- elektriksiz nikel için> 80 ° C ve elektrolitik nikel için > 55 ° C ve > 90 ° C'de fosfatlama gibi yüksek bir işlem sıcaklığı (bkz. Şekil 4.16)
- siyanürlü çinko tambur kaplamada <25 ° C'de, parlak kromda 40 ° C'de ve sert kromda 60 ° C'de olduğu gibi, sabit bir işlem sıcaklığını korumak için işlem çözeltisinin buharlaştırılması.



Şekil 4.16 İşlem tankında duman çeker ile işlem çözeltisinden özgül su buharlaşması

1 litre suyun buharlaşması yaklaşık 1.4 kWh gerektirir.

Önceki örnekteki çalışma parametrelerindeki buharlaşma kayıpları aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

Askı kaplama

- kaplama çözeltisinin yüzey alanı $6m^2$
- 60 ° 'de su buharlaşması $5.5 litre/m^2s$
- su buharlaşması 33 l/s

Tambur kaplama

- kaplama enerjisi/tambur 2.5 kWs
- kaplama enerjisi toplamı 25 kWs
- Su buharlaşma eşdeğeri 35 l/s

Çinko tambur kaplama için Ek 8.11'de örnek bir hesaplama verilmiştir ve örnekler Ek 8.5'te gösterilmiştir.

Seyreltilmiş işlem çözeltisi ile eşdeğer miktarda durulama suyu işlem tankına tekrar eklenebilir. Geri kazanım oranı, durulama suyundaki işlem kimyasallarının derişimi ile doğrudan ilişkilidir ve bu yine de seçilen durulama tekniğine bağlıdır. Uygun teknik seçimi aşağıda özetlenmiştir.

Önemli bir buharlaşma olmasa bile, Bölüm 4.7.4'te dışa-sürüklenme geri-kazanımı için bir teknik gösterilmektedir.

Elde edilen çevresel faydalar

Daha yüksek dışa-sürüklenme geri kazanımı.

Belirli süreç adımları için döngüyü tamamlamanın bir parçası olabilir.

Çapraz ortam etkileri
Soğutma sistemleri ihtiyacında azalma.

Bazı işlemlerde daha yüksek çalışma sıcaklıklarında olası agresif duman oluşumu. Buharların işlemden çıkarılması, buharlaşmanın bir parçasıdır. Çıkartılan hava yıkanmaya ihtiyaç duyabilir. Yıkama sıvıları tipik bir atık su arıtma tesisinde işlenebilir. Ayrıştırma ürünleri yoğunlaşmış olduğundan, ilave çözelti bakımı gereklidir.

Çalışma verileri
Buharlaşma, özellikle krom elektrolitlerde yüksek sıcaklıklarda çalışan işlem çözeltileriyle en kolay şekilde kullanılır. Çok aşamalı durulama teknolojisi ile bağlantılı olarak (uygulamada beş durulama aşamasına kadar), yöntem neredeyse atık susuz çalıştırılabilir. Ortam sıcaklığında yeterli buharlaşma meydana gelebilir. Altı-değerlikli krom kaplamasında, işlem banyosundan durulamalara doğru sürüklenen kromik asit hemen hemen tamamen çözeltiye geri kazandırılır. Minimum krom asidi kayıpları, egzoz havası ile ve elektrolitlerin rejenerasyonu dolayısıyla beklenmelidir.

Buharlaşma, yüzey alanını artıran hava çalkalaması ve/veya buharlaştırıcı kullanılarak arttırılabilir (bkz. Bölüm 2.7.4, 2.7.5 ve 4.7.11.3).

Uygulanabilirlik
Tüm işlem çözeltileri, özellikle işlem çözeltisinin ısındığı ve sıklıkla buharlaştırılarak soğutulduğu zayıf elektrik verimliliği olanlar (bkz. Bölüm 4.4.4.2) için uygundur. Altı- değerlikli krom elektrolitler bu teknik için özellikle uygundur.

Aynı zamanda yüksek ısınma tepkimesine sahip kimyasal çözeltilerle de kullanılabilir.

Bölgesel hava durumu özellikleri de uygulanabilirliği etkileyebilir.

Ekonomi
Çok az ya da hiç sermayesiz tesis gerektirir.

Uygulama için itici güç
Genel ekonomi bölümüne bakınız, Bölüm 4.7.10'a bakınız.

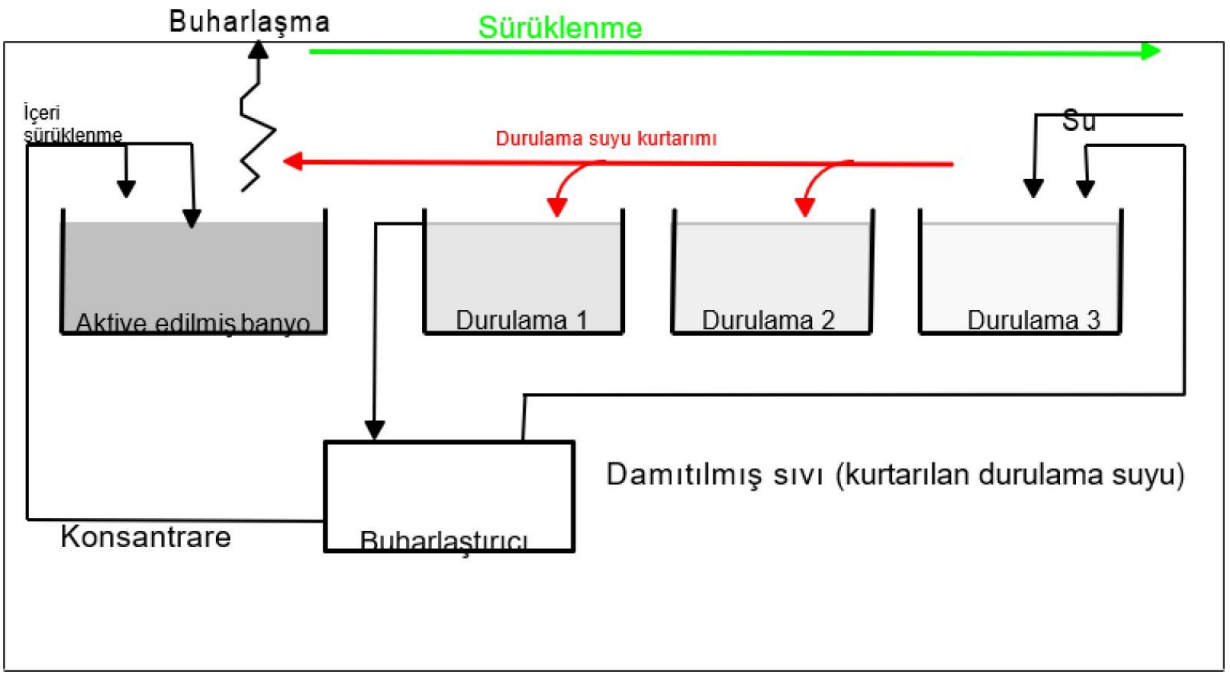
Örnek tesisler
Ek 8.5'teki kaynak fabrikalara bakınız.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 104, UBA, 2003], [124, Germany, 2003] [113, Austria, 2003].

4.7.11.3 Ek enerji kullanan buharlaştırıcı ile buharlaşma

Açıklama
Elektrokimyasal tesislerde, işlem tankına geri beslenen durulama suyunun derişimi için atmosferik buharlaştırıcılar kullanılır. Endüstriyel olarak kullanılan buharlaştırıcılar genellikle 20 ila 200 ° C arasındaki sıcaklıklarda ve 0,1 ila 1 bar arasındaki çalışma basınçlarında çalışırlar. Genellikle elektro kaplama atölyelerinde kullanılan buharlaştırıcılar, enerji geri kazanımı (buhar birleştirme veya ısı pompası ile vakumlu buharlaştırıcılar) ile donatılmıştır ve her metreküp buharlaştırılmış su başına yaklaşık 150 - 200 kWh'ye ihtiyaç duyarlar.

Buharlaşma ilkeleri (Doğal işlem) (bkz. Bölüm 4.7.11.2) ve buharlaştırıcılar yaklaşık olarak aynıdır, ancak uygulama koşullarından bağımsız olarak gücü ayarlanabildiği için buharlaştırıcı pratikte daha evrensel olarak uygulanabilirdir (bkz. Bölüm 2.7.4 ve 2.7.5).



Şekil 4.17 Buharlaştırıcı taslak çizimi

Elde edilen çevresel faydalar
Ulaşılan genel çevresel faydalar için, bkz. Bölüm 4.7.10.

Çapraz ortam etkileri
Buharlaştırıcılarda, basınç düşürme ve/veya ısı girdisi olarak, 150 - 200 kWh/m^3 su düzeyinde ek enerji kullanılabilir.

Kirlenmiş su damlacıklarının havaya yayılmasını önlemek için, buharlaştırma tankı çıkışı bir buğu giderici ile donatılabilir. Buharlaşma tankının başarımı hava sıcaklığına ve neme bağlıdır ve önemli bölgesel değişiklikler olması muhtemeldir.

Çalışma verileri
Suyun normal kaynama sıcaklığında seyreltilmiş elektrolitlerin buharlaştırılmasıyla, elektrolitlerdeki organik katkı maddeleri zarar görebilir. Bu nedenle, daha düşük basınçlarda ve düşük sıcaklıklarda çalışan vakum buharlaştırıcı sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler de malzemelere olan yüksek talep nedeniyle, basit sistemlerden daha pahalıdır.

Uygulanabilirlik
Isıya dayanıklı tüm işlem çözeltileri.

İşlem banyosundaki fazla enerjiye bağlı olmamakla birlikte (bkz. Bölüm 4.7.11.2), işlem, sıcak çözeltilerle veya işlem çözeltisinin ısındığı ve genellikle buharlaşma ile soğutulduğu yerlerdeki zayıf elektrik verimliliği olan işlemlerle en etkin şekilde çalışacaktır (bkz. Bölüm 4.4. 4.2)

Bölgesel hava durumu modelleri de uygulanabilirliği etkileyebilir.

Uygun yatırımın sağlanması için işlem çözeltisinde yer alan tüm işlem kimyasalları, tekniğin uygulamaya konulmasından önce bir buharlaştırma sisteminde uygulanabilme testinden geçirilmelidir.

Krom elektrolitlerin buharlaşmasına ek olarak, buharlaştırıcılar ayrıca asit veya siyanür çinko, nikel ve kadmiyum elektro kaplamada durulama sularının derişimi için kullanılır. Çinko çözeltilerinin, elektrolitlere ilave işlem gerektiren bir köpük oluşturması eğilimi vardır.

Buharlaştırıcılar, durulama sularından elektrolit geri beslemesi için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Malzeme döngülerinin tamamlanması, belirli işlem aşamaları için durulama suyunun geri beslenmesini mümkün kılan bir buharlaştırıcı ile gerçekleştirilebilir.

Ekonomi
Bkz. Genel ekonomi, Bölüm 4.7.10.

Buharlaştırıcının (vakumlu veya vakumsuz) genellikle bir depolama tankına montajı için sermaye maliyeti vardır. Bunlar sıcak çözeltilerle sıradışı olmasına ragmen, ek enerji maliyetleri de vardır. Maliyet tasarrufu, geri kazanılan malzemelerden, atık su arıtma malzemelerinin azaltılmasından ve bazı durumlarda atık su arıtma tesisinde azaltılmış sermaye yatırımından kaynaklanır.

Malzemelerin geri kazanımı ve su kullanımının azaltılması için ekonomikliğe karşı durulama aşamasında durulama tanklarının sayısının artması, tesisteki değişiklikler gibi maliyetler bu bölümdeki veriler kullanılarak hesaplanabilir (belirli tesis verileri ile birlikte). Ayrıca tesis optimizasyonu, yazılım araçları kullanılarak hesaplanabilir. Temizlik sonrası durulama, elektrokimyasal işlemden sonra, kaplamadan sonra ve zorla buharlaşmanın yanı sıra pasivasyondan sonra da durulama örnekleri için bkz. Bölüm 4.1.4 ve Ek 8.11.

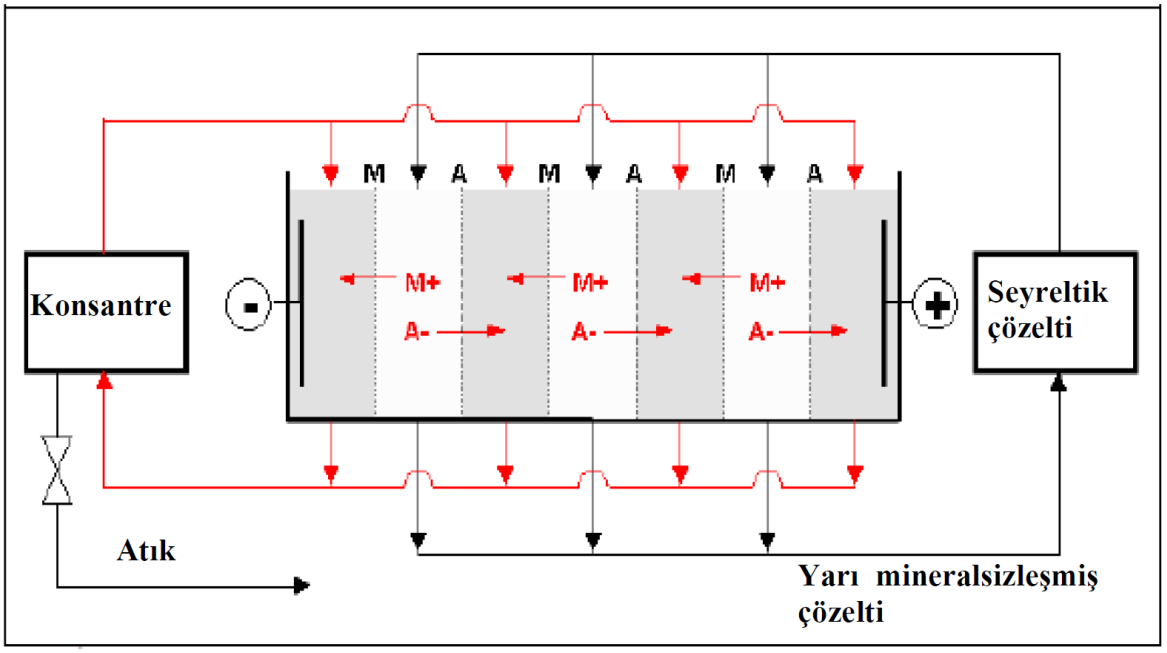
Uygulama için itici güç
Bkz. Genel ekonomi, Bölüm 4.7.10

Örnek tesisler
Frost Electroplating Ltd, Birmingham, Birleşik Krallık; Merrydale, Wednesbury, İngiltere, Sikel N.V. Genk, Belçika, Disflex Fransa (Breuil le sec), TMN (Notre Dame de Gravenchon), Fransa, ACRODUR (Carrière sur Seine), Fransa (bkz. Bölüm 4.7.11.6).

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 104, UBA, 2003], [119, Eurofer, 2003], [124, Germany, 2003], [124, Germany, 2003], [119, Eurofer, 2003, Czech, 2003 #116].

4.7.11.4 Elektrodiyaliz

Açıklama
Elektriksel diyaliz, bir elektrik alanın malzeme taşınımını zorladığı bir diyafram işlemidir. Anyonlar ve katyonlar, alternatif anyon- ve katyon- geçirgen membranlara sahip hücrelere uygulanan bir elektrik alanıyla çözeltilerden çıkarılır. Hem seyreltilmiş çözeltilerin derişimi hem de suyun iyonsuzlaştırılması için kullanılır.



Not: M + = katyon, A - = anyon

Şekil 4.18 Elektriksel diyalizin çalışma prensibi

[104, UBA, 2003]

Elde edilen çevresel faydalar
Azaltılmış su tüketimi. Artan sürüklenme kurtarma.

Çapraz ortam etkileri
Enerji girişleri gerektirir.

Çalışma verileri
Diyaframların uzun ömürlü olmasını sağlamak için:

- diyaframlar, mekanik kirliliğe karşı ön filtreleme aşamasıyla korunmalıdır.
- diyaframların organik maddelerle (yağlar gibi) tıkanması engellenmelidir.
- diyafram yüzeyinde tıkanma, düzenli durulama ve kutuplaşmanın tersine çevirme (kutup değişimleri) ile önlenebilir.

Uygulanabilirlik
Durulama suyundan nikel tuzlarını geri kazanmak için yüzey işleminde kullanılmıştır.

Ekonomi
Elektriksel diyaliz için ekonomik uygulama kriterleri, diyaframların hizmet ömürleri, tesisin bileşenleri ayrılmadaki verimliliği ve kWh başına verimdir.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003], [113, Avusturya, 2003, 162, USEPA, 2000]

4.7.11.5 Ters ozmos- kapalı döngü galvanik

Açıklama
Ters ozmoz (RO), suyu bir tuz çözeltisinden ayırmak için yarı geçirgen bir zar (membran) boyunca hidrostatik basınç değişimi kullanır. Uygulanan basınç, besleme çözeltisinin ozmotik basıncını aşar, bu da suyun konsantre çözeltiden daha seyreltik çözeltiye akmasına neden olur: doğal ozmotik yayılmanın (difüzyonun) tersi. Çözünmüş katı maddeler zar yüzeyi tarafından reddedilir. Çok yüklü birçok iyon %99'u aşan oranlarda reddedilebilir. Tek yüklü iyonlar tipik olarak %90 - 96 aralığında rejeksiyon oranlarına sahiptir.

Şekil 4.19 Ters ozmos tesisi

Menoni S.A. ve Agence de l'eau Seine-Normandie

Elde edilen çevresel faydalar
Durulama sularını yoğunlaştırmak ve malzemeleri geri kazanmak, atık suları ve gelen veya geri dönüştürülmüş suları işlemek için kullanılır.

Çapraz ortam etkileri
Basıncı korumak için gerekli olan enerji.

Çalışma verileri
Ters ozmoz (RO), durulama suyunun arıtılması ve durulama suyundan kimyasalların geri kazanımı için yüzey son-işlem endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca, durulama ve kaplama çözeltilerinde yüksek kaliteli iyonsuz su üretimi için ham suyun arıtılmasında kullanılır. Şekil 4.19, durulama suyu uygulamaları için ters ozmoz akış şeması sunmaktadır. Durulama suyundan kimyasal kaplamaların ayrılmasını içeren ters ozmoz uygulamaları, esas olarak nikel kaplama işlemlerine (sülfamat, fluoborat, Watt ve parlak nikel) uygulanmıştır. Diğer yaygın uygulamalar arasında bakır (asit ve siyanür) ve asit çinko bulunur. Son zamanlarda RO, durulama suyunu kromatlamak için başarıyla uygulanmıştır. Tipik konfigürasyonda, RO birimi, kaplamadan sonraki ilk durulamalı döngüde çalıştırılır. Yoğunlaştırılmış akış, kaplama banyosuna geri dönüştürülür ve süzüntü akımı ise son durulamaya geri dönüştürülür. Ters ozmoz, yüksek çözünmüş katı madde (TDS) kaynaklarından yüksek kalitede su üretimi gerektiren su arıtımında (iyon değişimiyle ve iyon değişimi olmadan) yaygın olarak kullanılır. Büyük ölçekli atık su geri dönüşümü, yüzey kaplama endüstrisinde RO için önemli bir uygulama olarak gelişmektedir.

Tüm polimer-bazlı membranların başarımı zamanla azalır ve süzüntü akımı (flux) ve membran reddetme başarımı azalır. RO membranları, besleme akışındaki organik maddeler, su sertliği ve askıda katı maddeler veya işlem sırasında çöken maddeler tarafından kirlenmeye karşı hassastır. Ön filtrelerin yüklenmesi, besleme akışındaki katıları kontrol edebilir. PH gibi çalışma parametrelerin değiştirilmesi, çökelmeyi engeller. Peroksit, klor ve kromik asit gibi oksitleyici kimyasallar da polimer membranlara zarar verebilir. 0.025 molardan daha büyük derişimlere sahip asit ve alkali çözeltiler de membranları bozabilir. Çoğu uygulamada, besleme çözeltisi, hidrostatik basınçla üstesinden gelinmesi gereken önemli ozmotik basınca sahip olacaktır. Bu basınç gereksinimi, bu teknolojinin pratik uygulamasını, toplam çözünmüş katı madde derişimleri yaklaşık 5000 ppm'nin altında olan (disk tüpü uygulamaları hariç) cözeltilerle sınırlandırmaktır. Derişimdeki özgül iyonik seviyeler, çökelmeyi ve kirlenmeyi önlemek için ürün çözünürlük noktalarının altında tutulmalıdır. İyonik türler reddedilme yüzdesine göre farklılık gösterir. Boratlar gibi bazı iyonlar, geleneksel zarlar için nispeten zayıf red oranlarını sergilemektedir.

Uygulanabilirlik
Yukarıdaki Çalışma verilerine bakınız.

Ekonomi
Aşağıdaki Örnek tesise bakınız. Geri ödeme kısa olabilir (bkz. Örnek Tesisler, BGT Eindhoven)

Uygulama için itici güç
Tipik bir atık su arıtma tesisinde malzeme geri kazanımı, su geri kazanımı, azaltılmış yatırım ve işletme maliyetleri

Örnek tesisler
BGT Eindhoven, Hollanda
Disflex Fransa, Breuil le Sec, Fransa.

Aşağıdaki veriler şunun içindir: Disflex France
Nikel, dekoratif krom kaplamadan önce esnek bir destek üzerine yerleştirilir.
Su, ilk durulama kademesinde geri kazanılır. Bu su, dışa sürüklenme nedeniyle nikel bakımından zengindir ve aktif karbondan geçirilir ve bir tampon tankına gönderilir. Çözelti, ters ozmoz ünitesinin membranları boyunca 20 bar basınçta pompalanır. Geri kazanılan nikel çözeltisi, işlem banyosuna geri döndürülür ve su, kademeli çalkalamaların ilk aşamasına yeniden verilir.

İşlem şartları:

- nikel banyo sıcaklığı: 60 ° C
- nikel banyo hacmi: 6000 l
- nikel banyo derişimi: 80 g / l
- beş kademeli durulama tankları, hacim: 400 litrelik beş tank
- tampon tank hacmi (aktif karbon ve ters osmozdan sonra): 300 litre

Sistem verimliliğini değerlendirmek için farklı kademeli durulamalarda nikel derişimi:

- nikel banyosu = 80 g / l
- durulama 1 Ni = 6,3 g / l
- durulama 2 Ni = 1,6 g / l
- durulama 3 Ni = 0.54 g / l
- durulama 4 Ni = 0.250 g / l (250 mg / l)
- durulama 5 Ni = 0.065 g / l (65mg / l).

Ters ozmoz ünitesinin boyutu büyük değildir ve her biri bir metre uzunluğunda iki blok membran içerir.

Yararları
Hem metal hem de diğer katkı maddelerinin bulunduğu nikel çözeltilerinin geri kazanımı.
Azaltılmış atık su arıtma maliyetleri.
Azaltılmış su tüketimi.

Ekonomi
Bu örnek için:

- o pompanın elektrik tüketimi: 2.5 kWh
- o membran bakım maliyetleri (değişim ve temizlik): 3 yıl için 2000 EUR
- o sistemin izlenmesi (zaman ve insan gücü), seviye kontrolü ve filtrelerin temizlenmesi:
- o her gün 1 saat
- o ters osmoz ünitesinin maliyeti: 30 000 Euro.

Uygulama için diğer itici güçler
Katı atığa veya suya nikel kaybı olmaz. Satın alınan tüm nikel kaplanır, yani verim %100 olur.

Ürünlerin kalitesi daha iyidir, çünkü durulama daha etkilidir.

Kaynak literatür
[55, Fransa, 2003, 162, USEPA, 2000, 166, RIZA, 2004]

4.7.11.6 Elektrolitik krom kaplama - kapalı döngü elektro kaplama

Açıklama
Altı-değerlikli Cr (VI) kaplama, krom için kapalı döngü olarak kullanılabilir. Bu, durulama suyunun buharlaşma ile dengede kalmasını sağlamak için bir buharlaştırıcı ve kademeli durulama bileşimi ile elde edilir.

Biriken safsızlıkları gidermek için iyon değişimi kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
İşlemden, Cr (VI) veya diğer malzemelerin atık suya boşaltımı yoktur. Bu, işlemin sermaye maliyetini ve işlemde kimyasal ve enerji kullanımını en aza indirir.

Kromik asit ve diğer bileşenler (örneğin köpük bastırıcılar, örneğin PFOS), süreçte geri dönüştürülür.

Çapraz ortam etkileri
Altı-değerlikli Cr (VI) kaplama banyoları, işlenmiş metallerden inorganik katyonlar ve kromik asidin indirgenmesi ile kirlenir. Bu safsızlıklar, krom kaplama işlemini bozmamak için düşük

derişimde tutulmalıdır.

Enerji, buharlaşmaya yardımcı olmak için kullanılır

Çalışma verileri
Kaplama banyosunu tersine kademeli durulama takip eder. Durulama suyu, katyonik reçinede (Cr (III) ve diğer katyonları korumak için) işlemden geçirilir ve daha sonra, kromik asit açısından zengin bir çözelti elde edilmesi için bir buharlaştırıcıda yoğunlaştırılır. Bu asit, çalışma banyosuna geri gönderilir. Damıtık, durulama aşamasında geri dönüştürülür.

Buharlaştırıcı, 250 - 280 g / l'lik bir derişim veya ara derişim (120 g / l) elde edilene kadar durulamayı azaltır. Buradaki ara derişim, banyodaki doğal buharlaşmanın derişime katkıda bulunduğu kaplama çözeltisine geri verilir.

Buharlaşma için gerekli elektrik tüketimi ile durulama geri-beslemesi için kullanılan suyun tüketimi arasında bir denge olan verimlilik optimumu vardır.

Teçhizat büyüklüğü kirlilik dışa-sürüklenme miktarına bağlıdır. Buharlaşma akışları genellikle 60 ila 200 l / s arasındadır.

Iyon değiştiriciler, buharlaşmadan önce durulamalarda metal katyonları toplar. İyon değiştiricilerin yenilenmesi tehlikeli atık arıtma merkezinde gerçekleştirilir.

Buharlaştırıcının alaşım kalitesine bağlı olarak olası korozyon problemi vardır.

Uygulanabilirlik
Tüm Cr (VI) kaplama tesisleri.

Ekonomi
Sermaye maliyeti, Cr (VI) boşaltımlarının azaltılması ihtiyacı, atık su arıtma tesisi kapasitesinin artırılması, vs. gibi mevcut tesis ve sürücülere bağlı olacaktır. Daha yüksek bakım ve enerji maliyetleri vardır.

Uygulama için itici güç

Örnek tesisler
Disflex Fransa (Breuil le sec), TMN (Notre Dame de Gravenchon), ACRODUR (Carrière sur) Seine)

Kaynak literatür
[48, Fransa, 2003]

4.7.12 Tekniklerin ve tesis-çapında yaklaşımların birleştirilmesi

Genel Açıklama
Teknikler, tesis için genel çevresel hedeflere ulaşmak amacıyla, tesisde daha yaygın olarak kullanılabilir (bkz. 4.1.1 (a) ve (b)).

Önceki bölümler (4.4.5.3, 4.5, 4.6 ve 4.7), bir işlem veya işlem hattına dayalı nokta kaynak tekniklerini şu şekilde açıklar:

- suyu geri kazanarak ve yeniden-kullanarak su tüketimini azaltmak
- geri kazanım ve yeniden kullanma yoluyla malzeme tüketimini azaltmak.

Bu ve diğer teknikler, tüm tesis için yukarıdaki amaçların daha da genişletilmesi ve atık suların ve atık su arıtımının en aza indirilmesi için kullanılabilir. Ancak, bunun aşağıdakilerin dikkate alındığı genel bir görüşe ihtiyacı vardır, örneğin:

- hedeflerin detayları
- mevcut teçhizat (mevcut atık su arıtma tesisi gibi altyapı dahil), mevcut veya planlanan değişiklikler
- mevcut veya planlanan görevler için teçhizatın durumu / uygunluğu
- çevresel kalite standartlarını karşılama gibi değişiklikler için baskılar
- mevcut teçhizat için amortisman eğrisindeki değerler dahil olmak üzere maliyetler.

Arıtma / geri kazanım için noktasal kaynak seçenekleri ile merkezi veya birleştirilmiş sistemler arasında takaslar vardır. Örneğin, tek bir sabit yerde geri kazanım sistemleri (örneğin birkaç işlem hattından durulama sularının geri dönüşümü için merkezi ters ozmoz / iyon değişimi). Bir

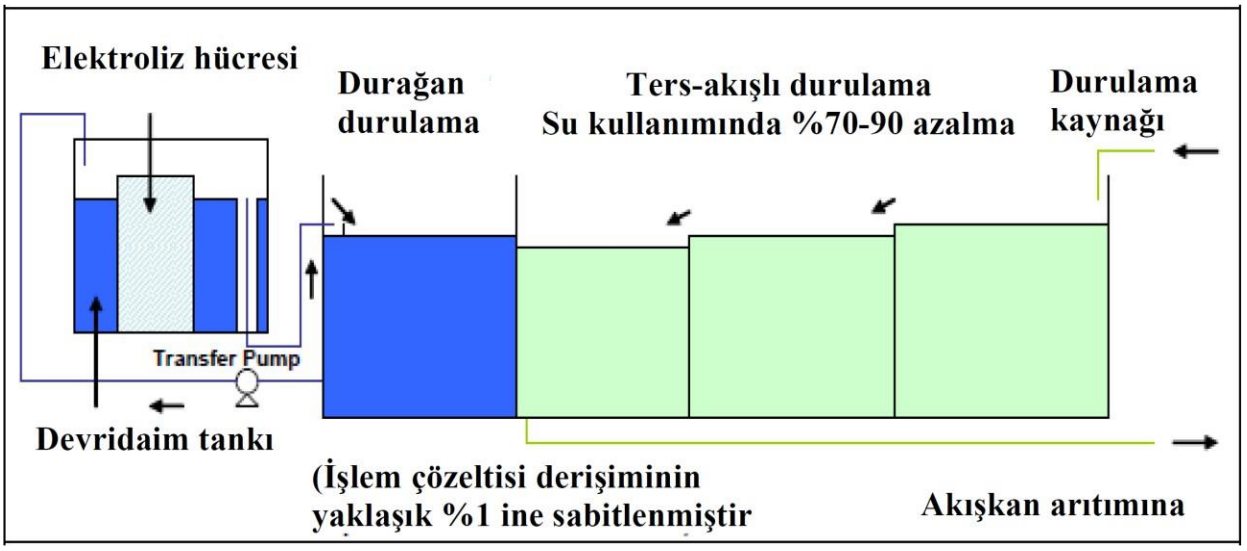
başka birleşik strateji, birkaç nokta kaynağının aralıklı olarak saflaştırılmasını / geri kazanılmasını gerçekleştirmek için bir mobil sistem kullanmak olabilir. Örneğin, birkaç farklı asit banyosunu saflaştırmak / geri dönüştürmek için tek bir mobil difüzyon diyaliz sistemi kullanılabilir. Kombine stratejiler, büyük ölçüde artan tesis ara-yüzü gereksinimleri olmadıkça, ekonomik açıdan dolayı daha uygun maliyetli olabilir: örneğin, tipik bir atık su arıtma tesisi, tüm akışları birleştirmeye dayanır (bkz. Bölüm 2.13.1 ve 4.16). Nokta kaynaklı sistemler kısmen veya tamamen daha fazla esneklik, yedekleme, güvenilirlik sunabilir ve daha uygun maliyetli olabilir. Bazı durumlarda teknikler, sıfır veya sıfıra yakın, boşaltım elde etmek için birleştirilebilir (Bölüm 4.16.12'ye bakınız).

Birleşme tekniklerinin örnekleri
Suyun işlemlerde yeniden kullanılmasını ve / veya düşük salınım gereksinimlerini karşılamak amacıyla atık suların son temizliğini sağlamak için kullanılabilecek çeşitli teknikler vardır, bkz. Ekler 8.5 ve 8.11.

Açıklama
Şelatlayıcı katyon değişim reçinesi kullanılarak atık suların son temizliği, etkili metal giderimi yapıldıktan sonra daha etkilidir. Bu, hammaddelerin korunması ve saklanması (örneğin, Bölüm 4.6 ve 4.7'ye bakınız), elektrolitler (bkz. Bölüm 4.11.9) ve / veya çökeltme (Bölüm 4.16.7'ye bakınız) ile sağlanabilir. Şelatlayıcı katyon değişim reçinesi etkinliği de atık su pH'sine bağlıdır. Her bir metal için en-uygun pH farklıdır. [121, Fransa, 2003].

Metalin (örneğin, elektroliz ile) ayrılması, en yoğun şekilde ve diğer kirleticilerle karıştırılmadan önce, durulama aşamalarında (bakınız Şekil 4.20 Bölüm 4.7) en kolay şekilde elde edilebilir. Yüksek verimli elektrolitik hücreler, değişim reçinesinin ömrünü uzatır.

Elektroliz ve akışkan yatak teknolojilerinin bir birleşimi tek başına veya yarı-geçirgen membranlar ve iyon değiştirme teknolojileri ile birlikte, kirlenmiş sulu çözeltilerden metallerin



Şekil 4.20 İyon değişiminden önce durulamada kaybolan metalin ayrılması

geri kazanımı için kullanılabilir, bkz. Bölüm 4.12.1 (bunlardan bazıları tescilli ve patentlidir)).
Chemelec hücresi, BEWT Environmental Services Ltd.

Elde edilen çevresel faydalar
Düşük metal boşaltım seviyeleri başarılması.
Durulama-sularını tekrar kullanma potansiyeli.

İyon değişim sistemleri sadece reçine kolonları için değil, aynı zamanda yenilenme tesisi için de yer gerektirir. Ayrıca, üretilen ve yenilenen su kalitesini kontrol etmek için yeterli uzmanlık gerektirir. Küçük tesislerde ticari sistemler, reçine kolonlarının merkezi tesiste reçineleri yenileyen bir tedarikçi vasıtasıyla değiştirildiği yerlerde çalışır.

Çapraz ortam etkileri
Yüksek verimli bir hücre kullanılmadığı sürece, özellikle düşük derişimlerde güç tüketimi.

Çalışma verileri
Bölüme bakın

Uygulanabilirlik
Değerli ve değerli-olmayan metaller üzerinde geniş uygulanabilirlik.

Ekonomi
Sermaye maliyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilecek çeşitli parametreler vardır, ancak merkezi olanlarda iyon-değişimi boyunca akış ve metal kirliliği seviyesi sürekliliğidir. İşlem hattında metal geri kazanımı yapılması, iyon değişimine aktarılan metalin %95'ini giderebilir, bu da reçinenin 'yenilenmesi' öncesindeki sürede %2000'lik bir artışa neden olur. (veya alternatif olarak reçine miktarı ve dolayısıyla teçhizatın boyutu ve maliyeti önemli ölçüde azaltılabilir):

• Ağırlıklı kapasite:

- <1 m^3/s 100 ppm GBP 25000 (Temmuz 2003)
- <3 m^3/s 100 ppm GBP 47000

Atık su arıtma: Tesis için minimum inşaat mühendisliği işi gerektiren (örneğin, boru hatları ve seviye sabit) bağımsız üniteler tasarımda modülerdir ve durulama çözeltisinden 0,5 ila 9,0 m^3/saat arası sürekli bir akışkan akısını sağlar. Sermaye maliyetleri, son çökeltme tankından önceki işlem aşamalarına ve dahil edilmesi gereken işlem izleme seviyesine ve saha dışı boşaltım yöntemine bağlı olarak değişir. İşletme maliyetleri neredeyse tamamen ön işlem için gerekli kimyasalların (asit, alkali, floküler vb.) maliyetine bağlıdır.

• Ağırlıklı kapasite:

- <0,5 m^3/s GBP 11000
- <3 m^3/s GBP 47000
- <9 m^3/s GBP 38000

Uygulama için itici güç
Su koruma politikası ve mevzuatı.

Örnek tesisler
Kadmiyum geri kazanımı ve su kullanımı için:

- South West Metal Finishing Ltd, Exeter, İngiltere
- Moores (Wallisdown) Ltd., Bournemouth, İngiltere.

Atık işlemi için:

- C-TEC Ltd., Leighton Buzzard, İngiltere
- Ekkato Ltd. (Alüminyum Thrakis), 19 300 Atina, Yunanistan.

İyonsuzlaştırıcı (deionizer) değişimi, Almanya'daki 1500'ün üzerinde tesis tarafından kullanılmaktadır.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003, 110, BEWT, 2003], [12, PARCOM, 1992].

4.7.13 Sıfır boşaltım

Bazı durumlarda teknikler suya sıfır boşaltım sağlamak için birleştirilebilir, Bölüm 4.16.12'ye bakınız.

4.8 Hammadde kullanımını optimize eden diğer teknikler

4.8.1 İşlem kimyasalları derişim denetimi

Açıklama
Bazı işlem kimyasallarının çalışma derişimi gerekli şartın altına düştüğünde işlem cözeltileri giderek etkisiz hale gelir. Tüketilen işlem kimyasallarının eklenmesiyle, bir cözeltinin çalışma ömrü uzatılabilir, bkz. Bölüm 4.1.2. SPC denetlemeleri ve / veya diğer üretim yönetim sistemleri sıklıkla kullanılır. Bazı üretim çalışanlarının gerekenden daha fazla malzeme ekleme eğiliminde olması önemli bir problemdir.

Mümkün olduğu yerlerde, otomatik dozlama doğruluk ve güvenilirlik için en iyi seçenektir ve düzenli eklemelere izin verir ve derişimde salınımları önler. Bu bir, zaman, sıcaklık, akış hızı veya pH veya rH vb. gibi diğer kontrol bazında çalıştırılabilir.
Mevcut süreçler, özellikle önemli çevresel ve sağlık etkilerine sahip kimyasalların derişimini azaltmak için tedarikçiler ve / veya şirket içi uzmanlık tarafından optimize edilebilir.

Aşağıdakileri ayırt etmek için iki durum vardır:

- Metaller: Elektro kaplamadaki metal iyonlarının dengesi, anottan çözünen miktar ile katoda biriken miktar arasında teorik olarak sabittir, ancak bu uygulamada geçerli değildir, bkz. Bölüm 4.8.2. Bir metalin elektriksiz veya inert anotlar kullanılarak biriktirilmesinde, metal iyonları çökelme hızına ve dışa-sürüklenme miktarına göre çözelti içine eklenmelidir.

- İşlem kimyasalları: İşlem çözeltisinde asit, alkali, tuzlar, parlak katkılar / parlatıcılar veya tampon maddeler gibi diğer kimyasalların derişimi, elektrolitin dışa-sürüklenmesi veya işlemde bozulma ile otomatik olarak azalır.

Elde edilen çevresel faydalar
Çözeltilerin hizmet ömrünün uzatılması.

Kontrolsüz ilaveler yoluyla kimyasalların aşırı kullanımında azalma.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Çalışma verileri
Önceden ayarlanmış aralıklarda ana işlem cözeltisi bileşenlerinin ölçülmesi, tüketimi, arıza oranlarını ve yapılan eklemeleri izlemek için gereklidir.

Süreç cözeltilerinin tek tek bileşenlerinin tüketimi tekdüze olmaz. Daha yüksek bir tüketime bağlı olan seçilmiş içeriklerin ayrı ayrı doldurulması gerekir. Bileşenlerin seçilen dozajı, tektek malzeme bileşenlerinin kullanıcı tarafından bilinmediği ve her zaman piyasada bulunmadığı durumlarda sorun yaratabilir. Kimyasal tedarikçiler kontrol parametreleri konusunda tavsiyelerde bulunarak yardımcı olabilirler ve tamamlama için yüksek derişim sağlayabilirler. Tamamlama ampirik araştırmalara (çalışma, deneyim) dayanmak zorunda kalabilir ve çoğu zaman sadece zorluklarla otomatikleştirilebilir.

Uygulanabilirlik
Tüm süreç çözeltilerine uygulanabilir. İşlem kimyasallarının özgün karışıma eklenmesi genel işlem teknolojisidir ve uygulamada her yerde bulunur.

Ekonomi
Çoğu işlem cözeltisinin çalışma ömrünü uzatır.
Gelişmiş süreç kalitesi ve tutarlılığı.

Uygulama için itici güç
Yukarıdaki Ekonomiye bakınız. Bu genellikle müşteriler tarafından talep edilir.

Örnek tesisler
Tüm siteler ziyaret edildi; örneğin SGI, Plaisir, Fransa; Sikel N.V. Genk, Belçika; Corus, Llanelli, İngiltere.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 104, UBA, 2003]

4.8.2 Farklı elektrot verimleri

Açıklama
Elektrolitik metal biriktirilmesinin basit kavramı, metal anodun birikme ile aynı oranda çözünmesi nedeniyle çözeltideki metal iyonlarının derişiminin sabit kalmasıdır. Bununla birlikte, gerçekte, anot ve katotta sıklıkla farklı elektrot verimliliği vardır. Daha yüksek bir anodik verim, metal iyonu derişiminin artmasına yol açar. Bu, nikel ve çinko çözeltileri gibi bazı elektrolitlerde bulunabilir.

Bu problemle başa çıkmak için tek başına veya birlikte kullanılabilecek seçenekler vardır. Problemler aşağıdaki Uygulanabilirlik kapsamında tartışılmaktadır:

- çözelti elektro-kimyasının izin verdiği yerlerde, metalin dışarıda çözündüğü çözünmeyen anotlar ve denetimli çözelti sertliği kullanın (bkz. Bölüm 2'ye giriş, Elektrolitik hücreler ve reaksiyonlar)
- çözünür anotların bir kısmını fazladan akım devresi olan membran anotlar ile değiştirin
- çözeltinin derişiminin dengeli olmasını sağlayan özel çözünmez anotlar
- daha kalın kaplamalar gerektiren iş parçaları veya alttaşları kullanın
- çelik sac üzerinde "kaplama"
- anotları çıkarmak.

Elde edilen çevresel faydalar
Sürüklenmede enerji kullanımının ve işlem metali kaybının en aza indirilmesi.
Gerekli özellik kalınlığından aşırı-kaplamaların azaltılması.
Aşırı-kaplama ile ilgili problemlerin giderilmesinden dolayı yeniden işlenmedeki çevresel etkilerde azalma.

Çapraz ortam etkileri
Dış çözülme tankları kullanıldığında veya membran devreleri ve / veya ayrı olarak kontrol edilen ek devreler olduğunda ek teçhizat gereklidir.

Çalışma verileri
Tüm teknikler süreç kontrolünü geliştirebilir, ancak bkz. Uygulanabilirlik. Dış toparlama tanklarının veya işlem eklerinin kullanılması, daha yüksek işlem kalitesi kontrolü ve bakımı gerektirir.

Uygulanabilirlik
Çinko dahil olmak üzere birçok elektrolitik işlem, çözünmeyen elektrotlardan faydalanabilir ve dış toparlama tankları veya ayrı çözelti eklemeleri kullanabilir. Dış toparlamalı bir inert anot sistemi ek yatırım gerektirir, ancak problemi zaman içinde tutarlı bir hale getirir.

Daha kalın kaplamalar ve çelik saç üzerine "şerit kaplama" işlemi gerektiren işlenecek parçalar veya alttaşlar sadece çözünebilir anotlarla çalışır. 'Akım verimliliği' daha sonra çok yüksek olabilir. İş parçaları için özelliklerin doğru dengesi (diğer bir deyişle daha kalın ve daha ince kaplama kalınlığı gereklilikleri kombinasyonu), özellikle sözleşmeli (taşeron) atelyeler için fazla çözünmüş metali ayırma gereksinimi ile çakışmayabilir.

Anotları çıkarma: anodik akım yoğunluğu dikkate alınmalıdır. Bu, anot pasifleşmesine ve / veya işlem çözeltisi bileşenlerinin artan elektrolitik ayrışmasına yol açabilir. Azaltılmış akım

yoğunluğu verimi düşürür ve işlem çözeltisi metal derişimini azaltmak daha fazla zaman alır.

Kaplama işlemi, anot metalini kurtarmaz. Ancak, düşük akım yoğunlukları kullanan elektrolitik seçici kaplama, istenmeyen kirletici metallerin, örneğin çözünebilir Ni anotlu nikel banyosundan ayrılması için kullanılabilir.

Pratikte nikel süreçleri çözünmeyen elektrotlardan faydalanamaz (bkz. Bölüm 2.5.2).

Membran anotlar kırılabilir ve bu tekniğin, kaplama yapılacak olan şekillerin ve boyutların sürekli olarak değiştiği (ve membranlara dokunup kırabildiği) alt-sözleşmeli kaplamada kullanılması mümkün olmayabilir. Membran anotlar da akım yoğunluğu ile sınırlıdır.

Ekonomi
Harici bir yapıya sahip inert bir anot sisteminde veya ayrı bir devre ile membran anotlar kullanılarak yapılan yatırım, genellikle malzeme tasarrufu ve iyileştirilmiş işlem kalitesi ile kendi kendini finanse eder. Diğer seçenekler kısa vadede daha ucuzdur, fakat uzun vadeli tutarlılık ve tasarruftan yoksundur ve üretimlerine güvenilip denetlenmesze, çözdüklerinden daha fazla kalite problemi (ve dolayısıyla maliyet) verebilirler.

Uygulama için itici güç
İşlem ekonomisi.
Zamanla süreç homojenliği ve yeniden işlenmede azalma.

Örnek tesisler
Metal Colours, Slough, İngiltere .; SIKEL N.V. Genk, Belçika.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002] (TWG üyeleriyle sözlü tartışmalar) [60, Hemsley, 2003, 73, BSTSA]. [119, Eurofer, 2003] [73, BSTSA,], [113, Avusturya, 2003, 165, Tempany, 2004]

4.8.3 Elektrolitik işlemlerde elektrot polarizasyonunu değiştirme

Açıklama
Elektrolit yağ giderme ve elektrolitik asitleme işlemlerinde elektrotların polarizasyonu düzenli aralıklarla değiştirilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Kaplama verimliliği olarak ele alınan hammadde tüketiminin azaltılması daha yüksektir.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik
İki-kutuplu elektrotlu yeni ve mevcut bobin kaplama tesisleri.
Askı ve tambur tesisleri için, cözeltiler alttaş metalleri tarafından kirletilir ve iki tank gerektirir.
Alttaşın uygun olduğu yerde, örn. Hidrojen üretimi oluşabilir.

Ekonomi
Bobin kaplama için, ilk yatırım 0,001 ila 0,15 / ton EUR'dur ve bakım maliyetleri 0.001 ila 0.15/t EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
İşlem verimliliği ve ürün kalitesi.

Örnek tesisler
Birçok sürekli bobin elektro kaplama hattı.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.9 İkame - hammadde ve süreçlerin seçimi

Genel açıklama
Yüzey işleme, geniş bir yelpazedeki süreçlerde çok çeşitli kimyasallar kullanır. Bölüm 1.4.4. Yönergenin Ek IV'ü, daha az tehlikeli maddelerin kullanılmasını gerektirir [1, EC, 1996] ve bu ayrıca bir PARCOM tavsiyesidir. Bununla birlikte, ya daha az zararlı maddeyle birlikte ya da diğer kazançlar için elde edilecek diğer çevresel faydalar da olabilir. Bunlar:

- hem işlemde hem de atık su ve hava salınım işlemlerinde daha düşük malzeme kullanımı
- enerji tasarrufu
- Su tasarrufu

İkame için başka uygulama ve ekonomik nedenler de vardır, örn .:

- sürecin iyileştirilmiş kalitesi ve güvenilirliği
- azalan atık su arıtımı için maliyet tasarrufu
- hava tahliyesini azaltmak için bir maliyet tasarrufu
- işyerinde sağlık ve güvenlik.

İkame şu şekilde yapılabilir:

- bir maddenin doğrudan daha az zararlı bir madde ile değiştirilmesi. EDTA veya NTA'nın glukonik asit türevleriyle yer değiştirmesi örnektir. Yüzey işleminde bunun için sınırlı fırsatlar vardır.
- farklı işlem kimyası veya yöntemleri ile ikame. Bu, örnek olarak çinko siyanürün siyanür içermeyen alkali veya çinko asit çözeltileri ile doğrudan değiştirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda kullanılır. Farklı kaplama işlemi kimyası, aynı malzemeler için bile farklı özelliklere sahip işlemler sağlar.
- sert krom kaplaması için otokatalitik nikel veya krom buhar biriktirilmesi teknikleri gibi farklı yüzey işlemleriyle ikame. İkame çekirdek işlem için ise, son özellikler farklı olabilir.

Bazı temel konular altı değerlikli krom örneğinde olduğu gibi maddeler olarak tartışılır ve seçenekler arasında kimyasalların ve işlemlerin ikamesi yer alır. Diğer konular, yağ giderme gibi işlem türleri olarak tartışılır.

Genel olarak elde edilen çevresel faydalar
Zararlı maddelerin kullanımında ve daha sonra çevreye giren miktarlarda azalma.
Enerji tasarrufu, daha az atık üretimi, daha az gürültü ya da toz salınımı gibi çevresel başarımdaki diğer gelişmeler.

Genel çapraz ortam etkileri
Bu etkiler bireysel alternatif tekniğe bağlıdır. Bazıları artan enerji kullanımı (buhar biriktirme teknikleri), artan atık üretimi (asit çinko) veya artan su veya hammadde tüketimi gibi etkilere sahip olabilir.

Özel gerekliliklerin karşılanamaması (bkz. Aşağıdaki genel uygulanabilirlik), sonuçta ortaya çıkan çevresel etkilerle birlikte artan rededilme ve yeniden çalışmalara yol açacaktır (bkz. Bölüm 4.1.2).

Genel Çalışma verileri
Bölüm 4.9.1 ila 4.9.16 arasındaki tek tek örneklere bakın.

Genel uygulanabilirlik
Her durumda, değişikliği yapmadan önce müşteriyle yapılan değişiklikleri tartışmak şarttır. Gerekli olan nihai başarım özelliklerinin tam verisi olmadan değişiklik yapmamak iyi bir uygulamadır. Bu özelliklerin özellikle uyarı olmaksızın karşılanamaması, müşteri güveninin kaybedilmesine ve reddedilmenin artmasına neden olabilir. Süreçlerin gerekli standartta çalışmasını sağlamak için, hem operatör hem de müşteri için kalite ve başarımın izlenmesi ve gerekli özellikler hakkında bilgi alışverişi yapması tavsiye edilir (bkz. Bölüm 4.1.2).

Ekonomi
Bu tek tek durum bazında olacaktır. Bazı durumlarda, enerji tasarrufu vb. ekonomik teşvikler olacaktır.

Uygulama için itici güç
Çalışanların sağlığı ve güvenliği, daha az zararlı maddelerin kullanılması için büyük bir itici güçtür, örn. altı-değerlikli krom yerine kullanılan.

Diğer çevre mevzuatı, OPSAR ve PARCOM tavsiyeleri, Su Çerçevesi, Seveso II ve Solvent Salınım Yönergeleri tarafından yönetilen su mevzuatı. İkameler daha uygun maliyetli olabilir.

Örnek tesisler
SGI, Plaisir, Fransa; Sikel N.V., Genk, Belçika.

Kaynak literatür
[11, Tempany, 2002, 18, Tempany, 2002] (TWG üyesi sanayi ile saha toplantılarında sözlü tartışmalar) [60, Hemsley, 2003] [12, PARCOM, 1992] [124, Almanya, 2003]

4.9.1 EDTA ve diğer güçlü kompleksleştirici maddeler (kenetleme maddeleri) için ikame

Açıklama
Güçlü kenetleme maddeleri özellikle EDTA'nın sorunları Bölüm 1.4.4.5'te açıklanmaktadır. Bunlar, baskılı devre kartı imalatı için kullanılan yağ giderme ve erozyon gibi işlem cözeltilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Glukonik asit bazlı olanlar gibi daha zayıf ve biyolojik olarak çözünebilir olanlarla değiştirilebilirler. Almanya'da asitleme ve temizlemede alternatifler vardır. EDTA, PCB imalatında akımsız bakırda da bir dereceye kadar kullanılmaktadır. Bununla birlikte, doğrudan kaplama yöntemleri (örneğin bakır çözeltide tartrat kompleksi) dahil olmak üzere EDTA'nın yerini alacak birçok alternatif vardır, bkz. Bölüm 2.11.2.4.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su arıtma sistemlerinde ve çevre sistemlerinde metallerin çözünmesinde azalma.

Çapraz ortam etkileri
Tahliye edilen EDTA miktarını değiştirmek veya azaltmak, bozundurmak için gereken enerjiyi ve kimyasalları azaltır.

Çalışma verileri
EDTA da bozundurulabilir veya ortadan kaldırılabilir, bkz. Bölüm 4.16.8

Uygulanabilirlik
Baskılı devre kartı imalatı: en son teknoloji özellikleri, EDTA'nın kullanılmasını gerektirebilir.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 12, PARCOM, 1992, 22, Fraunhofer, 2002] [124, Almanya, 2003] [120, Finlandiya, 2003]

4.9.2 Toksik yüzey aktif maddelerin ikame edilmesi ve azaltılması (NPE ve PFOS)

Açıklama
Toksik ve biyo-birikimli olarak iki problemli malzeme ailesi vardır:

- NPE ve nonylphenol, öncelikli eylemler için OSPAR kimyasallarıdır ve "*yıkama sıvısının geri dönüştürüldüğü veya yakıldığı kontrollü sistemler*" haricinde, 17 Ocak 2005 tarihinden itibaren metal işleme için yasaklanmıştır.
- PFOS (Perfluorooctane sulphonate), özellikle altı-değerlikli krom elektro kaplama ve alkali siyanür olmayan banyolarda buğu oluşumunu önlemek için köpük bastırma ve yüzey aktif madde olarak kullanılır. Ancak, şimdi araştırılmaktadır (bkz. Ek 8.2), ve Mevcut Kimyasallar Üstündeki OECD Görev Gücü, onun kalıcı, biyo-birikimli ve toksik olduğuna karar vermiştir.

NPE için hiçbir ikame bildirilmemiştir. Yedekler,

anotlama için vardır ve kullanımdadır.

Şu anda Cr (VI) kaplamada ve asitlemede PFOS'un yedeği yoktur, çünkü oksitlenmeye karşı güçlü bir direnç gösterir. PFOS ayrıca, püskürtmeyi azaltmak için alkali siyanür içermeyen çinko işlemlerinde ve çinko alaşım kaplamada, bazı anodize ve güçlü asit altın işlemlerinde de kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Daha az zararlı maddelere veya alternatif işlemlere göre ikame, çevre ve sağlık etkilerini azaltacaktır.

Çapraz ortam etkileri
PFOS, zararlı çözeltilerden gelen püskürmeyi kontrol etmede önemli sağlık ve güvenlik işlevlerine sahiptir. Kullanımın sona ermesinden ötürü Cr (VI) ve diğer hava kirleticilerinin daha fazla ekstraksiyonu, ek yıkama ve işlem gerektirebilir.

Çalışma verileri
Cr (VI) kaplama gibi, PFOS'un kullanıldığı durumlarda, işyerinde (örn. Bölüm 4.4.3), Cr (VI) buharının MAC seviyesine ulaşmasını önlemek için başka önlemler alınabilir; yüzer yalıtımın kullanılması; tanklarda kapak; yeniden tasarlanan ve / veya iyileştirilmiş havalandırma (bkz. Bölüm 4.18.2); daha az zararlı bir işlemle değiştirme (bu bölümün uygun kısımlarına bakınız); vs...

PFOS kullanılacaksa, kapalı döngü sürecinde kullanmak en iyi uygulamadır. Cr (VI) kaplama bu bazda çalıştırılabilir.

Diğer işlemler, işlem tanklarında PFOS'u korumak için dışa-sürüklenme azaltma ve durulama teknikleriyle çalıştırılabilir, bkz. Bölüm 4.6 ve 4.7

Uygulanabilirlik
Cr (VI) kaplama kapalı döngü sistemi üzerinde çalıştırılabilir. Diğer süreçler, PFOS'un salınımını en aza indirmek için sürüklenme ve durulama tekniklerini kullanabilir. Kullanımı, yüzey gerilim ölçümleri kullanılarak PFOS (veya PFOS içeren çözeltilerin) eklenmesinin kontrol edilmesiyle de en aza indirilebilir.

Aslında, Fransa'da hiçbir PFOS kullanılmadığı bildirildi, ancak diğer raporlar kullanımda olduğunu öne sürdü.

Ekonomi
Ek hava çeker veya kontrol teçhizatının maliyeti.
Yüzey gerilimi ölçümleri gibi kontrol önlemleri en azdır.
Dışa-sürüklenme önlemleri ayrıca diğer malzemeleri de korur.

Uygulama için itici güç
İş sağlığı mevzuatı. NPE için şimdi bir yasak var

Örnek tesisler

Kaynak literatür
[73, BSTSA] [30, EC, 2003] [109, DEFRA, 2004, 165, Tempany, 2004]

4.9.3 Siyanür için ikame - genel bakış

Genel tanımlama
Çinko, bakır, kadmiyum, gümüş ve altın kaplama gibi birçok elektrolitik işlemde siyanür yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, yağ giderme işlemleri ve nikel sıyırma gibi diğer yüzey işlemlerinde de yaygın olarak kullanılır.

Siyanür alternatifi olan işlemler Bölüm 4.9.4 ve 4.9.5'te ele alınmıştır.

Genel olarak elde edilen çevresel faydalar
Kullanım ve siyanür salınımının azaltılması.
AOX indirgenmesi: AOX, sodyum hipoklorit ve klor ile atık su arıtımında siyanürün kimyasal oksitlenmesi yoluyla üretilebilir.
Siyanürlü elektrokimyasal banyolar asit çinko ile karşılaştırıldığında düşük akım verimliliğine sahiptir (%70 - 85 verimli), bkz. Bölüm 2.5.4.

Demir ve çelik üzerinde siyanür içermeyen bakır kaplama banyoları, sadece kireçli çökeltme ile giderilebilen bir fosfonat kompleksleştirici maddeye sahiptir. Bu siyanür kaplama ile karşılaştırıldığında daha fazla atık üretimine yol açar.

Siyanür içermeyen işlemdeki iki oksitleme durumundan dolayı siyanür içermeyen bakırın, siyanür bakırından iki kat daha fazla akıma ihtiyacı vardır.

Genel çapraz ortam etkileri
Her uygulamadaki veriler için özel uygulamalara bakın.

Genel Çalışma verileri
Serbest siyanür denetimi ve işlenmesi kolaydır.

Her uygulamadaki veriler için özel uygulamalara bakın.

Uygulanabilirlik
Siyanür ikamesi için tek kimyasal madde yoktur.

Çinko kalıp döküm, magnezyum kalıp döküm ve benzerleri gibi alttaşların işlenmesinde siyanür için başarılı bir ikame (kimyasal veya işlem) yoktur. Çinko döküm ürünleri, banyo armatürleri, mobilya, otomotiv ve telekomünikasyon ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Seri, yüksek hacimli üretim hatları için kararlı bir ikame süreç bilinmemektedir.

Siyanür için ikameyi etkileyen diğer faktörler şunlardır:

- siyanür içermeyen elektrolitik yağ giderme elektrolitinin daha zayıf yağ alma kabiliyeti (siyanür çözeltileri doğal olarak iyi temizleme özelliklerine sahiptir ve farksız ön temizleme işlemine toleranslıdır)
- alternatif işlemler için gerekli artan bakım ve beceri seviyesi (banyo denetimi, banyo analizi, vs...)
- kaplama özelliklerinin ayarlanabilmesi.

ekonomi
Siyanürsüz sistemlerin çalıştırılmasıyla artan maliyetler olabilir. Bununla birlikte, bu maliyet azaltılmış atık su arıtma ile dengelenebilir.

Uygulama için itici güç
Azalmış sağlık ve güvenlik riski.
Siyanür kullanımının kamu algısı.
Çevresel kalite standartlarıyla daha iyi uyum.
Çevresel kaza riskinde azalma.

Örnek tesisler
Metal Colours Ltd, Slough, İngiltere; SIKEL N.V. Genk, Belçika.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 18, Tempany, 2002, 124, Almanya, 2003] [113, Avusturya, 2003]

4.9.4 Çinko elektro kaplama

Çinko elektro kaplama, sektördeki siyanürün başlıca kullanım alanlarından biri olmuştur.

4.9.4.1 Alkali siyanür çinko

Açıklama
Bölüm 2.5.4'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Siyanür atık su arıtma tesislerinde kolayca oksitlenebilir

Çapraz ortam etkileri
Atık su arıtma gerektirir.
Duman çeker gerektirebilir.
Akım yoğunluğu ile azalan zayıf işlem verimliliği güç girişinin %50'sidir.

Çalışma verileri
Kendi kendini temizleme özelliği nedeniyle yüksek standart yağ giderme gerektirmez
Kullanımı ve bakımı kolaydır.
Daha düşük bir parlatıcı tüketimi vardır. Daha fazla yer gerektirir.
Tambur kaplama için son derece uygundur. Askı ve tambur işlemede garantili tabaka kalınlığına ulaşılır ve deliklere ve kör noktalara iyi bir kapatma gücü özelliğine sahiptir.

Uygulanabilirlik
İyi kapatma gücü ile sünek kaplama.

Kaynak literatür
[114, Belçika, 2003, 124, Almanya, 2003].

4.9.4.2 Alkali siyanür içermeyen çinko

Açıklama
Bölüm 2.5.4'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Siyanür kullanılmaz.
Azaltılmış atık su arıtma gereksinimleri.

Çapraz ortam etkileri
Çözünmez anotlar nedeniyle yüksek voltaj ve artan akım yoğunluğu ile azalan %50 - 70 oranında zayıf akım verimi ile işlem diğer Zn süreçleri enerjisinin en az iki katıdır. Potasyum elektrolitleri ile mevcut verim %70'e çıkarılabilir. İyi yönetilen süreçler için %70 - 85 %2 A / m^2'de gerçekleştirilebilir. Bölüm 2.5.4'e bakınız.

Zayıf akım verimliliği, asit çinko sistemleri ile karşılaştırıldığında daha fazla (muhtemelen iki kat) işlem kapasitesi gereklidir.

Alkali çinko diğer Zn işlemlerinden daha fazla hava çekere ihtiyaç duyar. Banyoya köpük örtüsü sağlayan ıslatıcı maddeler kullanılarak optimize edilebilir. Diğer bir seçenek ise, köpük bastırma maddesinin PFOS içerebilmesine rağmen çözelti içine çinkonun kimyasal olarak dışta çözüldüğü tankın örtülmesidir (bkz. Bölüm 4.9.2 ve Ek 8.2).

Çalışma verileri
Yüksek kaliteli yağ giderme sistemlerinin önce olması gerekir.
Vasıflı süreç kontrolü ve yönetimi ihtiyacı vardır.
Kaplama kalınlığının dağılması siyanür işlemlerinden daha iyidir.

Uygulanabilirlik
Siyanür işlemlerinden daha iyi metal dağılımı.

Uygulama için itici güç
Uygulama için genel itici güç, Bölüm 4.9.3'e bakınız.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 18, Tempany, 2002, 124, Almanya, 2003] [113, Avusturya, 2003] [129, İspanya,
2003, CETS, 2003 # 115]

4.9.4.3 Asit çinko

Açıklama
Bölüm 2.5.4'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Yüksek akım verimliliği, %95'e yakın.
Siyanür kullanılmaz.
Azaltılmış atık su arıtma gereksinimleri.
Duman çeker için özel bir gereklilik yoktur.

Çapraz ortam etkileri
, Bazı çelik alttaşların çözünmesinden ve çözünebilir anotlardan gelen artan çamur üretimi.
Asit sisleri için duman çeker gerekebilir, ancak klor bazlı çözeltiler için gerekli değildir. Bununla birlikte, çeker tavsiye edilir.

Çalışma verileri
Önce yüksek kaliteli yağ giderme sistemleri gelmesi gerekir.
Vasıflı süreç kontrolü ve yönetimi ihtiyacı var.
Çözünür ve çözünmez anotlar, sadece daha iyi kalite kontrolü sağlayan çözünebilir olanların yerine kullanılabilir, bkz. Bölüm 4.8.2

Uygulanabilirlik
Metal dağılımı kabul edilemeyecek kadar zayıftır, sıcak elektrolitler ile artar.

Ekonomi
Güç tüketiminde büyük tasarruf.

Uygulama için itici güç
Uygulama için genel itici güç, Bölüm 4.9.3'e bakınız.

Örnek tesisler
Metal Colours Ltd, Slough, İngiltere; Sikel N.V. Genk, Belçika.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002] [119, Eurofer, 2003]

4.9.4.4 Çinko alaşımları

Çinko alaşımları yaygın olarak kullanılmakta ve iyi bilinmektedir, ancak çinko süreçlerinin yerine geçecek şekilde kullanılmaları konusunda hiçbir veri bulunmamaktadır.

4.9.5 Diğer siyanür bazlı çözeltiler

Bölüm 2'deki ilgili bölümlerde daha fazla ayrıntı verilmiştir.

Tablo 4.9 Siyanür kullanan işlem çözeltileri

Bölüm 2 Tanım	İşlem veya kimyasal	Bölüm 4 Referans
2.3 İş parçaları veya alttaşları hazırlama		
	Siyanür yağ giderimi	Terkedildiği düşünüldü [112, Assogalvanica, 2003]
2.5	Asıl çalışmalar- kaplama	
2.5.1	Bakır ve bakır alaşımı kaplama	Bakır siyanür, çelik ve çinko kalıp kalıplarına ve bazı tambur kaplamalara uygulanan parlak kaplama için gereklidir. Asit bakır Almanya'da tercih edilen bir çözümdür. Pirofosfat bakırın sınırlı uygulamaları vardır. Pirinç ve bronz için siyanür çözeltilerine alternatif rapor edilmemiştir.
	Bakır siyanür	
	Asit bakır	
	Pirofosfat bakır	
	Pirinç	
	Bronz	
2.5.4	Çinko ve çinko alaşımı kaplama	Bakınız Bölüm 4.9.4.
	Alkali siyanür çinko	
	Alkali siyanür serbest çinko	
	Asit çinko	
	Çinko alaşımları	
2.5.5	Kadmiyum kaplama Elektrolitler siyanür, floroborat, sülfat veya klorür bazında olabilir Diğer çoğu uygulama için kabul edilebilir alternatifler geliştirilmiştir. Asit çinko kaplama, hidrojen gevrekliği riskini azaltır ve kalay, bağlantı elemanlarında düşük ve sabit bir sürtünme katsayısı vermek için kadmiyumu değiştirebilir. Mekanik çinko kaplama ve çinko / alüminyum pul kaplamalar da yüksek mukavemetli çeliklerin korunması için uygun alternatifler olabilir. [115, CETS, 2003]	
2.5.7	Değerli metal kaplama	
	Gümüş	
	Altın	

4.9.6 Altı-değerlikli krom için ikame ve minimizasyon

Giriş
Yüzey işleminde sıklıkla kromik asit gibi altı-değerlikli krom kimyasalları kullanılır. Ana uygulamalar:

- dekoratif krom kaplama
- sert krom kaplama
- kromik asit anotlama
- kromat dönüşüm kaplamaları.

İlgili mevzuat ve anlaşmalarda krom ve bileşiklerinin ayrıntıları için Ek 8.1'e bakınız. Altı-değerlikli krom, nefes-alma yoluyla kanserojen olarak sınıflandırılmıştır ve yönetmelikler süreçlerde kullanımı için geçerlidir. Bu, ABD EPA için kullanımı ve salınımını en aza indiren öncelikli madde [148, HTMLA, 2003] [108, NEWMOA, 2003] olmasının yanı sıra altı- değerlikli krom ürünlerinin kullanımının sınırlandırılmasıdır [144, EC, 1976]. Krom trioksit AB tarafından gözden geçirilmekte ve toksik durumdan zehirli duruma yükseltilmesi muhtemeldir. Bu, beş tondan fazla kullanıldığı Seveso II Yönergeinin alt eşik gereksinimlerini düşürebilir [142, EC, 1996].

Altı-değerlikli krom ile ilişkili sağlık ve çevresel konular Bölüm 1.4.4.1'de açıklanmıştır. Ek olarak, sadece altı-değerlikli krom içeren kromat filmler, işlemden geçirme ve bitmiş ürünün kullanımı sırasında Cr (VI) salabilir. Herhangi bir işlemde (altı değerlikli veya üç değerlikli) bitmiş iş parçalarında metalik krom ile temas sorunları yoktur [124, Almanya, 2003].

Çinko-kaplı herhangi bir parça, birçok alttaş (kalıp dökümler gibi) gibi genellikle uygun bir kromat dönüştürme işlemi ile son-işlemden geçirilir. Mevcut altı-değerlikli krom dönüşüm işlemleri yüzeylerinin rengi ve korozyona karşı koruma seviyesi doğrudan kalınlıkları ve altı değerlikli krom içeriği ile ilgilidir.

Bu çevresel, sağlık ve güvenlik endişeleri nedeniyle, Avrupa yönergeleri, otomotiv, elektrik ve elektronik endüstrisinde üründe bırakılan altı değerlikli krom miktarını sınırlar [96, EC, 2003, 98, EC, 2003, 99, EC, 2000]. Bu yenilikçi altı-değerlikli kromsuz teknolojilerin itici gücüdür. Çeşitli AB AR-GE projeleri Cr (VI) yönetimi ile ilgili sonuçlara yaklaşmaktadır [28, DG-RTD, 2002].

4.9.7 Altı-değerlikli kromun işlenmiş yüzeylerden salınımını minimuma indirme

Açıklama
Krom pasivasyon sistemleri için üst-kaplamalar Bölüm 2.5.17'de açıklanmıştır veya toz kaplama veya başka bir son kat ile sağlanabilirler. Çizelge 4.10'da görülebileceği gibi, kromat dönüşüm kaplaması üzerinde uygun bir üst kaplama tabakasının uygulanmasının, krom VI salınımını önemli ölçüde azaltmak için yeterli olduğu görülebilir.

Krom VI salınımı, aynı zamanda, işlemden sonra gelen durulama kalitesinin ve miktarının bir fonksiyonudur: durulamalar, işlenen parçaların yüzeyinde herhangi bir kromat dönüştürme çözeltisi kalıntısının emilmesini önlemek yönünde tasarlanmalıdır. Bununla birlikte, daha yoğun renklerin (sarıdan siyaha) korozyon koruması, durulamadan aşırı liç ile ciddi şekilde azaltılabilir.

Tablo 4.10, çeşitli istatistiksel endüstriyel tespitlere dayanarak, farklı renkli pasifleştirmelerden Cr (VI) salınımlarını göstermektedir.

Tablo 4.10 İşlenmiş alttaştan krom (VI) salınımı

Elektroliz kaplama	Kromat dönüşüm kaplama Bitiş rengi işlem tipi		Cr(VI) salınımı
Çinko ve çinko alaşımları[124, Germany, 2003]	Açık-mavi	Cr(VI)	0.05 – 0.1 µg/cm^2
	Açık-mavi	Cr(III)	0.0 µg/cm^2
	Sarı-Tropikal	Cr(VI)	0.3 – 0.6 µg/cm^2
	Yeşil	Cr(VI)	0.7 – 0.9 µg/cm^2
	Siyah	Cr(VI)	0.7 – 1.0 µg/cm^2
	Sarı-Tropikal Üstüne son kat katman	Cr(VI)	0.1 – 0.2 µg/cm^2
	Siyah Üstüne son kat katman<	Cr(VI)	0.02 – 0.1 µg/cm^2

Elde edilen çevresel faydalar
Daha sonraki depolama ve kullanımda azaltılmış altı değerlikli krom salınımı.

Uygulama için itici güç
Cr (VI) kullanımı için artan sağlık ve güvenlik kaygıları ve kullanımını sınırlayan çeşitli yönergeler.

Örnek tesisler

Kaynak literatür
[124, Almanya, 2003] [96, EC, 2003, 98, EC, 2003, 99, EC, 2000] [3, CETS, 2002] [118, ESTAL, 2003].

4.9.8 Krom elektro kaplama teknikleri

Piyasada çeşitli seçenekler var. Altı-değerlikli krom en yaygın kullanılanıdır, ancak zehirliliği ve kullanımı ile ilgili endişeler artmaktadır. En çok kullanılan alternatif, üç değerlikli kromdur. Teknik çalışma grubu tarafından bu konuyla ilgili önemli bir bilgi alışverişi ve onaylama yapılmıştır. Yorumlar [146, ZVO, 2003, CETS, 2004 # 147] ve tartışma Ek 8.10'da yer almaktadır.

4.9.8.1 Altı-değerlikli krom kaplama

Açıklama
Bölüm 2.5.3'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık sular tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir.
Zayıf akım verimliliği ve çözelti soğutulması ihtiyacı nedeniyle, çok kademeli durulama ve buharlaştırma kullanılan kapalı döngü sistemi olarak çalıştırılabilir.

Çapraz ortam etkileri
İşyerinde ve çevrede sağlığa çok zehirlidir (bkz. Bölüm 4.9.6).
İşlem ek tehlikeli kimyasallar gerektirir.
Yüksek çözelti derişimleri, yüksek viskozite ve dışa-sürüklenme seviyelerine sahiptir.
Hava çeker, Cr (VI) aerosolünü çıkarmak için ovalama-yıkama gerektirir.
Kurşun anotlardan yüksek atık üretimi.
Cr (VI) bileşikleri güçlü oksitleyici maddelerdir ve bunları ayrı ayrı depolamak tavsiye edilir.
Kurutulmuş Cr (VI) elektrolitlerinin yangınlara neden olduğu bilinmektedir.

Çalışma verileri
Katotdaki hidrojen oluşumunun neden olduğu zayıf elektriksel verimlilik (güç tüketiminin %85 - 90'ına kadar) ile çözelti soğutma gerektirir.
Hidrojen oluşumu, çözeltinin ve bileşenlerin işlenmesinde yüksek derecede işyeri iş sağlığı sorunları yaratan Cr (VI) zehirlenmesine neden olur.

Sis bastırma katkı maddeleri kullanılabilir, ancak bunlar sağlık ve çevre riskleri olan PFOS'a dayanır (bkz. Bölüm 4.9.2).
Zayıf metal dağılımı ve güç kaynağındaki dalgalanmalara karşı hassasiyet, nispeten yüksek red oranlarına neden olmaktadır.
Kaplanmamış alanların kendi-pasifleşmesi korozyon direncine yardımcı olur.

Uygulanabilirlik
Dünya çapında yaklaşık 3000 tesisde yaygın olarak uygulanmaktadır.
Mühendislik amaçları için sert veya işlevsel krom sadece bu teknikle uygulanabilir (ancak ortaya çıkan alternatif bir teknik için bkz. Bölüm 6.2).

Ekonomi
Çözelti maliyetleri ucuzdur.
Enerji tüketimi için yüksek enerji maliyetleri, daha yüksek ret oranları ve atık su arıtma tesisi maliyetleri.
İşgücünün sağlık ve güvenliğini karşılamak için artan sigorta maliyetleri bildirilmiştir.

Uygulama için itici güç
Sert krom kaplama için sadece büyük ölçekli teknikler ve bazı daha yüksek özellikli dekoratif kaplamalar. Boyanmamış alanlarda kendi kendini pasifleştirme.

Örnek tesisler
Dünya çapında yaklaşık 3000 tesisde yaygın olarak uygulanmaktadır.
Merrydale Industries Ltd, Wednesbury, UK'de kapalı döngü çalışma (önceki kapalı döngü nikel ve bakır ile birlikte).

Kaynak literatür
[108, NEWMOA, 2003, 147, CETS, 2004] [125, İrlanda, 2003, 147, CETS, 2004]

4.9.8.2 'Soğuk krom' - altı değerlikli süreç

Açıklama
2000 yılında bir İtalyan fabrikasında "soğuk krom" kullanan yeni bir teknik devreye girmiştir. Cr (VI) içeren işlem banyosunun sıcaklığı, bir soğutma sistemi ile yaklaşık 18 - 19 ° C'de tutulur (25 - 30 ° C yerine). Bu sıcaklıkta, işlem çözeltisindeki Cr (VI) derişimi yaklaşık %50 oranında azaltılabilir. Kaplama kalitesi aynıdır.

Elde edilen çevresel faydalar
Altı-değerlikli kromun en aza indirilmesi.
İşlem çözeltisi buharlaşmasının en aza indirilmesi.
Süreçte daha az enerji kullanılır.
Çalışanlara maruziyetin azaltılması.
Su tüketiminin azaltılması.
Daha az atık su arıtma ihtiyacı ve daha az çamur üretilir.

Çapraz ortam etkileri
Soğutma için ek enerji gerekir. Bunun, süreçteki enerji tasarrufu ile nasıl karşılaştırıldığı açık değildir.

Çalışma verileri
Daha az derişimli cözeltiler işlem için daha uzun bir süre gerektirir.
Daha iyi örtme gücü sayesinde daha iyi kalite.
Beyaz kenar yok.

Uygulanabilirlik
Teknik sadece yeni bir tesiste uygulama için uygun olabilir.

Uygulama için itici güçler

Bölüm 4.9'a giriş olarak.

Örnek tesisler
Industria Galvanica Dalla Torre Ermanno ve Figli SpA, Fontane di Villorba, İtalya.

Kaynak literatür
[112, Assogalvanica, 2003]

4.9.8.3 Üç-değerlikli krom klorür-esaslı elektro kaplama işlemi

Açıklama
Bölüm 2.5.3'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Kaplama banyosu, altı değerlikli krom için kullanılan 200 ila 450 g / l yerine 20 g / l'lik bir derişimde çalışır. Azaltılmış çözelti viskozitesi, daha az kromun dışa-sürüklenmesi ve krom salınımı azaltılması anlamına gelir: Cr (VI) serbest bırakılmaz. Çözeltiler klorür veya sülfat bazlı olabilir.

Üç vaka çalışmasında, aşağıdakiler bulunmuştur:

- depolamak, taşımak veya kullanmak için altı değerlikli krom bileşikleri azaltıldı veya hiç yok
- bir örnekte kromun (hidroksit olarak) elektrolitik uzaklaştırılması ile bağlantılı olarak, atık su arıtma çamuru bir yılda yıllık 20 tondan 2 tona düşürülmüştür ve bir başka örnekte otuz kat daha az çamur görülmüştür.
- yaklaşık %30 azaltılmış güç tüketimi
- metal azaltımı için kimyasal madde gerektirmez
- buğu oluşumunu önlemek için yüzey aktif madde gerekli değildir
- kaplama banyoları gözenekli kaplar, membran elektrolizi veya iyon değişimi kullanılarak geri kazanılabilir
- hava kirliliği arıtma gereksinimleri azaltılmıştır.

Cr (III) için daha düşük sağlık ve çevre sorunları, Cr (III) için TA-Luft değerlerinde Cr (VI) için 0,05 mg / m³'ye 1 mg / m³ olarak yansıtılmıştır.

Çapraz ortam etkileri
Cr (III) çözeltilerinde kullanılan kompleks yapıcı maddelerin atık su arıtma tesisinde neden olduğu sorunlar rapor edilmiştir. Ancak, bunlar saha ziyaretlerinde veya vaka çalışmalarında doğrulanmamıştır.

Çalışma verileri
Cr (VI) kaplamanın rengi, mavi-parlak, üç-değerlikli klorür kaplamanın ise gri-parlak, sarı- parlak veya koyu-parlak olarak değişir. Altı-değerlikli kromdan biriktirilenlerin renk farklılıkları ve işlem anındaki farklılıkların altı değerlikli krom ile karşılaştırılması gibi bu tarihsel problemler yeni cözeltilerle büyük ölçüde aşılmıştır. Bu renk problemleri, kötü çözelti güvenilirliği ve ömrü uzun süre önce aşılmıştır: karbon filtreleme ve iyon değişimi veya özel cözelti işlem süreçlerinin kullanılması ve aynı zamanda önceki işlemlerden taşınmanın en aza indirilmesi çok önemlidir.

Klorür içeren üç-değerlikli krom çözeltileri kuram olarak anotta klor üretebilir ve bu nedenle çözeltilerdeki AOX, dışa-sürüklenebilir. Uygulamada bu, tescilli kimyasalların ilavesiyle 20 yıl boyunca kontrol edilmiştir.

Önceki katmanlarda kullanılan parlak nikel için gerekli olana benzer personel eğitimi ve artan işlem kontrolü gerektirir.

Kalınlıklar aynı donanım ile ölçülebilir (örn. Couloscope, X-ray kırınımı).

Daha yüksek akım verimliliği, rafların daha fazla yüklenmesi anlamına gelir ve üretimde %15 artış bildirilmiştir.

Düşük akım yoğunluğu daha hafif, daha az pahalı raflar ve kablolama gerektirir.

Cr (III) 'ün daha iyi kaplama gücü, daha yüksek akım kapasitesi ve kaynak dalgalanmalarına karşı daha az duyarlılık nedeniyle pürüzlü tortuları azaltma (örneğin yüksek akım yoğunluklu alanlarda yanma) ve azaltılmış kaplama bitişinde oluşan "beyaz yıkama" azalması ile ret oranı %5 - %10 arasından %0.5 e düşürülmüştür.

Uygulanabilirlik
Sert krom kaplamanın yerini alamaz.

CASS gereksiniminin 16 saatten büyük olduğu yerler gibi bazı korozyon direnci uygulamalarının yerini alamaz. Üç-değerlikli krom, kaplanmamış yüzeyleri pasifleştirmez. Düşük korozyon direncinin rapor edildiği yerler, nikel olmayan veya kalınlığının düşük olduğu alanlar olması muhtemeldir. Oyuk veya girintili bileşenlerin (tüpler gibi) kaplanması durumunda, kaplama sonrası korozyonu önlemek için dikkatli olunması gerekir. Bu, asit banyosunun hızlı ve eksiksiz durulanmasını ve muhtemelen özel bir organik çözeltide pasifleştirme (uluslararası sektördeki uygulayıcılardan onaylama) veya hafif Cr (VI) pasivasyonunu içerir (bu Cr (VI) 'nın avantajlarından bazılarını azaltır - serbes sistem).

Renk, altı-değerlikli kromla kaplanan parçalarla doğrudan karşılaştırıldığında hafif sarı renktedir. Bu durumun belirli müşteriler için bir sorun olduğu bildirilmiştir.

Pişiriciler gibi yüksek sıcaklıklara ve güçlü kostik ve asit bileşenlerine sahip aşındırıcı temizleyicilere maruz kalan bileşenlerin büyük perakende kullanımlarında renk ve korozyon direnci kabul edilmiştir.

Bu, müşteri güven kaybı olmadan başarıyla kullanılmıştır (bkz. Bölüm 4.1.2).

Ekonomi
Tek seferlik maliyetler arasında eski altı-değerlikli krom çözeltisinin bertaraf edilmesi, kurşun kaplamanın PVDF ile değiştirilmesi ve kurşun / antimon anotlarının karbonla değiştirilmesi bulunmaktadır. Metal kirlenmesini kontrol etmek için bir iyon değiştirme sistemi gereklidir ve reçine yaklaşık üç yıllık aralıklarla değiştirilmeyi gerektirir. Baz kimyasallar daha pahalıdır.

Bunlar şu şekilde dengelenir:

- enerjide %30 tasarruf
- üretilen ve atılan katı atıklarda azalma
- azalan atık su arıtma masrafları (azaltılacak Cr (VI) yok)
- azalan hava izleme
- personelin tıbbi takibinde azalma
- azalan ret oranı
- çalışan sağlığı açısından önemli ölçüde azaltılmış risk.

Bir vaka çalışması, bir askı kaplama hattında 670 m^2 vardiya başına 182 ABD doları toplam brüt kar iyileştirmesi bildirmiştir (1995 maliyetleri).

Uygulama için itici güç
Çalışan sağlığı için azaltılmış risk. Sağlık ve güvenlik gerekliliklerinin yanı sıra, aerosol bastırma, hava çeker, işyeri atmosferindeki altı-değerlikli krom izlenmesi ve personelin tıbbi takibi ile ilgili harcamaları azaltır. Genel olarak düşük maliyetlidir.

Örnek tesisler
Townrow (Hi-Tech Plating) Ltd, Sheffield, İngiltere (vaka çalışması), Foss Plating, Santa Fe Springs, California.

Kaynak literatür
[43, DENİZ, 2001] [108, NEWMOA, 2003, 115, CETS, 2003, 148, HTMLA, 2003]

4.9.8.4 Üç-değerlikli krom sülfat elektro-kaplama işlemi

Açıklama
Dekoratif nikel-krom işlemi içindir. İşlem, 6 ila 8 g / l arasında Cr (metal) derişimi ile sülfat elektroliti kullanılarak gerçekleştirilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Süreçler üç-değerlikli krom klorürle (20 g / l'ye kadar) ve altı değerlikli kromla (450 g / l'ye kadar) karşılaştırıldığında düşük Cr derişimi.

Atık su arıtma tesisinde sorunlara yol açabilecek kompleksleştirici maddeler (klorür işleminden farklı olarak) yoktur.

Krom klorür çözeltileri ile elde edilen çevresel faydalara ek olarak, bu işlem daha güvenlidir çünkü anotta klor üretimi yoktur.

Çözelti daha az agresif ve daha uzun dayanır. İş parçalarının içindeki, içi boş kısımlarında demir çözünmesi problemi önemli ölçüde azalır.

Çözeltinin düşük viskozitesi sayesinde düşük dışa-sürüklenme.

Çapraz ortam etkileri
Veri yok.

Çalışma verileri
Özel çözünmez anotlar kullanılır. Üç değerlikli krom klorür çözeltisi için kullanılan grafit anotlardan çok daha uzun ömürlüdürler (klor grafit anotları korozyona uğratır).

Banyo 55 ° C'de çalıştırılır. Buharlaşma, kazan içindeki çözelti seviyesini azaltır ve bu nedenle geri kazanılan çözeltinin eklenmesi mümkün olur. İş parçaları yavaşça çekildiğinde oldukça kuru olur ve dışa-sürüklenme azalır.

Altı-değerlikli krom kaplaması ile arasındaki renk farkı, klorür çözeltisinden biriktirilen kaplamaların rengiyle karşılaştırıldığında daha da azalır.

Kaplama-gücü mükemmeldir: korozyona olan genel direnci ve özellikle de Cr (VI) kaplamada bile ulaşılamayan yerler ile pasın ilk olarak parçalanıp atılacağı yerlerde direnci arttırır. Ek olarak, akım yoğunluğu yüksek olduğunda yama gibi “yanma” oluşmaz.

Uygulanabilirlik
Teknik yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir.

Ekonomi
Veri yok.
Çözeltinin bileşenleri Cr (VI) ile karşılaştırıldığında çok pahalıdır. Bu maliyetler, daha düşük atık su arıtma maliyetleri ve üretilen daha az miktarda çamur ile kısmen dengelenmektedir. Bununla birlikte, diğer maliyetler de daha düşüktür (bkz. Cr (III) klorür vaka çalışmaları).

Uygulama için itici güç
Krom (III) klorür işlemi için, Bölüm 4.9.8.3'e bakınız.

Örnek tesisler
Industria Galvanica Dalla Torre Ermanno ve Figli SpA, Fontane di Villorba, İtalya. İtalya'da yaklaşık 12 hat daha bulunur.

Kaynak literatür
[161, Assogalvanica, 2004]

4.9.9 Kromsuz işlemler - diğer kaplama işlemleri

Seçenekler aşağıda Tablo 4.11'de verilmiştir.

Nikel-tungsten-silisyum karbür kompozit gibi diğer sert krom kaplama maddeleri hala araştırma aşamasındadır. Özel uygulamalar için bir alternatif ise akımsız nikel kaplama olabilir [3, CETS, 2002]. Nikel - tungsten, uygulamalarda sadece fırça kaplamasında kullanılır [113, Austria, 2003].

Sert krom, bazı uygulamalarda alaşımlı WC-Ni (Co) Cr / Cr2O3 veya yüksek hızlı oksi-yakıt püskürtme veya plazma püskürtme ile değiştirilebilir [121, France, 2003].

Tablo 4.11 Sert ve dekoratif krom banyoları için krom yerine geçenlerin özeti

Kuzey Doğu Atık Yönetimi Görevlileri Derneği, ABD [108, NEWMOA, 2003] Teneke kobalt alaşımlı elektro kaplama

Muhtemel Krom olmayan		Yorumlar
Nikel elektro kaplama	Nikel-tungsten-bor	Geleneksel kaplama teçhizatları kullanır ve geleneksel nikel kaplama MET'ine benzer şekilde çalışır, Cr (VI) 'dan daha pahalı olabilir
	Nikel-tungsten-silikon-karbür	Daha yüksek kaplama oranları ve daha yüksek katot akımı verimi sağlayabilir; daha iyi kaplama gücü ve daha iyi aşınma direnci sağlayabilir; Cr (VI) 'dan daha pahalı olabilir
	Kalay-nikel	Güçlü asitlerde iyi korozyon direnci, 320 ° C'nin üzerinde parçalanır, Cr (VI)'dan daha az aşınma direnci
	Nikel-demir-kobalt	Üretici altı değerlikli kromun yıpranma direncinin iki katı ve aşınma direncinin 2.6 katı olduğunu iddia eder, aynı renk elde edilebilir
	Nikel-tungsten-kobalt	Klorit veya güçlü şelatörler içermez; raf ve tambur kaplamada kullanılabilir; deniz ortamları dışında iyi korozyon direnci; leke bırakabilir; amonyak içerir
Nikelsiz elektro kaplama	Kalay -Kobalt	Farklı özelliklere sahip üç ticari seçenek rapor edilmiştir: • nikel üzerinde plaka; sadece dekoratif • Dekoratif nikel ve nikel alaşımlı levha; rafta kullanılabilir; hafif alkali • iyi renk, açık mavi renk; amonyak yok; florür yok; klorür yok
	Kobalt fosfor	Nano-kristalli tortu aşırı sertlik üretir; kaplama akımı dalga biçimi değişikliği (elektrikli biriktirme) nano-kristalli tortu üretmek için kullanılır.
Elektroliz	Electrotsuz nikel: -nikel-tungsten -nikel-boron -nikel-elmas kompozit -nikel-fosoforlu -nikel-politetrafloroetilen	Muhtemelen Cr (VI) 'dan daha az sertlik ve aşınma direnci; köşelerde toplanma yok
Diğer metotlar	HVOF (yüksek hızlı oksijenli yakıt) termal püskürtme	Cr (VI) 'ya benzer sertlik ve aşınma direnci; görüş hattı uygulamaları ile sınırlıdır.
	Fiziksel buhar biriktirme (PVD)-titanyum nitrür	Daha ince bir kaplama ile Cr (VI) 'dan daha fazla sertlik; daha az korozyon direnci
	İyon ışın destekli PVD	Bakış açısı; ince kaplamalar diğer kalın kaplamalarla aynı özellikleri verir
	Plazma püskürtme-titanyum karbür	Alüminyum, çelik, karbon çeliği, titanyum alttaşlar
	Kimyasal buhar biriktirme	Vakum biriktirme; görüş hattı ile sınırlı değildir; asitlere dayanıklı; yüksek biriktirme oranı
	İyon ekimi	İyonlar ekilir - kalınlık yok; görüş hattında değil
	Toz kaplama	Vakum metalizasyonu (PVD) - ASTM dahil OEM jant endüstrisi test gereksinimlerini karşıladı B117, GM4472P, GM9508P, GM9682P ve GM6
	Lazer kaplama	Bakış açısı değil; nikel karbür kaplama

Açıklama
Sn / Co alaşımını (Co 5 - %10) kullanan kromsuz bir teknik test edilmiş ve İtalyan tesislerinde ve Hollanda'da birkaç yıl boyunca üretim hatlarında çalıştırılmıştır. Bu teknik, yüksek nüfuz etme kapasitesine sahiptir (altı değerlikli kromdan daha karmaşık şekiller oluşturabilir) ve en iyi kalitede parlatma sağlar. Son renk, elde edilen renkten biraz daha koyu olabilir.
Cr (VI).

Elde edilen çevresel faydalar
Altı-değerlikli kromun en aza indirilmesi. Durulama suyunun arıtılması kolay ve etkilidir.

Çapraz ortam etkileri
Bazı Kalay-Kobalt banyoları, atık su arıtımında sorunlara neden olan kenetleyici aminler içerir. Ancak, bu tüm cözeltiler için geçerli değildir.

Çalışma verileri
Banyo oldukça kararsızdır, özellikle pH'ı olmak üzere çalışma koşullarının sıkı bir şekilde kontrol edilmesi gerekir.
Hafif Cr (VI) ile bir pasifleşme aşamasına ihtiyaç duyulabilir. Tamburların akrilikten yapılması gerekir.

Uygulanabilirlik
General Motors tarafından 1990'lardan beri bazı otomotiv iç parçaları için onaylanmıştır. Aşınma direnci yüksek değildir.

Ekonomi
Veri yok

Uygulama için itici güçler
Bölüm 4.9'a giriş olarak.

Örnek tesisler
Cromotrevigiana Srl, Ponzano Veneto, İtalya. Industria Galvanica Dalla Torre Ermanno ve Figli SpA, Fontane di Villorba, İtalya. Brandsma Metaalveredeling B.V., Hilversum Hollanda.

Kaynak literatür
[112, Assogalvanica, 2003] [165, Tempany, 2004] (Kişisel iletişim, Hank de Man, Brandsma Metaalveredeling BV.)

4.9.10 Krom dönüşüm kaplamaları

İşlemler, Bölüm 2.5.17'de yaygın olarak kullanılmaktadır ve açıklanmaktadır. ELV ve ROHS Yönergelerinin itici gücü nedeniyle [98, EC, 2003, 99, EC, 2000], Cr (VI) 'ya alternatifler geliştirmek için dünya çapında büyük miktarda çalışma yürütülmektedir. İyileştirmeler ve seçenekler sürekli olarak rapor edilmektedir. Bazı raporlar geleceğin alternatif alttaşlarla ya da çinko kaplamaların çinko alaşımları ile değiştirilmesi gibi alternatif kaplama sistemlerinde olduğunu göstermektedir [149, PPT, 2004, 150, Rowan, 2003].

Fosfokromatlama, altı değerli krom (Cr (VI)) ve üç değerli krom (Cr (III)) versiyonları ile vardır ve boyamadan önce alüminyum işlemlerinde kullanılmıştır [90, EIPPCB,] [118, Estal, 2003].

4.9.10.1 Altı-değerlikli krom

Açıklama
Bölüm 2.5.17'de tartışıldığı gibi, çoğunlukla çinko kaplama ile bağlantılı olarak yaygın olarak kullanılan bir tekniktir.

Daha az duman çıktığı gibi, parlatıcı daldırma tercihiyle bakır, pirinç ve bronz pasifleştirmede kullanılır. Ayrıca magnezyum ve alaşımları için de kullanılır.

Düşük Cr (VI) çözeltileri mevcut olmasına rağmen, Bölüm 4.9.10.2 ve 4.9.10.3'te açıklanan alternatiflerin yanı sıra, kalın kaplamadan (power) önce yaygın olarak kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Düşük Cr (VI) çözeltileri, olumsuz etkileri azaltır.
Cr (VI) çözeltileri, bazı alternatiflerden daha düşük derişimlerde ve daha düşük sıcaklıklarda çalışır.

Cr (VI), tipik bir atık su arıtma tesisinde kolaylıkla azaltılabilir ve çökeltilebilir.

Çalışma verileri
Kullanımı kolaydır.

Uygulanabilirlik

Ekonomi
Çok ucuzdur.

Uygulama için itici güç
Maliyet, kullanım kolaylığı ve korozyon direnci.

4.9.10.2 Üç-değerlikli krom dönüşüm süreçleri

Açıklama
Üç-değerlikli krom pasifleştirmesi, Bölüm 2.5.17'de açıklanmıştır. Üç değerlikli krom dönüşüm kaplamalarının koruma mekanizması henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Davranışlar, kaplamanın herhangi bir müteakip ısıl şoka duyarlı olmadığı için, korumanın esas olarak kaplamanın fiziksel bariyerinden kaynaklandığını göstermektedir. Tablo 4.10'dan görülebileceği gibi, kullanıldığı iş parçalarından üç değerlikli krom salınımı yoktur.

Bazı durumlarda, en azından Cr (III) 'ün hareketi, kobalt gibi diğer metaller tarafından hızlandırılır (katalize edilir) veya desteklenir.

Bazı Cr (III) bazlı dönüştürme kaplamaları daha yüksek bir başarıma sahiptir ve alaşım kaplama ile ve / veya ek kaplamalar ile kullanıldığında normal Cr (VI) dönüşüm kaplamalarına uyum sağlayabilir, bkz. Bölüm 2.5.11, 2.5.17 ve ortaya çıkan teknikler için, Bölüm 6.3.

Elde edilen çevresel faydalar
Altı-değerlikli krom kullanımı ve salınımı yoktur.

Çapraz ortam etkileri
Kobalt gibi diğer metallerin kullanımını ve salınımını içerebilir.
Dışa-sürüklenme ve muhtemelen daha fazla atık su arıtımının en aza indirilmesini gerektiren Cr (VI) dönüşüm katmanlarının derişiminin on katında çalışır.
Daha fazla enerji girdisi olan ısıtılmış çözeltiler gerektirir.

Uygulanabilirlik
Bu işlemlerle elde edilebilen korozyon koruması, şu anda, altı-değerlikli krom ile elde edilen eşdeğer açık mavi ve sarı yanardöner yüzeyler ile sağlanan koruma seviyesiyle sınırlıdır. Üç değerlikli krom, bu renkler için eşdeğer altı değerlikli krom başarımını aşabilse de, kahverengi, zeytin ve siyah yüzeylerin yerini alamazlar. Korozyona karşı dayanıklılıkları, ilave kaplamalar kullanılarak Cr (VI) başarımına uyacak şekilde veya daha fazla geliştirilir, bkz. Bölüm 2.5.11 ve Kısım 2.5.17.

Ekonomi
Azaltılmış atık arıtma maliyetlerinde tasarruf ve çıkarılmış herhangi bir havanın yıkanması dahil olmak üzere sağlık ve güvenlik yönetimi.

Uygulama için itici güç
ELV ve ROHS Yönergeleri.
Ayrıca, işyeri atmosferinde altı-değerlikli krom için aerosol bastırma, hava çeker ve izleme harcamalarının yanı sıra sağlık ve güvenlik gereksinimlerini de azaltır.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] (Kişisel iletişim, Berthold Sessler, CETS) [98, EC, 2003, 99, EC, 2000].

4.9.10.3 Kromsuz dönüşüm süreçleri

Açıklama
Kromsuz süreçler kompozit bir organik-zirkonyum florid çözeltisi, titanyum florid ile işlem veya organik silikon türevleri (silanlar) ile işlemlere dayanır. Gerekli korozyon direncini sağlamak için elektroforetik vernik gibi bir sonraki polimer tabakası gerekebilir, bkz. Bölüm 2.5.11.

Görünüm ve antikorozyon için sızdırmaz veya üst kaplamalar ile takviye edilmesi gereken siyah boyama yöntemleri vardır.

Elde edilen çevresel faydalar
Altı-değerlikli kromun en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
MSDS-bazlı alternatifler Cr (VI) kadar toksik olabilir.

Uygulanabilirlik
Piyasadaki kromsuz çözeltiler, kromat dönüşüm kaplamalarına eşdeğerde çinko korozyon koruması sağlayamamaktadır. Bu yeni işlemlerin hala, fonksiyonel ve / veya dekoratif amaçlar için uygulanan herhangi bir sonraki polimerik tabaka ile korozyon koruması ve gerekli bağlanma kapasitesi açısından bazı sınırlamaları vardır. Alüminyum için krom dönüşümlü kaplama çözeltileriyle karşılaştırılabilir kromsuz çözeltiler vardır.

Uygulama için itici güç
Bölüm 4.9.6'daki gibidir.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [76, BSTSA,, 104, UBA, 2003] (Kişisel iletişim, Johannes Lusser, ESTAL) [152, ESTAL, 2004] Alüminyum yüzey işleme teknik özellikleri: QUALICOAT.

4.9.11 Kromik asit anotlama

Açıklama
Bölüm 2.5.13'e bakınız.

Uygulanabilirlik
Toz boyamadan önce, aynı zamanda havacılık, elektronik ve diğer uzmanlık uygulamalarında büyük ölçüde kullanılır, çünkü artıklar alüminyum veya alaşım alttaşlarla korozyona neden olmaz.

Kaynak literatür
[90, EIPPCB]

4.9.12 Fosfokromatlama (krom ile fosfatlama)

Açıklama
Sızdırmazlık maddeleri ve fosfokromat yüzeyleri altı-değerlikli krom içerebilir. Alüminyum için fosfo-kromatlama işlemleri, üç değerlikli krom ve fosfat içeren katmanlar üretir. Bunların çoğu Cr(VI) olmayan sistemlerle değiştirilebilir. Örnek sistemler, silanlar, zirkonyum ve titanyumdur.

Elde edilen çevresel faydalar
Cr (VI) 'nın en aza indirilmesi ve dolayısıyla hava ve suya salınım azalması.

Çapraz ortam etkileri
Bazı alternatifler Cr (VI) kadar toksik olabilir (malzeme güvenlik bilgi formlarına göre).

Uygulama için itici güç
İş sağlığı, ELV ve REE Yönergeleri.

Kaynak literatür
[71, BSTSA, ESTAL, 2004 # 152] [98, EC, 2003, 99, EC, 2000]

4.9.13 Mekanik parlatma ve cilalama için ikame

Açıklama
Asit bakır kaplama mükemmel bir tesviye kabiliyetine sahiptir. Bazen parlatma ve cilalama işlemlerini değiştirmek için kullanılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Mekanik işlemlerden kaynaklanan toz ve gürültünün azaltılması veya ortadan kaldırılması.

Çapraz ortam etkileri
Artan atık su arıtma gereksinimleri.

Çalışma verileri
Temel pürüzlülük özellikleri ve gerekli tabaka kalınlıkları verilmemektedir.

Uygulanabilirlik
Dekoratif nikel ve bakır kaplama öncesi iş parçaları için uygundur.

Ekonomi
Parlatma ve cilalama yatırımları, asit bakır işlemeye yapılan yatırımlarla değiştirilir.

Uygulama için itici güç
Basitleştirilmiş sağlık ve güvenlik gereksinimleri.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 113, Avusturya, 2003].

4.9.14 Yağ giderme için İkame ve seçenekler

4.9.14.1 Mekanik ön temizlik - santrifüj

Açıklama
Aşırı yağ ve gres, kimyasal veya çözücü gibi diğer yağ giderme yöntemlerinden önce mekanik olarak, örneğin santrifüjle veya hava bıçağıyla (alternatifler için Kısım 2.3.5'e bakınız) giderilebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Yağ giderme çözeltilerinin ömrünü uzatma. Kimyasallarda ve yağ giderme amaçlı diğer girdilerde tasarruf. Üretilen atıklarda azalma.

Çapraz ortam etkileri
Santrifüj ve diğer mekanik tekniklerde güç tüketimi.

Çalışma verileri
Küçük bileşenlerdeki yağ birikintilerinin çoğunluğu merkezkaç kuvveti ile çıkarılabilir, bu da örn. vidalar, cıvatalar, somunlar ve tırnaklar gibi bileşenlerin mekanik yüke dayanabilmesiyle gercekleşir. Çoğu durumda, giderilmiş yağ filtreden sonra geri dönüştürülebilir. Temizleme, genellikle yağın viskozitesini azaltmak için bileşenleri ısıtmak suretiyle geliştirilir.

İş parçaları tahrip olabilir veya dekoratif son işlemler de hasar görebilir.

Uygulanabilirlik
Genellikle yağlı işlem gören küçük yağlı bileşenlerin çoğunluğu. Santrifüjden önce bileşenlerin ısıtılması için kullanılan enerji.

Uygulama için itici güç
Sonraki yağ giderme işleminde azalma, yağ giderme kimyasallarını, güç tüketimini azaltır ve kaliteyi arttırır.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002]

4.9.14.2 Çözücü yağ giderme

Açıklama
Bölüm 2.3.3'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Düşük ısı tüketimi.

Çapraz ortam etkileri
Bazı CHC'lerin potansiyel kanserojen maddeler olarak sınıflandırılmasından ötürü, bunların suya tehlike potansiyeli ve havaya salınım problemleri ile kullanımları sıkı kontrol altındadır (bkz. Aşağıda uygulama için itici güçler). Alternatif çözücüler yanıcıdır.

Bu tekniğin kullanımı ve denetimi çözücülerin kullanıldığı Yüzey İşlemi konusundaki BREF'de tartışılabilir.

Çalışma verileri
İyi temizlik verimliliği, hızlı kuruma.

Uygulanabilirlik
Neredeyse evrensel olarak uygulanabilir, Bölüm 2.3.3'e bakınız.

Uygulama için itici güç
Yüksek özellikli çalışmalar için kullanılır, ör. bazı havacılık veya askeri uygulamalar.
Su-bazlı işlemlerin işlenen yüzeye zarar verebileceği yerlerde kullanılır.

Örnek tesisler
Yaygın olarak kullanılmıştır.

Kaynak literatür
[90, EIPPCB,] [12, PARCOM, 1992, 93, EC, 2000, 96, EC, 2003, 97, EC, 1999].
[165, Tempany, 2004]

4.9.14.3 Kimyasal sulu (emdirmeli) yağ giderme

Açıklama
Bu bölüm siyanür içermeyen sulu yağ giderme işlemini ifade eder, bkz. Bölüm 2.3. Temizleyiciler, giriş yağı / gres miktarına, işleme tabi tutulan alttaşa ve sonraki işlemlerin gerekliliklerine göre değişen pH sertliği ve yüzey aktif madde türleri ve derişimleri olabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Kullanılan asitler ve alkalilerin arıtımı, güçlü kenetleyici maddeler mevcut olmadıkça, tipik atık su arıtma tesislerinde kolay ve basittir (bkz. EDTA, Kısım 4.9.1 ve atık su arıtımı, Bölüm 4.16.8).

Çapraz ortam etkileri
İşlem tankları, 40 - 90 ° C'de çalışır ve su buharını ve alkali veya asit dumanlarını uzaklaştırmak için duman çeker gerektirebilir.

Metaller, alttaş yüzeyinden sıyrılabilir (bazı çeliklerde kurşun gibi eser elementler dahil olmak üzere). pH ayarından sonra ayrılabilirler.

Kullanılan asit veya alkali çözeltileri, sürekli akışlı atık su arıtma tesislerinin barındırmadığı büyük bir pH değişimi oluşturdukları için genellikle ayrı ayrı arıtılırlar.

Mevcut yüzey-aktif-maddeler genellikle tipik bir atık su arıtma tesisi tarafından elimine edilmez. Atık su arıtma tesisinin fazla yüzey aktif madde ile etkileşime girmesinden kaçınmak için temizleme çözeltilerinin diğer işlem atıklarından ayrılması gerekebilir.

Bakım banyo ömürlerini uzatabilir, bkz. Bölüm 4.11.13

Çalışma verileri
Çıktı ile yağ ve gres miktarına bağlı olarak kısa işlem çözeltisi ömrü.

Uygulanabilirlik
Su bazlı yağ giderme sistemleri, neredeyse tüm durumlarda solvent bazlı sistemlere kanıtlanmış alternatifler sunar.

Çinko ve alüminyum için temizleme işlemleri nötr pH'ta veya civarında olmalıdır.

Emülsiyon yapıcı yağ giderme çözeltileri, daha iyi yağ giderme verimliliğine sahiptir, fakat kararlı olmayan emülsiyon (zayıf emülsiyon) sistemlerine göre yeniden üretilmeleri daha zordur. Uygulanabilirliğin her durumda belirlenmesi gerekebilir.

Uygulama için itici güç
İşyerinde çözücülerin yerini alan sağlık ve güvenlik.

Örnek tesisler
Dünya çapında kullanım.

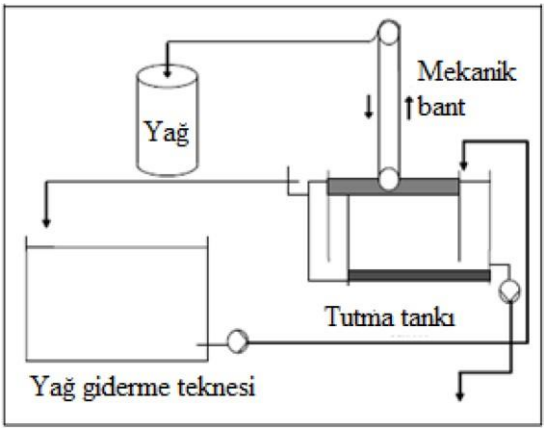
Kaynak literatür
[IHOBE, 1997 No. 6; UBA, 2003 # 104, CETS, 2002 # 3 [124, Almanya, 2003]

4.9.14.4 Zayıf emülsiyon yağ giderme

Açıklama
Bu, daha kolay depolanabilen bir çözelti kullanılarak kimyasal sulu yağ giderme işlemidir. Zayıf emülsiyon yağ giderme çözeltilerinde kullanılan yüzey aktif maddeler, kimyasal olarak geliştirilir, böylece çıkarılmış yağlar ve gresler ile kararlı bir emülsiyon oluşturmazlar. Yağ alma tankları, yüzen yağların ve çökeltilerin giderilmesi için bir tutma tankına (genellikle bir yağ alma tankı grubu için) boşaltılır. Zayıf emülsiyon temizleme çözeltisi kendi başına ayrılır, böylece yağın giderilmesi için basit mekanik sistemler (skimerler) kullanılabilir. Tutma tankı aracılığıyla kirliliğin sürekli olarak uzaklaştırılması ve temizlenmiş yağ giderme çözeltilerinin banyodaki geri dönüşümü ile uzun bir hizmet ömrü elde edilir.

Zayıf emülsiyon yağ giderme sistemleri, yağ giderme sistemleri için iki gereklilik arasında bir denge sağlar:

- kuvvetli emülsiyon yapıcı yağ giderme banyolarından daha küçük (ancak yine de yeterince yüksek) bir yağ emme kapasitesi;
- büyük ölçüde daha kolay yeniden üretilebilir ve tekrar kullanılabilirler.



Şekil 4.21 Temizlik için tutma depolu zayıf emülsiyon yağ giderme sistemi

Kullanılacak sistem tipi bu özelliklerden türetilebilir.
[104, UBA, 2003]

Elde edilen çevresel faydalar
Temizlikte kimyasal ve güç tüketiminin en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Pompalama ve yağ geri kazanımı için gerekli çok az ek güç tüketimi.

Çalışma verileri
Zayıf bir emülsiyon sisteminin avantajı, yağın çıkarılmasıyla çözeltinin sürekli olarak yenilenmesidir.

Zayıf emülsiyon yağ giderme, özellikle ilk banyoda tamburların panelleri üzerinde yağ / yağ filmi bırakabilir. Bu film, tesisdeki tüm teknelerden geçirilebilir. Zayıf emülsiyonlara sahip temizleyicilerden gelen yağ / yağ filmleri, eğer tesislerde sirkülasyondaki durulamalar için kullanılırsa, iyon değiştirici reçineleri ve membran işlemlerinde membranları tıkayabilir. Bu etkiler kararlı emülsiyonlarda bulunmaz.

Uygulanabilirlik
Uygulamada, zayıf bir emülsiyon yağ giderme sistemine dönüşümün tatmin edici bir temizlik sağladığı birçok örnek bilinmektedir.
Güçlü bir şekilde yapışan kirliliğe veya yüzeyde vizkositesi çok yüksek yağlara veya grese sahip iş parçaları zayıf emülsiyon sistemleriyle temizlenemez.
Kuvvetli emülsiyon yapıcı sistemler daha iyi yağ giderme özelliklerine sahiptir, ancak yeniden üretilmesi daha zordur. Durum bazında uygulanabilirliği belirlemek tavsiye edilir.

Ekonomi
Bu tür tesislere yapılan yatırım özellikle 4.11.13. Bölümündeki bakım seçenekleriyle bağlantılı olarak ele alındığında yüksek olabilir. Karmaşık bir yatırımın, sadece işlem hattı ve ilgili petrol ve gres miktarları büyük olduğunda maliyet-etkin olması muhtemeldir.

Uygulama için itici güç
Geliştirilmiş aşağı-akışlı süreç denetimi.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003], [118, ESTAL, 2003], [113, Avusturya, 2003].

4.9.14.5 Biyolojik yağ giderme

Genellikle bir ikame tekniği olarak adlandırılsa da, bu, kısa ömürlerini aşan zayıf alkali yağ giderme banyoları için sabit atlatma (yan geçit) yenilemesi ile bir bakım tekniğidir. Bölüm 4.11.13.4'te açıklanmıştır.

4.9.14.6 Kuru buz

Açıklama
Bölüm 2.3.5.3'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Çözücü kullanmadan yağ, gres ve partikül, boya vb. giderilmesi.
Sadece çıkarılmış bileşenleri içeren kuru atık.

Çapraz ortam etkileri
Kuru buz topaklarını oluşturmak ve taşımak için gürültü ve enerji.

Çalışma verileri
Bölüm 2.3'e bakınız.

Uygulanabilirlik
Bu yöntem esas olarak presleme biçimlilerin ve diğer özel parçaların temizliğinde kullanılır. Özel durumlarda kaplamaları (organik ve metalik) sıyırmak için kullanılır.

Uygulama için itici güç
Çözücüler ve çözücü salınımları olmadan boya giderilmesi.

Kaynak literatür
[116, Çek Cumhuriyeti, 2003]; CETS, 2003 # 115]

4.9.14.7 Ultrasonik temizleme

Açıklama
Ultrasonik temizleme, sulu, yarı-sulu ve çözücülü temizleyicilerin temizleme verimliliğini artırmak için yüksek frekanslı ses dalgaları kullanır. Sıvıda yüksek ve alçak basınç bölgeleri oluşturan ses dalgaları, ses dalgası hareket ettiğinde patlayan mikroskopik vakum kabarcıkları oluşturur ve bölge negatifden pozitif basınca değişir: buna kavitasyon denir. Bu, temizlenecek yüzeyde meydana gelirse, basınç çevrimleri yerel etkilere yol açarak, yüzeyde mekanik bir harekete neden olur. Teorik olarak,> 1000 bar'lık lokalize basınçlar üretilerek yağ ve kir çıkarılır.

Temizlik maddeleri bunu sulu çözeltilerde uygulanabilir bir süreç haline getirmektedir.

Elde edilen çevresel faydalar
Sulu çözeltiler kullanılırken daha az tehlikeli kimyasallarla daha etkili temizlik.

Çapraz ortam etkileri
Atık sular arasında fosfatlar, yüzey aktif maddeler, parlatma macunu ve içinde bulunan metaller (bakır ve çinko) yer alabilir.
85dB'nin üzerinde olabilen yüksek frekans gürültüsüne neden olur.
Litre başına 10 W güç tüketimi rapor edilmiştir.
Çözücü sistemleri, uçucu organik çözücüler içerir.

Çalışma verileri
İşlem avantajları: Temiz olması gereken yüzeylere saldırı yapılmaz; iyi yağ alma verimliliği ve kısa çalışma süresi. Yüksek özellikli temizlik için uygundur.

Kimyasal olarak verimli temizleyiciler ve yüksek sıcaklık işlemi hızlandırır. Temizleyiciler şunlar olabilir:

- alkali (pH 8 - 14),> pH10, alüminyum, çinko gibi bazı alttaşlara saldırabilir)
- kiri çıkarmak için nötr (pH 7 - 9.5) kullanılır
- asit (pH 2 - 6). Bunlar, alkali maddeler kadar olmasa da yağları ve gresi temizler. Oksitlenmiş yüzeyleri temizlemek için kullanılırlar.

Organik çözücüler, macunların çıkarılması için iyi özelliklere sahiptir ve hızlı kuruma avantajına sahiptir. Sulu çözeltilerden daha pahalıdır ve daha zehirlidir.

Transdüserlerin olası dengesizliği, dalgalanma zonlarına ve ölü bölgelere neden olarak, düzensiz temizlik sağlar.

Parçalar titreşim nedeniyle sallayıcılardan düşebilir.

Uygulanabilirlik
Yaygın olarak uygulanabilir. Temizlenecek yüzeylere (bakır, çinko gibi) saldırmaz.

Ekonomi
Bu sistemle otomatik bir elektro-kaplama hattında tesis maliyeti yaklaşık 80000 (2004) EUR'dur.

Uygulama için itici güç
Geniş uygulanabilirlik ve yüksek kaliteli temizlik.

Örnek tesisler
Portekiz'de en az iki tesis.

Tesis A: 250 litre, silikat içermeyen ve nötr pH ile sulu yağ giderme banyosunu kullanır; parlatma macununu giderir:

- çalışma sıcaklığı: 60 ºC
- banyo süresi: 1 hafta
- ultrason gücü: 1200 W.

Tesis B:

- banyo çalışma sıcaklığı: 55 - 60 ºC (elektrikli ısıtma)
- banyo çözeltisi ömrü: 90 gün
- tüketim: 50 kg kimyasal madde / ay
- süreç dezavantajları: teçhizat maliyeti.

Kaynak literatür
(Kişisel yazışmalar. S Gomes, Instituto, Ambiente, Portekiz) [159, TWG, 2004]
Bkz. Ek 8.8

4.9.14.8 pH denetimli elektrolitik temizlik

Açıklama
Yağ giderme çözeltisi elektrolizi, kaplama işleminden önce gres ve kirleri gidermek için kullanılır (bkz. Bölüm 2.3.8 ve 2.9.3.1). Yağ giderme çözeltisi, etkinliğini ölçmek ve yeni çözeltinin eklenmesini kontrol etmek için pH kullanılarak sürekli olarak izlenir.

Elde edilen çevresel faydalar
Yağ giderme çözeltisinin kullanımını ve işlem gerektiren atık çözeltisinin miktarını en aza indirir. Atık su arıtma tesisindeki atık su ve çamur hacmini azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Patlayıcı gaz karışımı (O_2 ve H_2) üretimi.

Çalışma verileri
Süreç, kaplama çözeltilerinin kirlenmesini azaltır ve bitmiş ürünün daha az reddedilmesine katkıda bulunur.

Uygulanabilirlik
Kaplama işlemi bölümlerinin önüne yerleştirilen yeni ve mevcut tesisler.

Ekonomi
Büyük ölçekli rulo tesisleri için yaklaşık maliyetler, >0,8 EUR / ton'luk bir başlangıç yatırımı ile 0.015-0.8/t işletme maliyetleridir.

Uygulama için itici güç
Süreç kalitesi ve verimliliği.

Örnek tesisler
Birçok bobin kaplama tesisi.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.9.14.9 Yüksek performanslı yağ giderme sistemleri

Açıklama

Yüksek kalitede temizlik için, elektrolitik etki ile desteklenebilecek sulu sistemler kullanılır. Asit çinko vb. gibi modern işlem çözeltileri için yüksek kaliteli temizlik şarttır.

Çok yağlanmış parçalar söz konusu olduğunda, çok kademeli yağ giderme avantajlı olabilir. İlk aşama için, sıcak sulu ön-yağ giderme veya dengesiz bir emülsiyon temizleme çözeltisi kullanılır (bkz. Bölüm 4.9.14.4). İkinci aşamada, daha kuvvetli bir şekilde emülsiyon yapıcı temizleme çözeltisi kullanılır. Aynı zamanda, herhangi bir ikili yağ alma banyosunun ikincisi daha temiz olup daha kirli olan ilk banyoyu yenilemek veya değiştirmek için kullanılması, yağ alma çözeltilerinin ömrünü önemli ölçüde uzatır.

Elde edilen çevresel faydalar
Yağ alma çözeltilerinin ömrünün uzatılması. Yeniden çalışmanın azaltılması.

Çapraz medya etkileri
Yüksek sıcaklık sistemlerinde enerji tüketimi.

Ekonomi
Duruma özel.

Uygulama için itici güç
Sonraki işlem için iş parçalarının veya alttaşların iyileştirilmiş kalitesi.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003]

4.9.15 Diğer yağ giderme teknikleri

Açıklama
Bölüm 2.3'te birçok alternatiften bahsedilmektedir, bunlar:

- hava bıçakları ve silindirler: sac, düz preslenmiş parçalar ve tel için, yağın çoğunluğu mekanik (bir silme silindiri) veya bir hava bıçağı olabilen bir ayırıcıdan geçirilerek çıkarılabilir
- siyanür yağdan arındırma: kullanımdan kalktığı düşünüldü
- Sıcak su: Sıcak su (80 - 90 ° C) kimyasal madde içermez yağ ve gresin çoğunu giderebilir. Bu yöntem, preslenmiş çelik saç temizlenirken ağırlıklı olarak otomotiv endüstrisinde kullanılır. Yüksek basınçlı su jeti kullanmak, etkiyi daha da iyileştirir.
- elle silme: büyük ve / veya yüksek değerli bileşenler, kumaş veya kağıt silecekleriyle elle temizlenebilir.

Bunlardan bazıları yeni tekniklerdir (örneğin, hava bıçakları, kuru buz) ve yaygın olarak kullanılmamaktadır. Elle silme, belirli uygulamalar içindir, örn. yüksek değerli bileşenler için.

Elde edilen çevresel faydalar
Yağ giderme çözeltilerinin ömrünü uzatır.

Çapraz ortam etkileri
Elle silme, kağıt silecekler ve çözücüler gibi büyük miktarlarda atık üretebilir. Ek olarak, çözücülerin kullanımı zayıf bir şekilde kontrol edilir.

Uygulanabilirlik
Bileşenlerin boyutuna ve türüne bağlıdır: yukarıdaki Açıklama'ya bakınız.

Uygulama için itici güç

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 112, Assogalvanica, 2003] [90, EIPPCB, 129, İspanya, 2003]

4.9.16 Alternatif süreçlerle ikame

Açıklama
İmalat sanayi, elde edilen korozyon direnci gibi başarım standartlarına doğru hareket ediyor. Geleneksel kaplamaların (çinko ve altı değerlikli krom pasifleştirmesi gibi) kullanım ömrü bitmiş ürünlerdeki altı değerlikli krom miktarını sınırlandıran son Yönergeler tarafından zorlandığı durumlar bunu hızlandırmaktadır. Bu değişiklik geleneksel özelliklere erişebilir.

Korozyon önleme için modern yüksek standartlara ulaşmakta çok katmanlı sistemler giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu, operatörün aynı başarım kriterlerine uygun müşterilere alternatif sistemler sunmasını ve daha fazla kirletici süreçten uzaklaşma potansiyelini mümkün kılar. Örneğin:

- bazı sert krom uygulamaları için akımsız nikel
- çinko ve krom pasifleştirme yerine daldırma veya elektro-boyama ile uygulanan organik vernikli çinko alaşımları
- fosfatlama ile birlikte elektro-boyama (bkz. Çözücüler BREFs [90, EIPPCB,]).

Not: Örnek olarak, kadmiyum elektro kaplama için ikame pazarda çoktan başarılmıştır, ve kullanım düzenlemeleri, alternatif yüzey işlemlerini kullanmak için birçok özelliğin değiştirilmesini gerektiren düzenlemeleri kullanmaktadır.

Bu belge kapsamında olmayan alternatif işlemler
Metaller, buhar fazı biriktirme gibi fiziksel yöntemlerle uygulanabilir. Bu dokümanın kapsamında değildirler. Ancak, bir operatör, IPPC Yönergesi Ek IV'te belirtildiği gibi, bunları temiz bir teknoloji seçeneği olarak değerlendirmek isteyebilir. Bu teknikler kullanım noktasında “temiz teknoloji” iken, daha yüksek enerji kullanımı gibi bazı çapraz ortam etkileri üretebilirler.

Bu tekniklerin örnekleri şunlardır:
- otomobil aydınlatması reflektörleri için plastik üzerine alüminyumun buhar fazında biriktirilmesi
- banyo armatürleri gibi dekoratif bir son kat olarak kromun buhar fazında birikmesi.

Sert krom, bazı uygulamalarda alaşımlı WC-Ni (Co) Cr / Cr2O3 veya yüksek hızda oksi-yakıt püskürtme veya plazma püskürtme ile değiştirilebilir.

ABD Savunma Bakanlığı, krom dönüşüm kaplamaları için alternatifler üzerinde bir çalışma finanse ediyor ve USEPA, kromat dönüşüm kaplamalarının alüminyum ve çinko üzerine değiştirilmesini de araştırdı.

Elde edilen çevresel faydalar
Toksik salınımların azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Her uygulama için araştırılmalıdır.

Çalışma verileri
Her uygulama için belirlenmelidir.

Uygulanabilirlik
Her uygulama için belirlenmelidir.
Mevcut özellikler ile sınırlı olabilir.

Ekonomi
Her uygulama için belirlenmelidir.
Genel olarak, kitle müşteri sektörleri düzenlemesi, yüzey işleme için geleneksel standartlardan uzaklaşacaktır.

Uygulama için itici güç
Otomotiv ve elektronik Yönergeleri gibi sağlık ve güvenlik ve ürün yönetmelikleri.

Kaynak literatür
[68, USEPA, 2003, 106, NCMS, 2003] [94, EC, 1999, 96, EC, 2003, 98, EC, 2003, 99, EC, 2000] [30, EC, 2003] [121, Fransa, 2003] [106, NCMS, 2003] [66, PPRC, 2003, 68, USEPA, 2003]

4.10 Suları ve sulu çözeltileri işlemek için yaygın teknikler: besleme-suyu, durulama, atık su arıtma, işlem çözeltileri ve malzeme geri kazanımı

Su ve sulu çözeltilerle birçok teknik kullanılabilir:

- İstenmeyen malzemeleri kaldırma, örneğin:
  - o durulama için gelen suyun temizlenmesi
  - o geri dönüşüm durulama suları
  - o işlem çözeltilerinde arızalı ürünleri veya tutulmuş metalleri kaldırma
  - o salınımdan önce atık suyun arıtılması
- malzeme derişimini artırmak için suyun alınması, örneğin dışa sürüklenmeyi kurtarmak için malzemelerin atık sulardan geri kazanılmasını sağlamak.

Tablo 4.12, işlem tekniklerinin uygulanmasını tartışan bölümleri listeler.

Tablo 4.12 İşlem tekniklerinin uygulanmasını tartışan bölümler

Bölüm	Konu veya teknikler
4.4.5.1	Su temini, arıtma ve geri dönüşüm / yeniden kullanım
4.7	Durulama teknikleri ve dışa-sürüklenme kurtarma
4.7.8	Durulama sularının yenilenmesi ve yeniden kullanımı /
4.7.11	Dışa-ürüklenme oranını arttırma ve döngüyü tamamlama
4.7.12	Birleştirme teknikleri ve kurulum-yaygın yaklaşımlar
4.11	İşlem çözeltisi bakımı
4.11.13	Yağ giderme çözeltisi bakımı
4.11.14	Asitleme
4.12	İşlem metallerinin geri kazanımı
4.16	Bir MET tekniğinde atık su salınımı
4.16.12	Sıfır boşaltma teknikleri

Tablo 4.13'te çeşitli amaçlara ulaşmak için tek başına veya birlikte kullanılan mevcut yaygın tekniklerin bir listesi verilmiştir.

Bölüm 4.11'deki Tablo 4.14, ortak işlem çözeltilerini, bunların rahatsız edici kirleticilerini ve arıtım tekniklerini listelemektedir.

Tablo 4.13 Sulu sistemlerin arıtılması için yaygın teknikler

Teknik	**Uygulanabilirlik:** **Kullanım örnekleri ile bölümlere referanslar** **(Anahtar işlem açıklamaları * ile işaretlenmiştir)**	**Sınırlamalar**	**Çapraz medya etkiler**
Filtreleme	Yaygın olarak aşağıdakiler için kullanılır: Gelen su kaynakları (4.4.5.1) İşlem çözeltisi bakımı (4.11.1 *) Atık su arıtma (4.16.10).	Bir emme tekniği ile birlikte kullanılmadıkça katıların giderilmesi ile sınırlıdır.	Katı atıkların üretimi, kullanılan filtre ortamı v.b. Enerji, pompalamada kullanılır.
Emme teknikleri	Organik parçalanma ürünlerini çözeltilerden uzaklaştırmak için aktif karbon (4.11.6 *). Granüle edilmiş polipropilen keçe veya diğer lifofilik ortamlar, filtre yuvalarındaki yağları emmek için veya kullanılan ipler, çamaşırlar vb. **(4.11.13.2*).** Polimer filtreleme, hedef metalleri seçici olarak bağlamak için kullanılır.	Aktif karbon ayrıca, aktif organik katkı maddelerini ayırt etmeden çıkarabilir.	Katı atıkların üretimi, kullanılan filtre ortamı v.b. Enerji pompalamada kullanılır.
Kristalleştirme	Kontrollü metallerin çıkarılması ve geri kazanılmasının yararlı olabileceği durumlarda nispeten yüksek derişimlerde bazı asitle yıkama veya aşındırma banyoları, örneğin; peroksit sülfürik asit çözeltilerinden bakır. Alkali ve siyanür kaplama çözeltilerini korumak için karbonatların uzaklaştırılması (4.11.4 *). Ayrıca asit yıkama ve alüminyum aşındırıcı için (4.11.5 *).	Uygulanabilirliğe bakınız.	Soğutma ve pompalamada kullanılan enerji.
Atmosferik buharlaştırma: doğal ve destekli (buharlaştırıcılar, v.b)	Süreç çözeltilerini veya durulama sularını yoğunlaştırmak için kullanılır. (4.7.2, 4.7.11.2 *, 4.7.11.3 *) Bazı durumlarda, damıtma maddesi, durulamada tekrar kullanılabilir. Damıtık, prosesten püskürtülenleri tutabilir (örneğin Cr (VI) kaplamadaki gibi).	Bazı uygulamalarda, tuzlaşma nedeniyle buharlaştırıcının aşırı yoğunlaşma ve kirlenme riski vardır. Sürfaktanlar köpüklenme sorunlarına neden olabilir. Bazı banyo bileşenleri ısıyla bozunabilir veya oksitlenebilir. Havalandırma karbonatların birikmesine neden olabilir. Kurtarma, sonuçları değişen işleme ve hava akımı koşullarına bağlı olarak değişir.	Besleme akışı ve / veya hava olduğunda akarsuların ısıtılması gerekir, atmosferik buharlaştırıcılar yüksek enerji kullanımına sahiptir. Tahliye edilen hava tehlikeli maddeler içerebilir. Damıtık tuzakları spreyi işlerr ve bu çözeltiye iade edilmezse, işlem gerektirebilir.
Elektroliz – Metallerin geri kazanımı	Değerli metaller, bakır, çinko, kalay, kalay / kurşun geri kazanımı için yaygın olarak kullanılır. Metal ne kadar değerli olursa, kaplama o kadar kolay olur (4.12.1 *). Statik durulama gibi, ve diğer tekniklerle bileşim halinde yoğun solüsyonlardan iyi taşınma gerçekleştirilir; iyon değişimi ve ters ozmoz derişimleri yeniden üretilir (4.7.12). Verimliliği arttırma ve elektrot polarizasyonu ve düşük iyon difüzyon hızlarını aşma seçenekleri vardır.	Krom, genellikle geri kazanılmayan tek yaygın metaldir (ancak 4.12.1 * 'a bakınız). Minimum pratik derişimler değişkendir, ancak düşük derişimlerden kaplama yapmak zordur (bkz. Uygulanabilirlik). Metal geri kazanımı, şelatlı veya kompleks metaller, indirgeyici maddeler veya kararlılaştırıcı içeren çözeltiler için zor olabilir.	Derişim çok düşükse yüksek akım kullanılır.
Teknik	**Uygulanabilirlik:** **Kullanım örnekleri ile bölümlere referanslar** **(Anahtar işlem açıklamaları * ile işaretlenmiştir)**	**Sınırlamalar**	**Çapraz medya etkiler**

Vakum buharlaştırma	Aşağıdaki durumlarda süreç çözeltilerini veya durulama sularını yoğunlaştırmak için kullanılır (4.16.12.1.1 *): • Hava kirliliği potansiyel bir problemdir. • Nispeten düşük buharlaşma sıcaklıklarına ihtiyaç duyulan sıcaklığa ve / veya oksitlemeye duyarlı çözeltilerle ilgili sorunları önlemek. • Kolayca karbonat oluşturan alkali siyanür çözeltileri. • Atmosferik buharlaşma için enerji maliyetleri yüksek olduğu durumlarda. Yeniden kullanılabilen ve geri dönüştürülebilen, veya atık olarak yönetilebilen bir konsantre ve yeniden kullanılabilen yüksek kaliteli yoğunlaşmış üretimi.	Yüksek sermaye maliyeti. Uygulamaya- özel kirlenme potansiyeli ve ayrıştırma sınırlamaları.	Periyodik atık akışları kirlenme durumunda temizlenir. Bazı yoğunlaşmış atıkların geri dönüştürülmemesi veya tekrar kullanılmaması durumunda bertarafı zor olabilir.
Elektroliz - kaplama	Metalik safsızlıkların giderilmesi (düşük akım yoğunluklarında, LCD) zamanla biriken, örneğin: • Nikel işleme ve nikel, bakır, kadmiyum ve üç değerlikli krom kaplama (4.11.8 *). • Fazla metallerin giderimi(4.11.9 *). • Arındırıcı asitler (örneğin bakır telden sülfürik).		
Electroliz – oksitleme	Siyanür çözeltilerinin oksitlenmesi (4.16.4). Cr (III) 'ü Cr (VI)' ya ve organik yan ürünleri oksitlemek için yüksek akım yoğunluğu (HCD) (4.11.10 *).		
İyon değişimi - reçine	Genel açıklama Ek 8.7 * 1. Suyu artırmak için iyonları gidermek için kullanılır: • Deiyonize su yumuşatma uygulamalarında gelen su kalitesinin iyileştirilmesi (4.4.5.1) • Durulama suyu geri kazanımı (4.7.8.1) • Atık su arıtma uygulamaları (4.16.10) 2. İyonların reçineye konsantre edilmesi ve yoğunlaşmış metal çözeltisinin geri kazanılması (4.12.2)	İyon değişimi, sık sık yenilenmeye ihtiyaç duyduğundan, toplam çözünmüş katı madde yoğunlukları ile 500 ppm'nin üzerinde kullanım için pratik olmayabilir. Farklı reçineler farklı etkin pH aralıklarına sahiptir. Oksitleyiciler, çözücüler, organik maddeler, yağ ve gres ve güçlü asitler veya alkaliler (uygun olmayan reçinelerle) reçineleri bozabilir. Asılı katı maddeler reçine kolonlarını tıkayabilir.	Rejenerasyonda kullanılan kimyasallar. Rejenerasyondan atık çözeltilerinin etkileri. Pompalamada kullanılan enerji tüketimi.
Elektro-deiyonizasyon	Ters ozmoz süzüntüsünün parlatma işlemi gibi nispeten yüksek saflıkta su arıtma / geri kazanım uygulamaları için etkilidir (örnek yok).	Reçine yenilenmesinde kimyasal kullanım yok.	
Asit (reçine) emilim veya geciktirme	Özellikle asitle yıkama ve aşındırma için asitlerin yenilenmesi (4.11.3 *) anotlama dahil (4.11.3.1 *)	Bazı yüksek yoğunluklu asitler için geçerli değildir. Reçinenin emdiği anyonik kompleksli asitlerde kullanılmamalı, böylece asit kazanımı azalır. Uygulamaya özel sıcaklık sınırlamaları aşılmamamlıdır.	Serbest veya kullanılmamış asidin sadece bir kısmı geri kazanılır. Asidin %33-70'i atık akışında bitebilir ve işlem gerektirebilir.
Teknik	**Uygulanabilirlik:** **Kullanım örnekleri ile bölümlere referanslar** **(Anahtar işlem açıklamaları * ile işaretlenmiştir)**	**Sınırlamamlar**	**Çapraz medya etkiler**
İyon değişimi - Sıvı / sıvı	Şu anda sadece bir uygulama: PCB üretiminde, bakır geri kazanımlı alkali (amonyak) aşındırıcıların geri dönüşümü (4.15.7	Yüksek sermaye maliyeti.	Biraz güç tüketimi.

	*).		
Membran filtreleme mikrofiltreleme (MF), ultrafiltreleme (UF) nanofiltreleme (NF)	Giriş suyu arıtımı (MF ve UF, 4.4.5.1). Yağların ve yağların yağ alma banyolarından (MF ve UF, 4.11.13.6 *) çıkarılması ve rulo kaplamada (4.14.7). Atık su arıtımı: çıkarılan katı madde miktarını arttırır ve bu sayede düşük metal seviyeleri elde edilir, örneğin; açıklama ve parlatma uygulamaları (4.16.10), sıfır boşaltım teknikleri (4.16.12) vb. PCB'ler için, sıyrılmış resiztin akışkandan filtrelenmesi(4.15.5).	Temizleme maddeleri yağlar / greslerle birlikte çıkarıldı. Yüksek silikat derişimli temizleyiciler, arıtmaya daha az elverişlidir. Çözünmüş alüminyumdan dolayı alüminyum temizleme çözeltileri geri dönüştürülmez.	Atılacak atık yağ / gres veya katı maddeler: Pompalama için güç tüketimi. İşlenen çözeltilere bağlı olarak membranların tıkanması.
Ters osmoz (RO)	Yüksek kalitede deiyonize su elde etmek için giriş suyunun saflaştırılması (4.4.5.1). Durulama sularının ve kimyasalların ayrılması ve geri kazanılması: Genel (4.7.8.2 *) nikel galvanik kaplama (4.7.11, 4.7.11.5) bakır (asit ve siyanür) asit çinko, kromat. Büyük ölçekli atık su geri dönüşümü. Diğer tekniklerle birlikte: (4.7.12, 4.16.12.2).	Membran performansı zamanla kötüleşir. Organik madde kirliliğine maruz kalan membranlar, su sertliği, asılı katı maddeler (ön filtreleme, önceden pH kontrolü ve iyonik konsantrasyon kontrolü gerektirebilir). Boratlar gibi bazı iyonlar reddedilir. Oksitleyici etmenler membranlara ve ayrıca> 0.25 molar asit veya alkali çözeltilere zarar verebilir. Osmotik basınç TO'u <5000 ppm TDS ile sınırlar.	Ozmotik çözelti basıncının azaltmak için pompalama enerjisi.
Difuzyon diyaliz	Harcanmış veya kirlenmiş asitleri, asit yoğunluklarının ağırlık / ağırlık olarak> %3 olduğu durumlarda koruma veya geri alma. Bunlar: HCI için, H_2S0_4 $HN0_3$ asitleme ve şerit (strip) çözeltileri **(4.11.14.2 *),** Anotlama çözeltileri, $HN0_3$ / HF paslanmaz çelik asitleme çözeltileri, HCI / H_2SO_4 alüminyum aşındırma çözeltileri, metan sülfonik asit (MSA) çözeltileri.	Yüksek oranda ayrışmamış asitler (örneğin, H_3P0_4) membran boyunca yayılmayacaktır. Karmaşık metal anyonlar (örneğin, florotitanyum) kolayca yayılabilir ve iyi bir şekilde ayrılmaz. Akıntı 50 ° C'nin üzerinde ise soğutma veya soğuk ise ısıtma gerekebilir.	Geri kazanılan asit tam güçte değildir ve taze aside ihtiyaç duyulur. Kullanılmış asit atığı akışı, işlem gerektiren 5 - 20 asit ve %60 - 95 oranında metal içerir. Deiyonize su temini gerektirir.
Membran elektrolizi	Kromik asit çözeltileri ve diğer asit bazlı eterler (plastikler dahil), Anotlama ve sıyırma çözeltileri için banyo ömrünü uzatır. Kirleticileri temizler. Cr (III) ila Cr (VI) (4.11.11 *) 'i oksitler. Çok hücreli sistemler yüksek derecede aşındırıcı asitlerle kullanılabilir. Otokatalitik nikel çözeltilerinin ömrünün uzatılması (3.2.3.4'te).	Kuruluş için özel malzemeler gerekebilir. Anyonik metal kompleksleri ön işlem gerektirir. Çalışma sıcaklıkları 15 - 60 ° C arasında sınırlandırılmıştır. Yağ, gres yağı ve çözücüler membranlara zarar verebilir. Askıda katı maddeler ve çökeltiler membranları tıkayabilir.	Tehlikeli dumanlar oluşabilir.

Teknik	**Uygulanabilirlik:** **Kullanım örnekleri ile bölümlere referanslar (Anahtar işlem açıklamaları * ile işaretlenmiştir)**	Sınırlamamlar	**Çapraz medya etkiler**

Elektrodiyaliz	Organik ayrışma ürünlerini kaldırarak nikel elektrolitlerini koruyun (nikel birikintisinin esnekliğini korur) (4.11.2). Elektriksiz nikel çözeltilerin koruma ve ömrünü uzatma (4.11.2). Asitleme asitlerinin ve aşındırma çözeltilerinin ömrünü uzatır (kalay, kalay / kurşun gibi) (4.11.14.2 *). Metallerin durulama sularından geri kazanılması, örn. nikel (4.7.11.4 *).	Zarın tıkanmasını önlemek için asitleme asitlerinin önceden filtrelenmesi gerekir.	Enerji tüketimi

4.11 İşlem çözeltisi bakımı

Banyo işletme parametrelerinin uygun denetimi, daha tutarlı banyo / yüzey kalitesinin yanı sıra daha uzun banyo ömrü ile sonuçlanacaktır. Bu, kritik çalışma parametrelerini belirlemeyi ve bunları belirlenen kabul edilebilir sınırlar içinde tutmayı gerektirir [67, IAMS, 2003].

İşlem kalitesini etkileyen kirletici maddeler süreç çözeltilerinde işlem veya dönüşüm sırasında parçalanma veya ayrıştırma ürünleri olarak birikmekte veya iş parçaları / alttaşlarla önceki çözeltilerden sürüklenmektedir. Bu nedenle, özellikle dışa-sürüklenme kurtarma yoluyla dışa-sürüklenme tekrarlanma fonksiyonu ortadan kaldırıldığında, gurup veya sürekli bakım ve yenileme gereklidir.

Özellikle toplu veya özel bazda çözelti bakımı yapılırken, tanktan tanka yoğun çözeltiler pompalanırken dökülmeleri önlemek için, tüm tankların içerildiği alanlarda düzgün ve eşit bir şekilde desteklendiğinden, pompa damlama ve dökülmelerinin toplandığından ve boru sisteminin güvenli olduğundan emin olunarak dikkat edilmelidir, bkz. Bölüm 4.2.1.

Prensip olarak, elektrokimyasal ve kimyasal işlem çözeltileri arasında bir fark vardır.

Çözünen anotlarla elektrokimyasal işlemler, uygulanan elektrik alandaki katoda göç eden metal iyonlarına dayanır ve metale indirgenir. Elektro kaplamada, iş parçası veya alt tabaka bir katot olarak bağlanırken, anot genellikle biriktirilecek olan metalden oluşur. Elektrik alanında ideal olarak, aynı miktarda metal, katodik olarak biriktirildiği için anottan çözülür, böylece işlem çözeltisinin bileşimi esas olarak sabit kalır. Bu, elektrokimyasal süreçlerin işlem çözeltisi hizmet ömrünün teorik olarak sonsuz olduğu anlamına gelir. Ancak uygulamada işlem çözeltileri, kirliliklerin girişi ve müdahale eden maddelerin farklı nedenlerle oluşumu nedeniyle kalite kayıplarına maruz kalmaktadır.

- yetersiz durulama nedeniyle önceki işlem çözeltilerinden kirletici maddelerin girişi
- baz metalin çözülmesi (özellikle asitle çalışan işlem çözeltileri ile)
- işlem çözeltilerinin kimyasal değişimi (krom kaplama ile Cr (VI) 'dan Cr (III)' e indirgenme, alkali siyanür işlem çözeltilerinde CO_2'nin tepkimeye girmesiyle karbonat oluşumu)
- katotta ayrılandan daha fazla anot metali çözünmesi
- işlem çözeltilerinde organik bileşiklerin ayrışması.

Diğer işlemlerde, otokatalitik kaplamada temel malzeme üzerinde aktif bölgelerdeki kimyasal indirgeyici maddeler tarafından metal iyonlarının metale indirgenmesi veya başka kimyasal tepkimeler (tabaka dönüşümü gibi) gibi kimyasallar da tüketilir. Metal iyonları, indirgeyici etmenler ve diğer kimyasallar sürekli olarak tuz formunda eklenmelidir, bu nedenle prensipte bu çözeltilerin hizmet ömrü sınırlıdır.

Bu bozunma süreçlerinden ötürü, işlem çözeltilerinin kalitesini bu bölümde açıklananlar gibi bir yenilenme tekniğinin uygulanmasıyla sabit tutmak mümkün olmadığı sürece, işlem çözeltisinin kalitesi atılması gerektiği dereceye kadar bozulabilir.
Bu bölümde açıklanan süreçler sadece elektrolitler ile sınırlı değildir. Bunlar, asitleme ve aşındırma çözeltileri, yağ giderme çözeltileri ve benzerlerinin bakımını içerir. Açıklamalar, çevresel sıkıntıların önlenmesi ve azaltılması için her işlemin teknik tanımlaması ile sınırlıdır.

Aşağıdaki Tablo 4.14, birçok süreç için en önemli rahatsız edici çözelti kirleticilerini göstermektedir.
Bazıları başka bir yerde ele alınır ve çapraz-kaynak verilir:

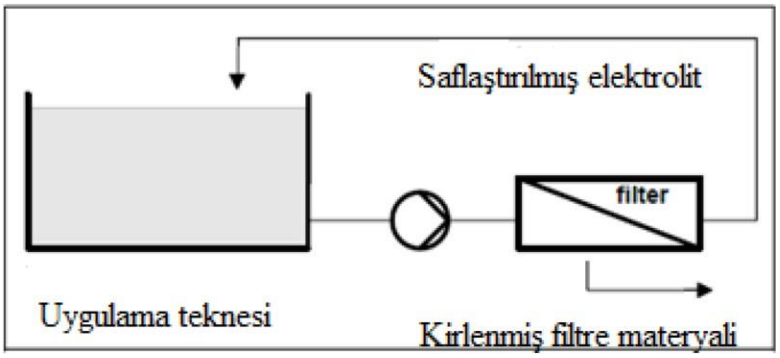
Tablo 4.14 Süreç çözeltilerinin bakımı için uygulanan teknik örnekleri

İşlem çözeltisi	Rahatsız edici kirleticiler	Uyarılar	Bakım (Koruma) tekniği	Tekniğin tanımlanmasına ait referans
Emici temizleyici	Yağ tortusu, sıvı gres, metal şerit, kir, vb.	Uygulamadan kaldırıldı	Detaylı olarak Bölüm 4.11.13'de tanımlandı	4.11.13
Metallerin asitle yıkanması	Çözünmüş metal	Sadece büyük hacimler	Gecikme	4.11.3
Plastiklerin asitle yıkanması	Çözünmüş reçine indirgenmiş oksitleme maddesi	Denge durumu	Seramik membrane arasından tekrar oksitleme	4.11.10
Katmanların temizliği	Çözünmüş reçine Cr(VI) ve O4--	Electrolytic reoxidation	4.11.10	
Electrolitik temizleyici	Çözünmüş metal, yağ, gres	Taşma bölmesi kullanın	Sıyırıcı	4.11.13.8
Siyanür bakır	Gereksiz bakır	Atık su arıtımı ve / veya Cu geri dönüşümü amacıyla siyanür oksitlenmesi için fazladan bir tankta kullanılabilir. Kaplama banyosunda, istenmeyen ayrışma ürünleri olan siyanürü amonyak ve karbonata oksitleyecektir.	Bireysel DC beslemeli çözünmez anotlar	4.4.1.2
	Organik katkı maddelerinin, karbonatların ayrışma ürünleri		Aktif karbon uygulaması Çözeltinin seyreltilmesi	4.11.6
Asit Bakır	Gereksiz bakır		Çözeltinin seyreltilmesi	
	Organik katkı maddelerinin, ayrışma ürünleri		Aktif karbon uygulaması	4.11.6
Elektroliz bakır	Ürünlerin parçalanması		Yükleme ve boşaltma	
Donuk nikel, Watt'ın tipi	Gereksiz nikel		Bireysel DC beslemeli membran anotlar.	4.4.1.2. 4.8.2
	Metaller		Düşük akım yoğunluklarında seçici kaplama katodu	4.11.9
			Parçalanma ürünlerini gidermek için elektrodiyaliz kullanılabilir	4.11.2
Parlak nikel, Watt Tipi	Gereksiz nikel		Çözeltilerin seyreltilmesi	4.4.1.2 4.8.2
	Organik katkı maddelerinin ayrışma ürünleri		Aktif karbon uygulaması Elektrodiyaliz Tutucu reçine uygulaması	4.11.6 4.11.2 4.11.7
	Zn, Cu, Fe olarak metaller		Düşük akım yoğunluklarında seçmeli kaplama katodu	4.11.9
			Parçalanma ürünlerini gidermek için elektrodiyaliz kullanılabilir	4.11.2
Sulfamat nikel	Yüzey aktifleyici paraçalanma ürünleri		Aktif karbon uygulaması Parçalanma ürünlerini gidermek için elektrodiyaliz kullanılabilir	4.11.6 4.11.2
Plastikler için elektroliz nikel	Ortofosfit, sülfat, sodyum, palladyum		Yaşam süresi dolduktan sonra değiştirin Parçalanmış ürünlerini gidermek için elektrodiyaliz kullanılabilir	4.11.2
Metaller için elektroliz nikel	Ortofosfit, sülfat, sodyum		Ömrü dolduktan sonra değiştirin Parçalanmış ürünlerini gidermek için elektrodiyaliz kullanılabilir	4.11.2

Parlak krom ve sert krom	kaplamada çözülmüş ürün Cr(III), metaller		Statik durulama suyu, arıtma çözeltisinin buharlaşma kayıplarını dengelemeden önce katyon değiştirici üzerinde tekrar dolaştırılır	4.11.7 4.7
Alkali çinko	Karbonatlar		Karbonatın düşük sıcaklıkta işlem görmesi, parti halinde ve / veya sürekli olarak kristalleştirilmesi	4.11.4
Siyanür çinko	Gereksiz çinko		Çözünmez anod	4.4.1.2 4.8.2
	Parçalanma ürünleri karbonatlar		Karbonatın düşük sıcaklıkta işlem görmesi, seri ve / veya sürekli olarak kristalleştirilmesi	4.11.4
Asit çinko	Gereksiz çinko		Bireysel DC beslemeli membran anotlar	4.4.1.2 4.8.2
	Organik katkı maddelerinin ayrışma ürünleri		Aktif karbon arıtma Çok fazla hava ile H_2O_2 işlemi	4.11.6
	Metal, (demir)	Fe II'yi çözünmez FeIII'e oksitler	Yüksek pH H_2O_2 uygulaması ve süzme	
Çinko-nikel (alkali)	Karbonatlar		Karbonatın düşük sıcaklıkta kristalleştirilmesi	4.11.4
Zinc –iron	Karbonat		Karbonatın düşük sıcaklıkta kristalleştirilmesi	4.11.4
Pasifleştirme	Pasifleştirilmiş çinko ve çinko alaşımlarının dönüşüm ürünleri, sülfat, yan metaller		Yükleme ve boşaltma	
Aluminyum asitleme Kostik aşındırma geri kazanım	Çözünmüş aluminyum, Al(OH)3		Al(OH)3 NaOH'ün uzaklaştırılması	
Aluminyum Anotlama (sülfirik)	Çözünmüş aluminyum	Çözeltileri değiştirmek için genellikle daha ekonomik, ve atık suları nötrleştirmek için eski çözelti kullanmak [113, Avusturya, 2003	Geciktirme (bakınız uyarılar)	
Aluminyum Anotlama (kormik asit)	Çözünmüş aluminyum, Cr^{3+}	Filtreleme uygun değil	Yükleme ve boşatlma Doğru anaot –katot oranı	
Elektrolitk renklendirme	Sn4+ Aluminyum zenginleştirme		Yükleme ve boşatlma	
İnorganik renklendirme	Sülfat ve fosfatın içeri sürüklenmesi Demir hidroksit	Rengi etkiler	Renge göre besleme ve taşma Süzme	4.11.1
	Serbest ferri-amonyum oksalat		H_2O_2 ile tepkime	
Organik renklendirme	Çok sayıda kirletici		Yenileme zor	
Gümüş	Bozunma ürünleri, potasyum karbonat	Potasyuma dayanır	Yükleme ve boşaltma	
Statik yıkama	PH, yüzey aktifleyiciler ve alglere bağlı olarak metal hidroksitleri		Süzme	4.11.1
Fosfatlama banyosu	Metaller, pH		metal derişimi ve pH filtresi ayarlama	4.11.1

4.11.1 İşlem çözeltilerinin filtrelenmesi

Açıklama
Elektrolitler içinde süspansiyon haline getirilen parçacıklar, tabaka kalitesi üzerinde (özellikle parçacıkların tabakaya eklenmesiyle) olumsuz etkiler yaratabilir. İşlem çözeltilerinin filtrelenmesi, iş parçaları / alttaş, anot çamuru, havadaki toz ya da işlem sırasında (örneğin metal hidroksitler gibi) ortaya çıkan çözünmeyen bileşikler tarafından oluşturulan parçacıkları (örneğin parçalayıcı ya da kir) çıkarmak için kullanılır. Katıların sürekli olarak çıkarılmasını garanti etmek için, filtre işlem tankına bir atlatma yapılarak çalıştırılır, bkz. Şekil 4.22.



Şekil 4.22 İşlem çözeltilerinin filtrelenmesi

Elde edilen çevresel faydalar
Süreç çözeltisi ömrünün uzaması.

Çapraz ortam etkileri
Pompalama için enerji tüketimi.

Yenilenebilir malzemeler bir filtreleme ortamı olarak tercih edilir, çünkü artan atık tek kullanımlık filtrelerden kaynaklanır.

Geri yıkamaya rağmen artık kullanılamayan filtreler genellikle tehlikeli çözelti kalıntılarıyla kirlenmiştir ve tehlikeli atık olarak bertaraf edilmeleri gerekmektedir.

Uygulanabilirlik
Birçok çözüm fayda sağlayabilir. Yüzey işlemlerinde işlem çözeltilerinin filtrelenmesi, işlem çözeltisi ömrünü uzatmak için normal uygulamanın bir parçasıdır.

Ekonomi
Filtreleme için gereken yatırım birkaç yüz ile bin avro arası olduğundan maliyeti küçüktür. Yetersiz filtreleme yüzey kalitesi sorunlarına ve işlem çözeltisinin ihtiyaç duyulandan daha önce atılması yanısıra hatalı parçanın yeniden işlenmesi gibi maliyetlere neden olduğundan ötürü, filtreleme ekonomik olarak uygulanabilir.

Uygulama için itici güç
Çözelti değiştirme sıklığında azalma. Yukarıdaki Ekonomiye bakınız.

Örnek tesisler
Birçok tesiste yaygın olarak kullanılır.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003].

4.11.2 Elektrodiyaliz

Açıklama
Ayrıca bakınız, asitleme, Bölüm 4.11.14.2. Elektrodiyaliz ile bakım, örneğin, organik ayrışma ürünlerini nikel elektrolitlerinden temizler ve nikel yataklarının sünekliğini korur. Ayrıca, elektriksiz nikel kaplama çözeltilerinin ömrünü uzatmak için kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Banyo kalitesinin ve ömrünün uzatılması.

Çapraz ortam etkileri
Bölüm 4.11.14.2'ye bakınız.

Çalışma verileri
Bölüm 4.11.14.2'ye bakınız.

Uygulama için itici güç

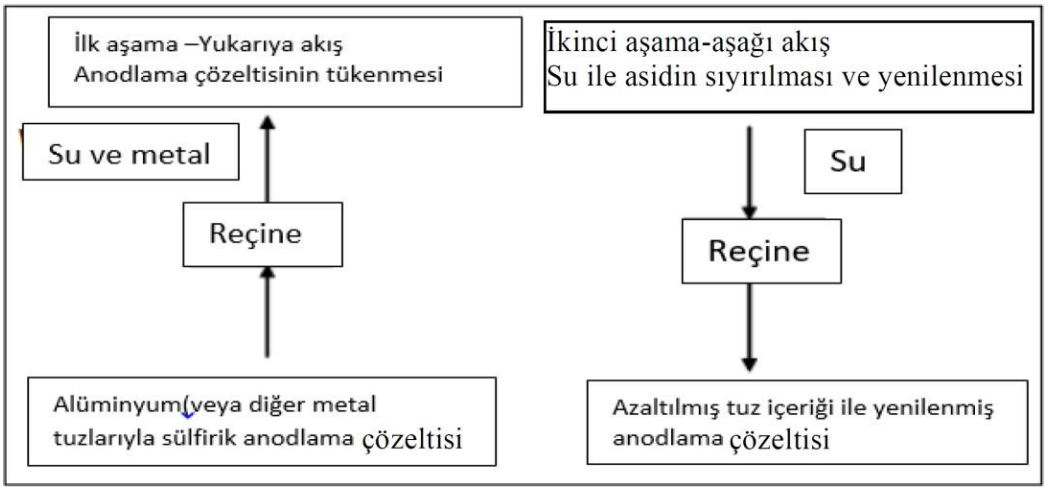
Örnek tesisler
Küçük tesis: Siemens AG Speyer (Almanya)
Büyük tesis: Quakenbrück'te Otto Kynast (Almanya)

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002]

4.11.3 Engelleme (asit reçinesi emilimi)

Açıklama
Engelleme (veya asit reçinesi emilimi), esas olarak asitlerin yenilenmesi için kullanılan bir iyon değişim ayırma tekniğidir (örneğin, anotlamadaki gibi asitleme asitleri ve aşındırıcılar).

Metal (veya asit tuzu) içeren yüksek derişimli bir çözelti, bir iyon değiştirici reçine içinden yukarı doğru pompalanır. Burada metal katyonlar elektrostatik itme ile dışlanıp geçerken, asit anyonlarının ana oranı, bir anyon değiştiricinin reçinesi içine girer. İkinci aşamada, su, reçineden aşağı doğru pompalanır; asit tekrar serbest kalır. Geri kazanılmış asit yeniden kullanılabilir. Asit ve metal tipine bağlı olarak %40 ile %60 arasında bir tükenme oranı elde edilebilir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 Engelleme (Retardasyon) süreci

Elde edilen çevresel faydalar
Kullanılan asitlerin geri kazanımı.

Çapraz ortam etkileri
Asit emilimi işlemi, serbest veya kullanılmamış asidin sadece bir bölümünü kurtarır. Bu işlem, birleşik asitten (tuz) herhangi birini geri kazanmaz. Sonuç olarak, kullanılan toplam asidin yaklaşık %35 ila 70'i, işlemden kaynaklı bir atık akışına karışır ve arıtma gerektirir. İlgili metale bağlı olarak, arıtma geleneksel nötürleştirmeden (kostik ile pH ayarlaması) metallerin uzaklaştırılmasına (örneğin çökeltme) kadar değişecektir.

Çalışma verileri
Bazı yoğunlaştırılmış asitler için geçerli değildir.
Reçineye emilebilen anyonik kompleksleri olan asitlerde kullanılmamalıdır, böylece asit geri kazanımı azaltılır.
Uygulamaya özgü sıcaklık sınırlamaları aşılmamalıdır (örneğin, nitrik asit için yaklaşık 32 ° C ve sülfürik veya hidroklorik asit için 70 ° C'ye kadar).

Uygulanabilirlik
Şunlar üzerinde kullanılabilir

- alüminyum için sülfürik asit eloksal banyoları
- bakır veya pirinç için sülfürik veya nitrik asit aşındırma, asitleme veya parlatıcı banyolar
- paslanmaz çeliğin işlenmesinde kullanılan nitrik / hidroflorik asit, asitleme banyoları
- paslanmaz çelik veya alüminyum elektro parlatma için fosforik ve/veya sülfürik asit banyoları
- katyon iyon değişimi asit yenileme çözeltileri
- çelik ve galvanizli çelik için sülfürik veya hidroklorik asit, asitleme banyoları.

Ekonomi
Bölüm 4.11.3.1'e bakınız.

Uygulama için itici güç
İşlem kararlılığını sürdürecek özellikle sabit bir asit kalitesi sağlamak için asit geri kazanımı, Bölüm 4.11.3.1'e bakınız.

Örnek tesisler
Bölüm 4.11.3.1'e bakınız.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 53, Fransa, 2003, 86, EIPPCB, 162, USEPA, 2000]

4.11.3.1 Sülfürik asit anotlama çözeltisinin geciktirmeli yenilenmesi

Açıklama
Sülfürik asit anotlama işlemindeki çözünmüş alüminyum seviyeleri düşük tutulmalıdır. Asit içindeki alüminyum seviyesi 15 - 20 g / l'ye ulaştığında, anotlama banyosu boşaltılır veya dökülür. Sürekli arıtma, israfı ortadan kaldırabilir ve anotlanmış filmin tekdüzeliğini arttırabilir.

Anotlama banyosunun işletilmesi bir takım potansiyel problemleri ortaya çıkarır. Anotlama banyosu içinde, elektrik direnci (oluşturulan oksit kaplamasından kaynaklanmaktadır), anotlama çözeltisinin iletkenliği, uygulanan voltaj ve denetlenen sabit akım durumu arasında hassas bir denge vardır. Elektrik direnci oksit kaplamanın kalınlığına göre artar ve anotlama çözeltisinde alüminyum derişimi yükseldiğinde azalır. Bu artan direnci telafi etmek için, doğrultulmuş voltaj artırılmalı, ki böylece akım kararlı kalsın. Banyo sıcaklığı, çözelti çalkalama derecesi ve sülfürik asit derişimi gibi diğer değişkenler, ürün kalitesinde bir düşüşe neden olur. Kararlı bir düşük alüminyum derişiminin korunması, direnç, voltaj ve akım arasındaki dengeyi etkileyen bir değişkeni ortadan kaldırır veya azaltır.

200 g / l H2SO4 ve 5-10 g / l Al içeren bir anotlama banyosu, reçine yatağı akışında sülfürik asit görünene ve böylece bütün reçine sülfürik asit ile doyuncaya kadar, bir anyon değişim reçinesi yatağı üzerinden (tercihen yukarı akış yönünde) geçirilir.

Reçine mineralsizleşmiş su ile durulanırsa, reçine boncukları tarafından soğurulmayan alüminyum sülfat önce elüatta görünür, ardından reçine boncukları içindeki mineralsiz su ile değiştirilmesi gereken sülfürik asit gelir.

Elde edilen çevresel faydalar
İşlem çözeltisi ömrünün uzaması.
Bütün asitleme çözeltisi geri kazanılır.

Çapraz ortam etkileri
Geciktirme, yüksek hacimde atık su üretir.
Alternatif olarak, atık asitler atık su arıtımında kullanılarak, bu amaç doğrultusunda yeni asitlerin yerini alabilir. Bu atık asit üretimi ve atık su gereksinimlerine bağlı olacaktır.

Çalışma verileri
Optimum başarım için, işlem banyosunun asit derişiminin %10 aşması zorunludur.
.

Uygulanabilirlik
Gecikme işlem verimi aşağıdaki sırayla azalır:
HC1> HNO_3> HCI0_4> H_2S0_4 (HF) n> H_3P0_4> tartarik asit.

Alüminyum parlatma endüstrisinde sürekli işlem için alüminyum derişiminin denetlenmesi ve sülfürik asidin geri kazanılması yıllardır gerçekleştirilmektedir.

Ekonomi
Sülfürik asit anotlama için bir yenileme ünitesi sisteminin maliyeti 30000 ile 60000 EUR arasındadır.

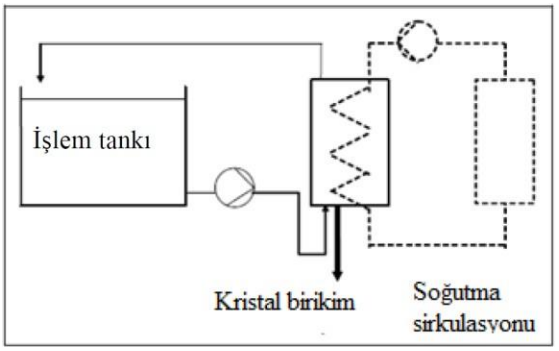
Uygulama için itici güç
Nihai sonuç, maliyet tasarrufuna ve geliştirilmiş ürün kalitesine yol açan istikrarlı, öngörülebilir bir banyo çalışması sağlamaktır.

Örnek tesisler
LRB Roulie, Nanterre, Fransa

Kaynak literatür
[53, Fransa, 2003] [121, Fransa, 2003] [3, CETS, 2002, 118, ESTAL, 2003]

4.11.4 Karbonatların ve metal sülfatların kristalleşmesi

Açıklama
Soğuk kristalleşme, karışan tuzların seçici bir şekilde bir işlem çözeltisinden ayrılabildiği bir teknolojidir. Bu tuzlar, metallerin veya metal oksitlerin (asitleme) çözündürülmesiyle veya istenmeyen tepkimelerle (siyanürün karbonat'a oksitlenmesi) oluşur. Çözeltinin <5 ° C'ye kadar soğutulmasıyla, tuzların çoğunun çözünürlüğü azaltılır. Seçilen tuz karışımındaki sadece belirli tuzlar çözeltinin soğuması ile kristalleşirken, kalan tuzlar çözelti içinde kalır, bkz. Şekil 4.24.



Şekil 4.24 Soğuk kristalleşme çalışma prensibi

Basit sistemlerin kullanılabildiği yerlerde, çözelti kış kapanma döneminde doğal olarak soğuyabilen bir tanka pompalanır. Bu ayrıca, tank astar bütünlüğünü kontrol etmek, kırık askıları ve düşmüş iş parçalarını çıkarmak gibi diğer bakımların yapılmasını da sağlar.

Elde edilen çevresel faydalar
Süreç çözeltisi ömrünün uzaması.

Çapraz ortam etkileri
Bu uygulandığında, soğutma için ek enerji gerekli olacaktır. Bu, daha sıcak ülkelerde gerekli olabilir.

Anotlamada, soğutma için ek enerji gereksinimleri, kristalizasyonun faydalarından ağır basar.

Siyanür çözeltileri için, çöktürülmüş karbonat siyanür içerecektir.

Metal içeriği geri kazanım için yeterince yüksek olmadıkça, üretilen atıklar için tehlikeli atık yönetimi gerektirecektir.

Basit pompalama sistemleri dökülme riskini arttırır.

Çalışma verileri
Soğuk kristalleşmeyle ulaşılabilen servis ömrü uzatması şunlara bağlıdır:

- elektrolitin donmuş tuz türü
- tuz oluşum süreci
- süreç için gerekli olan süre.

Birçok durumda bu, çözeltinin doğal olarak soğuyabildiği kış aylarında, özellikle Noel gibi kapatma dönemlerinde gerçekleştirilir.

Uygulanabilirlik
Her başvurunun çeşitliliği nedeniyle, her vakanın tek tek incelenmesi tavsiye edilir.

Ekonomi
Elektro kaplamada, bir soğutma sistemi için yatırım 15000 ila 20000 EUR arasındadır.

Soğutma için kış sıcaklıklarını kullanan daha basit sistemler sadece bir tank ve pompa gerektirir.

Örnek tesisler
Almanya'da, tesislerin yaklaşık %10'u bu tekniğe sahiptir.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003] [[118, ESTAL, 2003, 124, Almanya, 2003]

4.11.5 Anotlayıcı kostik aşındırıcı kurtarma

Açıklama
Sıcak bir sodyum hidroksit çözeltisi, ince bir alüminyum tabakasını kaldırarak dekoratif bir mat yüzey yaratır. Bu aşındırma işlemine sodyum alüminat ve hidrojen gazı üreten alüminyum ve kostik soda arasındaki tepkime neden olur:

Aşındırma reaksiyonu: $2Al + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2$ (gaz)

Aşındırma işlemi, tipik olarak atık arıtma sistemindeki alüminyumun %80 - 90'ından sorumludur.

Alüminyumun asit tankında çökelmesini önlemek için kimyasal dengeleyiciler (kompleksleştirici maddeler) eklenir. Parçalardaki aşındırma çözeltisini durulamak için su kullanılır. Durulama-suyu, çözünmüş alüminyum ve kostiği tesis atık işleme sistemine taşır.

Dengeleyiciler kullanılmazsa, sodyum alüminat derişimi çok yükselir ve serbest kostik soda açığa çıkaran alümina trihidrat ($Al_2O_3 (H_2O)_3$) üretmek üzere hidrolize olacaktır.

Hidroliz reaksiyonu: $2NaAlO_2 + 4H_2O \longrightarrow 2NaOH + Al_2O_3 (H_2O)_3$

Bayer işlemi olarak bilinen bu tepkime, alumina yapmak için birincil alüminyum endüstrisinde kullanılır. Uygun şekilde kontrol edilmezse, asit tankında bir kaya sertliğinde alüminyum hidroksit tortusunun birikmesine yol açar.
Bir yenilenme sistemi aşındırma çözeltisini sürekli olarak aşındırma tankı ile ayrı bir kristallendirici tank arasında döndürür, burada asit çözeltisi ayrı bir kristalleşme tankında alümina kristalleri ile tohumlanır. Daha sonra aşındırma çözeltisini tortu oluşturmadan yenilemek mümkündür.

Kristalleştiricide oluşan hidratlanmış alümina kristalleri, bir çökme bölümünde dibe çökerler. Azaltılmış alüminyum ve arttırılmış serbest kostik seviyeleri ile yenilenmiş aşındırma çözeltisi, kristalleştiricinin tepesinde doğrudan asit banyosuna geri beslenir. Alümina kristalleri düzenli aralıklarla kristalleştiricinin tabanından çekilir ve bir vakum filtresinde sudan arındırılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Yenileme, bir tesisin katı atıklarını %80'in üzerinde azaltarak, kostik kimyasal (ve nötralizasyon) maliyetlerini %70'in üzerinde azaltabilir.

Çıkarılmış alümina kristalleri çeşitli alümina ikamelerinde kullanılabilir (bununla birlikte, bu kaliteye bağlıdır, aşağıdaki Çapraz-ortam etkilerine bakınız).

Çapraz ortam etkileri
Bazı tesislerde, belirtilen ürünlere-özel bir kalite elde etmek amacıyla, geri kazanılmış alüminada safsızlıklar oluşturan katkı maddeleri aşındırma banyolarına ilave edilebilir. Alümina artık saf değildir ve doğrudan kullanılamaz.

Çalışma verileri
Bazı katkı maddelerinin kullanılması alümina çökelmesini engelleyebilir.
Süreci kontrol etmek zordur.

Uygulanabilirlik
Belirli bir yüzey özelliği elde etmek için katkı maddelerinin kullanılması, işlemi etkilemez veya alüminanın tekrar kullanımını önler.

Ekonomi
Bu sistemlerin montajı nispeten pahalı olsa da daha büyük tesisler iki veya üç yıl içinde maliyetlerini geri kazanabilirler.

Uygulama için itici güç

Ekonomik ve atık azaltma.

Kaynak literatür
[62, Fransa, 2003, 152, ESTAL, 2004, 165, Tempany, 2004]

4.11.6 Aktif karbon işlemi

Açıklama
Aktif karbon filtreleme bir soğurma tekniğidir (veya aktif karbon durumunda tutunma) ve filtreleme ile kullanılır. Elektrolitik çözeltilerdeki organik ayrışma ürünleri, elektrolitik metal birikmesini veya metal kaplama özelliklerini bozar. Bu tür ürünlerin ana oranı, aktif karbon işlemi yoluyla elektrolitlerden çıkarılabilir. Gereken aktif karbon miktarı, çıkarılacak ürünlerin miktarına bağlıdır: 10 g / l'ye kadar gerekli olabilir.

Aktif karbon, elektrolite karıştırılır ve uygun bir tepkime süresinden sonra filtreleme ile ayrılır. Normal filtreleme ve aktif karbon kartuşlarının atlatma bileşimi hem katı kirletici maddeleri hem de çözünebilir organik ayrışma ürünlerini elektrolitlerden sürekli olarak uzaklaştırmak için kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Süreç çözeltisi ömrü uzaması.
Teorik olarak, kirlenmiş aktif karbon yenilenebilir, ancak bu genellikle ekonomik değildir ya da çapraz-ortam etkilerini sınırlama ile ilişkilidir.

Çapraz ortam etkileri
Pompalamada ek enerji. Kullanılmış karbon filtrelerin tehlikeli atık olarak bertaraf edilmesi gerekebilir.

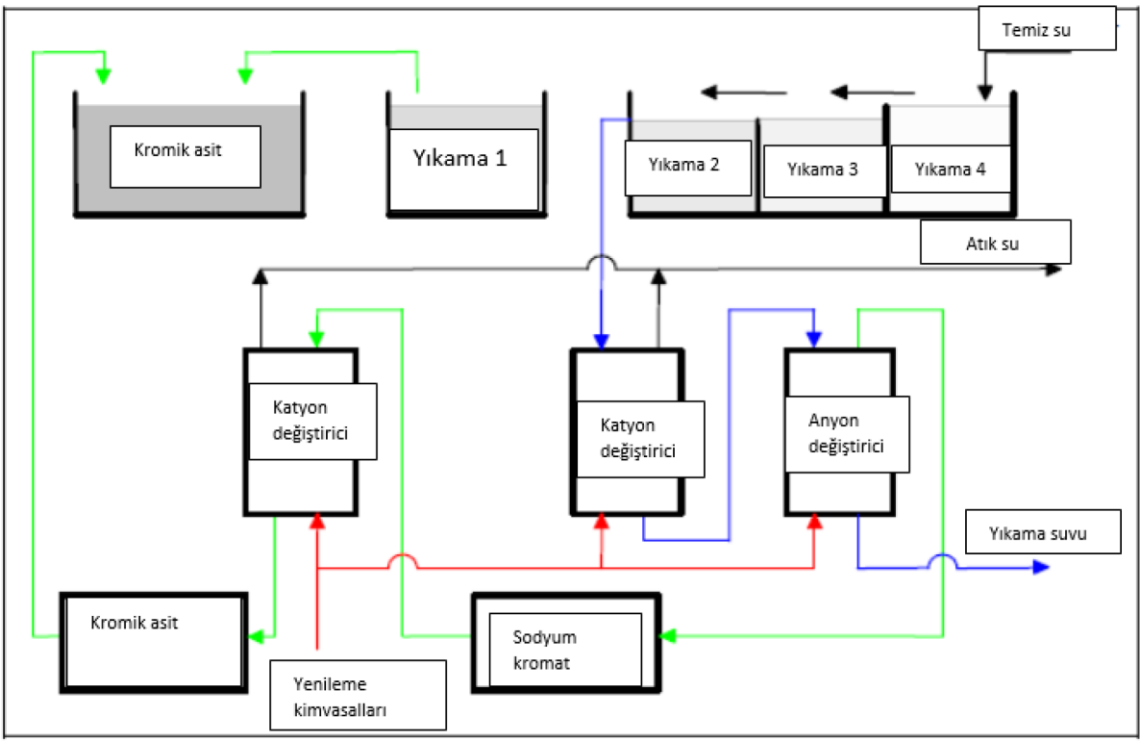
Çalışma verileri
İşlem özel değildir ve aynı zamanda aktif işlem maddelerini de ortadan kaldırır. İşlem çözeltisine telafi edici eklemeler yapılmalıdır.

Uygulanabilirlik
İşlem yaygın olarak ve parlak nikel elektrolitleri için sıkça kullanılır.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003]

4.11.7 Metalik kirlenmenin iyon değişimi ile saflaştırılması

Açıklama
İyon değişimi genel olarak Ek 8.7'de açıklanmaktadır. Teknik, istenmeyen metal iyonlarını (katyonları) seçici olarak sulu çözeltilerden ve güçlü oksitleyicilere karşı direnç gibi belirli özelliklere sahip katyon değiştirme reçinelerinden kaldırmak için kullanılabilir. Kromik asit yenilenmesi için bir örnek, Şekil 4.25'te gösterilmiştir.



Şekil 4.25: İyon değişimi ile kromik asit elektrolit yenilenmesi

Elde edilen çevresel faydalar
Süreç çözeltisi ömrü uzaması.

Çapraz ortam etkileri
İyon değişim kolonu yenilenmesinden kaynaklanan eluatlar atık su tesislerinde arıtılmalıdır.

Uygulanabilirlik
Bu teknik, fosforik asit asitlemesi ve krom kaplama elektrolitleri gibi işlem çözeltilerinin yenilenmesi için atlatma hattında uygulanır. Denetimi diğer iyonlardan daha zor olsa da, Cr (III) elektrolitleri kullanıldığında (bkz. Bölüm 2.5.3) gereklidir. Doğru reçinenin seçimi şarttır.

İşlem banyolarındaki metal kirliliği, krom elektrolit gibi asit katyon değiştiricileri kullanılarak giderilebilir: Fe (III), Cr (III), Ni (II), Cu (II), Zn (II) giderilmesi.

Örnek: Çinko kaplamadan sonra kromik asit pasifleştirmesi. Haftalarca çalıştıktan sonra, banyo, çözelti ömrünü uzatmak için giderilmesi gereken Zn (II) içerir. Banyoda 15 mg / l'den fazla çinko bulunduğu zaman değiştirilmelidir. Zn (II), bir katiyonik iyon değiştirici kullanılarak giderilebilir.

Ekonomi
Teknoloji pahalıdır ve küçük tesisler için harcamayı kurtarmaz. Pasifleştirmede Na_2CrO_4 yenilenmesi ekonomik olmayabilir.

Uygulama için itici güç
Tekniğin üretim sürecine entegre edilmesi kolaydır.

Örnek tesisler
Bir İspanyol tesisinde, altı değerli krom çözeltisini işlemek için bir katyon değişim reçinesi kullanılır. Geri kazanılan krom çözeltisinin daha sonra bir buharlaştırıcıda derişimi artırılır ve çözeltiye geri verilir.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [120, Finlandiya, 2003] [114, Belçika, 2003] [113, Avusturya, 2003] [114, Belçika, 2003] [129, İspanya, 2003]

4.11.8 Elektroliz - işlem çözeltilerinin arıtılması

Açıklama
Bazı metalik kirletici maddeler, elektrolitlerden 0.05 ile 0.3 A / dm² arasındaki düşük akım yoğunluklarında seçici olarak giderilebilir. Bu seçici temizlemenin verimliliği, artırılmış elektrolit verimi ile arttırılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Süreç çözeltisi ömrü uzaması.

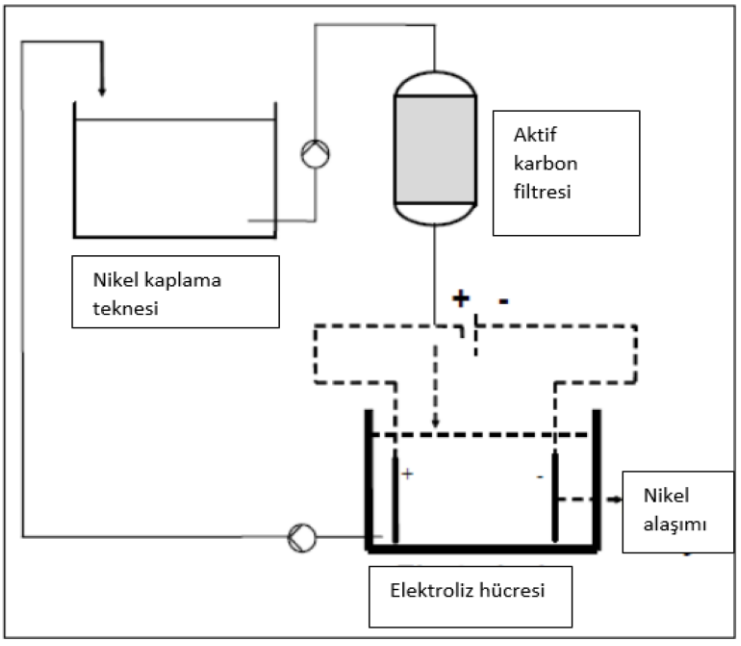
Çapraz ortam etkileri

Çalışma verileri
Sadece istenmeyen metaller değil, aynı zamanda kullanılmayan organik katkılar da giderilebilir. Bu nedenle, elektrolitik arıtma en aza indirilebilir veya organik işlem malzemelerinin telafi edici eklenmesi gerekli olabilir.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002]

4.11.9 Elektroliz - artık metallerin işlem çözeltilerinden giderilmesi

Açıklama
Çözeltide (çinko ve nikel gibi) gerekli olandan daha yüksek bir anot verimine sahip metal işlem çözeltileri, fazla-kaplamaya yol açan artan metal derişiminden etkilenir. Derişim, genellikle kaplama olarak adlandırılan elektroliz ile azaltılabilir, bkz. Bölüm 4.8.2. Nikel çözeltisini korumak için tipik bir sistem, organik kirletici maddeleri gidermek için elektroliz yanı sıra aktif karbon ile Şekil 4,26'da gösterilmiştir.



Şekil 4.26 Fazlalık ve kirletici metallerin elektrolitik çıkarılması

Elde edilen çevresel faydalar
Tekrar çalışmanın azaltılması.
Çözülmüş metalin durulamalara taşıp-sürüklenmesinin en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Çözeltideki istenmeyen metaller, dışa-sürüklenen miktarları arttırır.

Çalışma verileri
Yüksek anot verimi, çözünmeyen anotlar ve harici metal çözünmesi kullanılarak daha iyi denetlenebilir, bkz. Bölüm 4.8.2.

Uygulanabilirlik
Çözünür anotlarla çinko ve nikel elektro kaplama.

Uygulama için itici güç
Süreç denetimi ve yeniden işlenmenin en aza indirilmesi.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003]

4.11.10 Elektroliz - yıkım ürünlerinin yeniden oksitlenmesi

Açıklama
ABS plastik parçaların krom / sülfürik asit ile teması alttaşın bütadien bileşenini oksitler ve çözer, aynı anda üç değerlikli krom üretir. Tolerans derişim seviyesinin aşılması durumunda ise hem organik ayrışma ürünü hem de üç değerlikli krom işlemi bozacaktır.

Üç değerlikli kromun bir membran olmadan oksitlenmesi, ancak yeterli anodik ve katodik yoğunluk koşulları ile mümkündür.

Seramik membran elektrolizi, işlem çözeltilerini sürekli olarak yenilemek için daha güvenilir araçlardır, bkz. Bölüm 4.11.9.

Elde edilen çevresel faydalar
Süreç çözeltisi ömrünün uzaması.

Uygulanabilirlik
ABS plastik malzemelere krom / sülfürik asit uygulanması.

Uygulama için itici güç
Ürün ve süreç kalitesi.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [129, İspanya, 2003]

4.11.11 Krom çözeltisi bakımı için membran elektrolizi

Açıklama
Membran elektrolizi, bir elektroliz hücresinde elektrolit çözeltisini ayırmak için bir veya daha fazla iyon seçici membran kullanır. Membranlar, iyon-geçirgen ve seçicidir. Katyon membranlar Cu ve Al gibi katyonları geçirir, ancak anyonları geçirmez. Anyon membranlar sülfatlar ve klorürler gibi anyonları geçirir, ancak katyonları geçirmez.

Membran elektrolizi iki ana işleyiş ile süreç çözeltilerini yenileyebilir:

(1) İyonların işlem çözeltisinden, membran boyunca seçici bir şekilde elektrolit çözeltisine aktarılması, ve
(2) Süreç çözeltisi içindeki anahtar bileşenlerin oksitlenme durumlarının / iyonik formlarının elektrottaki elektrokimyasal tepkimeler yoluyla yenilenmesi.

Katman kirletici maddelerin yüzey bitirme işlemi çözeltilerinden çıkarılması için yaygın bir yapılandırma, membran boyunca uygulanan bir elektrik potansiyeli çeken iki-hücreli bir bölme ile birleştirilmiş, katyona özgü bir membran kullanır. Bir hücre anot çözeltisi ile bir anot içerir; diğeri ise katot çözeltisi ile bir katot içerir.

Anot çözeltisi tipik olarak yenilenmesi gereken harcanan işlem çözeltisidir. Kirletici katyonlar anot çözeltisinden çıkarılır ve katot çözeltisine aktarılır. Su ayrışırken, anot ve katot tepkimeleri, her çözeltideki göreli elektro-negatiflik ve özel iyonların derişimi bağlamında meydana gelir.

Akışkan yatak teknolojisine sahip ve yarı geçirgen membranlarla birlikte kullanılan bir elektrolitik hücre tekniği, altı-değerlikli bir çözeltinin ömrünü %300 ila %400 oranında uzatır.

Elde edilen çevresel faydalar
Kimyasal kullanımını azaltır.
Çözelti ömrünü uzatır.

Çapraz ortam etkileri
Düşük güç tüketimi.
Çözeltiye bağlı olarak tehlikeli dumanlar çıkabilir (aşağıdaki Çalışma verilerine bakınız).

Çalışma verileri
Membran ömrü şartlara bağlıdır, ancak bir yıldan fazla olabilir.

Membran elektrolizinin sınırlanmaları:

- işleme için özel yapı malzemeleri ve hücre biçimleri gerekebilir
- yüksek aşındırıcı sıvılar
- elektrot tepkimelerinde tehlikeli gazlar oluşması durumunda duman toplama ve arıtma gerekebilir.
- anyonik metal kompleksleri, bir katyon değiştirme membranı boyunca giderilmeden önce ön işlem gerektirir.
- çalışma sıcaklıkları tipik olarak 15 °C ila 60 °C arasında sınırlıdır.
- yağ, gres ve çözücüler membranları olumsuz yönde etkileyebilir
- asılı katı maddeler ve çökeltiler membranları tıkayabilir.

Membran elektroliz sistemleri kapasiteyi arttırmak için çok hücreli sistemler olarak yapılandırılabilir. Elektrotların besleme akışından izole edilmesi gereken özel uygulamalar için üç bölmeli hücre kullanılır. Özel ve soy metallerin giderilmesi için bir dizi seçici ve özel-yapım elektrot mevcuttur.

Uygulanabilirlik
Membran elektrolizinde krom kaplama, kromik asit anotlama, aşındırıcı ve kromatlama çözeltileri gibi kromik asit bazlı çözeltiler kullanılmıştır. Üç-değerlikli krom, anotlarda altı değerlikli krom için yararlı bir şekilde oksidini kaybedebilir. Kirletici metaller katot çözeltisine taşınır. Membran elektrolizi aynı zamanda kirletici metalleri uzaklaştırmak için çeşitli asit bazlı aşındırıcılara, sıyırma ve asitleme çözeltilerine de uygulanmıştır. Özel anot ve/veya katot çözeltili çok hücreli sistemler elektrolitleri izole etmek için nitrik ve hidroflorik gibi yüksek derecede aşındırıcı asitlerle kullanılmıştır. Membran elektrolizi toplu veya sürekli olarak kullanılabilir ve genellikle daha küçük nokta kaynaklı uygulamalar için bir taşınabilir birim olarak yapılandırılır.

Ekonomi
Yıllık işletme maliyeti 300 EUR olan ünite için tipik tesis maliyetleri 15000 Euro'dur.

Uygulama için itici güç
Malzeme ve maliyet tasarrufu.
Süreç ve kalite güvenilirliği.

Örnek tesisler
BAe Systems plc, Balderstone, Lancs, İngiltere

Kaynak literatür
[110, BEWT, 2003]

4.11.12 Fosfat çözeltilerinin temizlenmesi ve yenilenmesi

Açıklama
2.5.16 ve 2.9.8.9 bölümlerine bakınız.
Tüketilmiş fosfat çözeltisi filtrelenir; Metalik iyon ve pH derişimleri ayarlanır.
Yenilenmiş fosfat çözeltisi tekrar kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Çevresel fayda yüksektir. Kimyasalların tüketimini azaltır, su ve çamur salınımlarını azaltır bültenleri.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesiste sağlanan alan bulunursa.

Ekonomi
Yatırım maliyetleri 0,015 ila 0,8 / t EUR olup, işletme maliyetleri 0,001 ila 0,15 EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
Öncelikle işlem verimliliği.

Örnek tesisler
AB-15'te birkaç sürekli elektro kaplama hattında bulunur.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.11.13 Yağ-alma çözeltilerinin bakımı

Tablo 4.15, bu bölümde tarif edilen ve yağ-alma çözeltilerinin ömrünü uzatmak ve korumak için kullanılabilecek teknikleri özetlemektedir.

Tablo 4.15 Yağ-alma çözeltilerinin bakımı için teknikler

Teknik	Kullanım ve öneriler	Referans
Basit metotlar:	Düşük hacimler için düşük maliyetli, yaygın olarak uygulanabilir	4.11.13.2
Selüloz filtrelerle filtreleme		
Mekanik ayırma	Yüksek maliyet, fakat hala yaygın kullanım.	
Yerçekimi ayırma		
Kimyasal ilavesiyle emülsiyon kırılması		
Statik ayırıcı	Atık su KOİ'sinde %50'ye kadar azalma. Çözelti %50 -70 ömrünü uzatır. Kullanımı ve izlemesi basit. Yüksek maliyet: sadece yüksek miktarda yağ için geçerlidir.	4.11.13.3
Biyolojik yağ giderme/yenileme	Zayıf alkali ve/veya stabil olmayan emülsiyonlar için kullanılır. Ucuz ve etkili. Tüm yağ veya gresler için çalışmaz.	4.11.13.4
Santrifüjleme Yağ Alma Metotları	%98 yağ giderimi. Düşük servis. Sınırlı alanlarda kullanılır. Yüksek maliyet: Sadece yüksek hacimli yağlar için kullanılır.	4.11.13.5
Membran filtreleme	Atıksulardaki KOİ yükü %30 – 70 azaltılır. METh yaşamı10 kata kadar arttırılır. Yüksek maliyet: Sadece yüksek hacimli yağlara kullanılır.	4.11.13.6
Çok aşamalı	Maliyetler birleşik seçeneklere göre değişir.	4.11.13.7
Elektrolitik yağ giderme	Yukarıdaki gibi aynı tekniklerin herhangi biri.	4.11.13.8
	Temiz tekneleri ıslatmak için elektrolitik temizleyicilerin yeniden kullanım veya kademeli kullanımı.	4.11.13.1

4.11.13.1 Yağ-alma çözeltilerinin kademeli (çoklu) kullanımı

Açıklama

Yağ-alma çözeltilerinin çalışma ömrünü uzatmak için kullanılan bir teknik, çözeltiyi yeniden kullanmak veya kaskad şeklinde kullanmaktır. Elektrolitik yağ-alma bölümünden gelen çözelti belirli bir yağ seviyesine ulaşınca ya bobin hatlarının püskürtme bölümünde ya da diğer hatların ilk yağ-alma bölümünde yeniden kullanılır. Püskürtme bölümünün kullanılmış Yağ-alma çözeltisi yeniden üretilebilir.

Elde edilen çevresel faydalar

İşlemlerdeki elektrolitlerde ve su tüketimlerinde önemli azalma dolayısıyla atık su hacimlerinin azalması.

Uygulanabilirlik

Yeni ve mevcut tesiste sağlanan alan bulunursa.

Elektrokimyasal yağ-alma (örneğin yüksek iletkenliğe sahip yüksek alkali) ve ön temizleme (örneğin iyi yağ çözünürlüğü) için özel çözeltiler kullanıldığında uygulanmaz.

Ekonomi

Bobin sistemleri için hat başına yatırım maliyetleri 0,015 ila 0,8 EUR/t, ve işletme maliyetleri 0,001 ila 0,15 EUR / t olabilir.

Uygulama için itici güç

Öncelikle süreç verimliliği

Örnek tesisler
AB-15'te birkaç sürekli elektro kaplama hattında

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.11.13.2 Basit yöntemler

Tipik basit yöntemlerin açıklamaları
Selüloz filtreler ile basit filtreleme, bkz. Bölüm 2.7.1.

Sıyırıcılar tarafından mekanik ayırma.

Atlatma geçişi ile çalışan yerçekimi yağ ayırıcıları, küçük yağ damlacıklarının yüzebilen ve sonra atılabilen daha büyük kürecikler oluşturmasına izin vererek, yağ / gresi ayırır. Bu çözünmüş hava yüzdürülmesi ile artırılabilir.

Emülsiyonu parçalayarak emülsiyonlaşmış yağı ayırmak. En kolay yol, ıslatma maddesi sistemini bölen ve yağı serbest bırakan ve aynı zamanda yağ-alma etkisini yok eden kimyasal ilavelerdir.

Elde edilen çevresel faydalar
Tüm yöntemler yağı giderir ve yağ-alma çözeltilerinin çalışma ömrünü uzatır.

Çapraz ortam etkileri
Sıyırıcılar ve çözünmüş hava yüzdürülmesi için enerji tüketimi.
Emulsiyon-engelleme için kullanılan kimyasallar.
Selüloz filtrelerin düzenli olarak atılması zorunluluğu atıkları artırır.

Çalışma verileri
Yer çekimi ayırma en düşük bakım sistemidir.

Uygulanabilirlik
Çözelti ömrüne ve yatırım maliyetlerine bağlı olarak tüm yağ-alma çözeltileri.

Ekonomi
Sıyırıcılar tarafından mekanik ayırma, yüzer yağın temiz yüzeyden çıkarılmasının en basit ve ucuz yöntemidir.

Uygulama için itici güç
Geliştirilmiş temizlik, daha sonraki yüzey işlemlerinin daha iyi başarım ve güvenilirliği ile sonuçlanır. Bu da reddedilme ve yeniden işlenmeyi azaltır.

Kaynak literatür
[129, İspanya, 2003]

4.11.13.3 Yağ-alma banyoları için statik ayırıcı

Açıklama
Statik bir ayırıcı kullanarak (kullanılmış yağ-alma banyosunun toplu veya sürekli olarak pompalanması) banyoların ömrünü uzatmak basit bir tekniktir. İki faz arasındaki yoğunluk farkı ile fiziksel ayrıştırma, yağ-su karışımının ayrılmasını sağlar. Bu ayırma, ayrıştırılmış yağın çevrimdışı olarak ayrı bir tanka doğal olarak boşaltılması veya yüzey üzerinde bir kazıyıcı veya yağ-çeken tambur veya bantlı sıyırıcı kullanılan mekanik bir sistem ile yapılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık sularda büyük KOİ düşüşü, bazı durumlarda %50 oranındadır.

Kullanılmış çözeltilerin dökülmesinde önemli azalma: çoğu durumda %50 ila 70 arasında azalma.

Deterjan alımlarında %50 azalma.

Çapraz ortam etkileri
Bu işlem membran kullanan tekniklerden daha az seçicidir ve daha ucuzdur. Geri alınan yağlar genellikle kirlenmiş ve bu nedenle tahrip olmuştur.

Sadece yüzen tabakanın giderilmesi, atılan emülsiyonların sadece küçük bir kısmıdır.

Çalışma verileri
Bu teknik çok basittir (membran yoktur). İzleme çok basit.

Yağ-alma banyosundaki kirlilik, sabit bir düşük seviyede tutulur, dışa sürüklenme seviyesini azaltır ve durulama suyunun kullanımını ve kirliliğini en aza indirir.

Bir banyonun ana kirliliğini temsil eden yüzen yağları ortadan kaldırır.

Hidrokarbonlardan gelen yığını ve çamurları azaltarak atık su arıtımındaki problemleri ve yüksek pH'lı yığın boşaltımını azaltır.

Çok ince zerrecik dağılımları (emülsiyonlar, mikro emülsiyonlar, COD) ve çözünür yağlar kolayca ayrılmaz. Kirlenen türlerin derişimi banyoda artacaktır ve çözeltiyi atmak veya yüzey aktif madde ilavesi yapmak gerekli olacaktır.

Uygulanabilirlik
En iyi zayıf emülsiyon yağ-alma çözeltileri ile kullanılır, bkz. Bölüm 4.9.14.4

Ekonomi
Bu, uygulanan tekniğin büyüklüğüne ve karmaşıklığına bağlı olarak ucuz bir teknolojidir. En temelde, pompa ve boru ile ayrı bir tank içerecektir. Daha karmaşık bir sistem için maliyetler 50000 Euro'ya kadar çıkabilir.

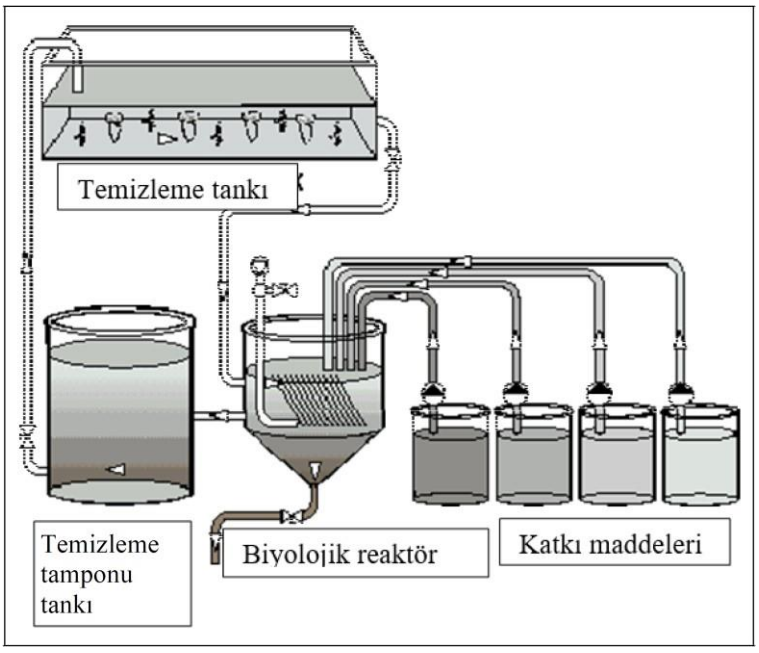
Uygulama için itici güç
Yağ-alma işlemi ile yüksek verim.
Yüksek kalite ve sürekli yağ-alma için güçlü talep.
Reddetme ve yeniden işleme için yüksek maliyet.

Örnek tesisler
Fransa'da: Berezecki (Beauvais), Kerbério (Gretz Armainvilliers), Berthollet (Montreuil)

Kaynak literatür
[57, Fransa, 2003]

4.11.13.4 Biyolojik yağ-alma yenilemesi

Açıklama
Genellikle bir yağ-alma sistemi olarak adlandırılsa da, zayıf alkali yağ-alma banyoları için bir bakım sistemidir. Yağın biyolojik olarak parçalanmasıyla banyonun sürekli atlatma-hat ile yenilenmesi zayıf alkali banyosunun sınırlandırmasının üstesinden gelir: güçlü alkali / kararlı emülsiyon sistemleriyle karşılaştırılınca çözünme kapasitesinin hızla tükenmesi. Tipik bir düzen Şekil 4.27'de gösterilmektedir, ancak manuel ilave katkı maddelerine sahip basit sistemler de iyi çalışır.



Şekil 4.27 Biyolojik sulu, yağ-alma işlemi [3, CETS, 2002].

İş parçaları / alttaşlar, hafif alkali emülsiyonlaştırıcı temizleyicilerden oluşan işlem çözeltisine yerleştirilir. Bu durumda, çalışma sıcaklığı daha düşüktür (yaklaşık 45 ° C). Bileşenler, yüzeylerden kir ve yağı kaldırmak ve emülsiyonlaştırmak için bir yüzey aktif madde, yağları karbon dioksit ve suya indirgemek için doğal olarak oluşan mikro-organizmalar ve mikro- organizmalar için besin maddeleri içerir. Sistemin serbes oksijen ile ilgili (aerobik) kalmasını sağlamak için çözelti düşük hızda hava ile kabarcıklandırılır. Çözelti, mikroorganizmaları içeren bir yan tank ile sürekli olarak dolaştırılır, ki ara sıra az miktarda çamurun yan tanktan uzaklaştırılmasıyla birlikte bu tanka besin maddeleri ve diğer işlem kimyasallarının ilavesi yapılır ve çözelti sürekli olarak kendini yeniler.

Bu genel tipteki biyolojik yağ-alma işleminin çeşitleri vardır. Bazı uygulamalarda, yağ-alma banyosu bir biyoreaktör olarak kullanılır ve yağdan arındırılacak iş parçaları bu biyokütle içeren-çözelti içine daldırılır. Ön yağ-alma aşaması olarak normal alkali sulu yağ-alma işlemi, ardından banyoda kendisinin de biyoreaktör olduğu bir biyolojik yağ-alma / durulama aşaması olan iki aşamalı bir işlem olarak çalıştırılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar

Daha nötr pH'da çalışır, daha düşük çalışma sıcaklıkları; yaklaşık 45 ° 'dir.
İşlem kimyasallarının kullanımının azaltılması, çözeltinin nadiren değiştirilmesi gerektiğidir.
İşyerinde tehlikeli kimyasalların kullanımında azalma.
Kullanılmış işlem çözeltisini boşaltırken etkisizleştirici kimyasal kullanımında azaltılma ve yüzey aktif maddelerin atık su arıtımı üzerinde etkisinin azalması.
Daha düşük buharlaşma kayıpları ve bu nedenle su buharı çeker ihtiyacı azalır.

Çapraz ortam etkileri

Lejyonella bakterisinin olası büyümesi ve sonuçta düzenli test yapılması gerekebilir.

Çalışma verileri

Harcanan çözeltileri değiştirmek için gerekli üretim hattının durma süresini azaltır.

Kısa kullanım ömrlü kimyasal yağ-alma kalitesindeki değişime karşı yağlama kalitesinin tutarlı olmasını sağlar.

Bazı kullanıcılar, işlemin tüm yağlar ve gresler için uygun olamayacağını bildirmektedir (sülfür bileşikleri içeren yağlarla ilgili olası sorunlar).

Bazı uygulamalarda, yağ-alma çözeltisindeki biyokütle, aşağıdaki işlem aşamalarına kısmen taşınarak, sonraki yüzey işlemlerinde kalite problemlerine neden olabilir. Bir biyo-reaktörü

membran ayrımı ile birleştiren işlemler, ince tabakalı ayırıcıların sınırlı verim problemini ortadan kaldırmak için araştırılmaktadır [124, Almanya, 2003].

Siyanür, bakır, AOX, vb. gibi biyo-zehirli maddeler çözeltiye az miktarda bile sürüklenirse biyolojik sistem bozulabilir. Sistem, biyo-zehirli olabilecek bazı parlatma macunları ile çalışmaz.

Doğru yüzey aktif madde seçimi önemlidir. Mikrobiyal bozunmaya karşı en azından kısmen dirençli olmaları gerekir.

Sistem, kesintisiz bir yağ tedariği veya arıza süresinin üç günden fazla olması durumunda ilave besleme yapılmasını gerektirir.

Sistem, yüksek sıcaklıklarda ıslatma gerektiğinde (örneğin, cilalı parçalarla) iyi bir temizlik kalitesi vermez.

Uygulanabilirlik
Yukarıdaki Çalışma verilerie bakınız. Tam kapasite kullanmadan önce tüm olası uygulamaları (iş parçası tipleri, yağ / gres kaplaması vb.) sınamak önerilir. Yeterli sayıda tesis, göz önünde bulundurulması için bu tekniği ticari olarak kullanmaktadır.

Ekonomi
Bir operatör, yılda iki kez 50 kg'lık tambur hatları için 6000 - 7000 EUR (2002) kimyasal tasarruf sağlamaktadır.

Bir başka operatör, elektro kaplama hattı başına ilk yıl 3400 Avro ve bundan sonraki her yıl için yıllık 3800 Avro kimyasal tasarruf bildirmiştir (1999).

Orta ölçekli bir sözleşme elektro kaplama şirketi, bir biyolojik yağ-alma işlemini geleneksel bir sulu sıcak alkali yağ-alma işlemi ile değiştirince yağ-alma / durulama / asitleme aşaması için özel arıtma maliyetlerinde%15-25 azalma bildirmiştir.

Bu rakamlardan hiçbiri su, enerji, azaltılmış çözelti hazırlama süresindeki iş gücü, artan verimlilik (hat kesintisi) ve iyileştirilmiş işlem başarımı (daha az reddedilen) içermez.

Uygulama için itici güç
Yağ-alma çözeltilerinin değiştirilmesi için işlem hattı duruş süresini azaltır.
İşyerinde kullanılan tehlikeli kimyasalların miktarını azaltır (güçlü kostik ve yüzey aktif çözeltilerin yerini alır).
Atık su arıtma işleminden kaynaklanan çamurları %80 oranında temizler.
Azaltılmış maliyetler.

Örnek tesisler
Dundee Electroplating Ltd, Dundee, Birleşik Krallık; Exhall Plating Ltd, Coventry, Birleşik Krallık; Merrydale Industries Ltd, Wednesbury, Birleşik Krallık; Metal Colours Ltd, Slough, İngiltere, Sessler Galvanotechnics, GmbH, Almanya, Bkz. Ek 8.5

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 31, Biowise, 2001] [124, Almanya, 2003] [115, CETS, 2003] [113, Avusturya, 2003] Almanya Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı raporu 01RW0189

4.11.13.5 Yağ-alma banyolarının santrifüjlenmesi

Açıklama
Santrifüj yağları ayırarak yağ giderici banyoları temizler. Kirlenmiş yağ-alma çözeltisi santrifüjlü bir ayırıcıya pompalanır. Yağ çıkarılır ve üretilen katılardan ve çamurdan ayrı olarak geri kazanım için toplanır. Temiz yağ-alma çözeltisi daha sonra yağ-alma banyosuna geri döndürülür.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu işlem, yağ ve katı maddelerle kirlenmiş kullanılmış banyoların atılmasını azaltır.
Yağ-alma banyosundaki kirlilik, sabit olarak düşük seviyede tutulur, dışa-sürüklenme seviyesini azaltır ve durulama suyunun kullanımını ve kirliliğini en aza indirir.

Yağ geri kazanılır ve olası geri kazanım için ayırıcının çıkışında derişimi artırılır. Çamurlar ayrı toplanır.

Boşaltım sıklıklarının azaltılması (%30 ile 80 arasında) boyutuna, üretime ve tesisle ilgili olan daha az ısınma ve duruş süresi gibi diğer birçok değişkenlere göre olur.

Yüzey aktif madde kaybı yoktur.

Çapraz ortam etkileri
Santrifüjün pompalanması ve çalıştırılması için elektrik gücü.

Çalışma verileri
Banyo arıtma %98'den daha yüksektir. Bir tedarikçiye göre, artık yağ derişimi 2,5 g / l'den daha azdır.

Dışa-sürüklenme azaltılır; takipeden durulamalar daha az kirlenir, bu nedenle işlem kalitesi artar.

Sınırlı servis ve bakım (otomatik makineler için her 2000 saatte bir).

Santrifüjleme, kısıtlı bir alanda büyük miktarda yağı çıkarmayı mümkün kılar.

Kullanılan makineler taşınabilir ve farklı köken banyolarını işlemek için kullanılabilir.

Parçacıkların tortulaşma hızı çok düşük olduğunda çok kullanışlıdır.

Manuel makineler, çamurla kirlenmeye karşı hassastır ve nispeten düşük bir çamur içeriğine sahip banyolar için ayrılmalıdır. Çamurdan yeterince korunmamış olan manuel makinelerin bakımı yorucu olabilir.

Bazen banyo etkinliğini korumak için yüzey aktif maddeler ilave edilmelidir, çünkü mikro-emülsiyondaki yağ sulu fazdan ayrılmaz.

Uygulanabilirlik
Yüzey aktif madde kimyası uyarlanmalıdır. Santrifüjler sert asit banyolarını işleyemez (pH <2).

Ekonomi
En az 50000 Avro'ya mal olan ve kurulum, depolama ve banyoların toplanması dahil olduğu zaman 150000 Avro'yu aşabilecek çok pahalı bir teknoloji şeklidir.

Uygulama için itici güç
Yağ-alma işlemi ile yüksek verim.
Yüksek kalite ve sürekli yağ-alma için güçlü talep.
Reddedilme ve yeniden işleme için yüksek maliyet

Örnek tesisler
Fransa'da: Renault (Flingues, Cléon) Chan-t'eou ve Maury (Lucé) Freudienne (Langres) Noiraud (Laon), Ronéo (Noyon)

Kaynak literatür
[46, Fransa, 2003]

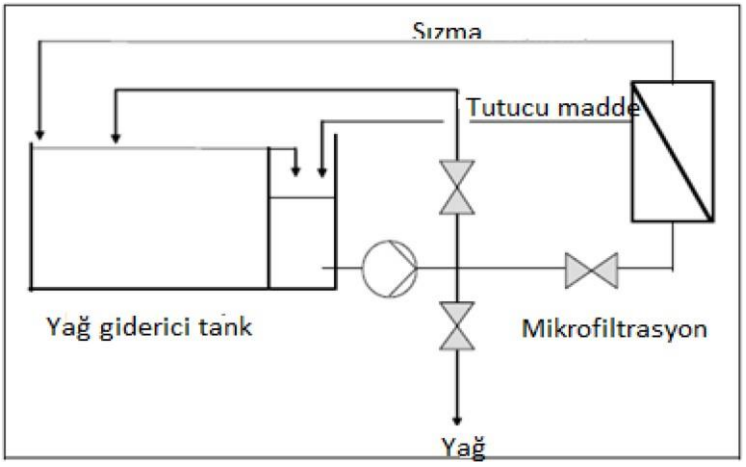
4.11.13.6 Emülsiyonlaştırıcı yağ gidericilerin (mikro- veya ultrafiltreleme) membran filtrelenmesi

Açıklama
Bu teknik, kuvvetli emülsiyonlaştırıcı yağ-alma sistemlerinin kullanılmasının teknik nedenlerle, gerekli olduğu ve temizleme çözeltisinin başka yöntemlerle yeniden üretilmesinin pahalıya

hatta imkansız hale gelebileceği yerlerde kullanılabilir.

Özellikle, mikro ya da ultra-süzme membran filtreleme teknolojisi, 0.005 ila 0.1 mikrometre arasında parçacık ayrılması için membran kullanılan fiziksel ayırma işlemidir (nanofiltreleme veya ters ozmos küçük parçacıkların ayrılması). Basınçta küçük bir fark vardır, böylece sıvı zarın bir tarafından diğerine hareket eder.

Filtreleme teğetseldir, böylece sıvı dik veya önden (bu nedenle partikülleri filtrenin üzerine yükler) olan geleneksel filtrelemeden farklı olarak membrana paralel dolaşır. Teğetsel filtreleme, kirlilik parçacıklarının filtreleme yüzeyini kirletmeden birikmesine izin verir. Membranı geçen sıvı süzüntü veya sızıntı olup yağ alma banyosuna geri beslenen saflaştırılmış deterjan çözeltisi içeren temiz bir çözeltidir. Membranı geçemeyen çözelti, yağ ve asılı malzeme içeren kalıntılardır. Tipik bir sistem Şekil 4.28'de gösterilmektedir.



Şekil 4.28 Yağ-alma çözeltisi servis ömrünün uzatılması için yan-akışlı mikrofiltreleme yapılması

Elde edilen çevresel faydalar
Yoğun kirlenmiş iş parçalarını veya yüzeyleri yağdan arındırmak için azaltılmış kimyasal ve enerji tüketimi. Yağ-alma banyosu ömrünün uzaması (10 kata kadar). Deterjan tüketiminin %50 azaltılması

Kirlilikte yüksek azalma, su ajansı verilerine göre %30 ile %70 arasında KOİ azaltılması. Kullanılmış banyoların daha az atılması söz konusudur (genellikle yağ seviyeleri 10 ila 15 g / l arasındadır).

Çapraz ortam etkileri
Teğetsel filtreleme ile maliyetler, dik bir sisteme göre daha düşük olduğu halde, mikro filtrelemeye pompalamanın güç tüketimi.

Çalışma verileri
Yüzey-aktif madde bileşenleri, zarlardan geçerek de kaybolabilir ve mikro filtrelemenin başarılı kullanımı için, temizleyicideki kimyasalların bileşiminin korunması gerekir.

Banyodaki yağ derişimi 2 veya 3 g/l'ye düşer ve filtreleme hızına bağlı olarak sabit tutulur. Banyo sürekli olarak filtrelenir ve yağ-alma banyosunun (500 ve 800 mikron arasında) sabit verimi, püskürtme sistemleri ile kullanıldığında daha az kirlenme problemi olur.

Membranların seçimi, kullanım sırasında kirlenme olasılığı olduğundan, testlerle belirlenmelidir.

Uygulanabilirlik
Sadece birkaç kullanıcı, uygulamada temizlik kalitesini daha uzun süre başarılı bir şekilde muhafaza etmiştir. Bu nedenle, diyafram temizleme sisteminin yağ-alma çözeltileri için başarılı bir şekilde kullanılması, kullanıcıların, teçhizat üreticilerinin ve kimyasal tedarikçilerinin yakın

iş birliğini gerektirir.

Bu tekniğin maliyet etkinliği başarısı, bir yağ-alma banyosunda karşılaşılan çok çeşitli kirleticiler için en uygun membranın kullanılmasına dayanmaktadır. Teçhizatın çoğu, giderilecek olan yağların bileşiminin daha sabit olduğu işletmelerde iç-atölyelere yerleştirilir.

Ekonomi
Enerji maliyeti: m^3 başına 0,10 ila 0,20 kWh arasında elektrik tüketimi.
Sıcak kullanılan banyoların boşaltılmaması, daha az ısı enerjisi kaybıdır.
Yağ-alma banyolarını değiştirmek için üretimi durdurmaya gerek yoktur.

Yatırım nispeten pahalıdır. Ultrafiltreleme tesisinin maliyeti şirketin özel durumuna bağlıdır (hacim kazanı, yağ-alma kalitesi, elimine edilecek yağ miktarı, vb.). Bu maliyet, ultrafiltreleme ünitesinin toplam fiyatı (membranlar, ultrasüzüntüın depolanması ve bazı durumlarda bağlantının kurulması) dahil olmak üzere 40000 ve 200000 EUR arasında tahmin edilmektedir.

Uygulama için itici güç
Aşırı yağlanmış /greslenmiş bileşenlerin kuvvetli bir emülsiyon yapıcı yağ-alma sistemi gerektirdiği yerlerde.
Yağ-alma işlemi ile yüksek verim.
Yüksek kalite ve sürekli yağ-alma için güçlü talep.
Reddetme ve yeniden işleme için yüksek maliyet.

Örnek tesisler
Fransa'da: Renault (Sandoval, Clean), Renault Trucks (Plainville), Sausage Production Service (Pont Saint Maxine), STILL (Minatare), Sachs Aliquant (Mousy), Ago France (Beavers).

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 104, UBA, 2003] [19, Eurofer, 2003] [59, Fransa, 2003] [121, Fransa, 2003].

4.11.13.7 Yağ-alma çözeltilerinin çok aşamalı bakımı

Açıklama
Çok aşamalı sistemler, yağın ve / veya gresin çoğunu diyafram filtrelemesiyle gideren basit bir yöntem kullanır. Örneğin, yerçekimi süzme, ardından ultrafiltreleme.

Elde edilen çevresel faydalar
Hepsi yağı giderir ve yağ giderme çözeltilerinin çalışma ömrünü uzatır

Çapraz ortam etkileri
Sıyırıcılar, çözünmüş hava yüzdürme veya diğer herhangi bir ön işlem için olduğu kadar daha sonraki diyafram filtrelemesi için pompalamada kullanılan enerji tüketimi.
Emülsiyon giderme için kullanılan kimyasallar.

Çalışma verileri
Hem temizlik hemde sonraki işlemlerin iyileştirilmiş işlem güvenilirliği. Yerçekimi ayrımı, düşük bakım gerektiren basit bir sistemdir.

Uygulanabilirlik
İşlem hattı veriminin yüksek olduğu ve / veya yağ-alma kalitesinin sonraki işlemler için çok kritik olduğu yerlerde, gelen iş parçaları veya alttaşlar üzerinde büyük miktarlarda yağ ve gres bulunduğu yerlerde.

Ekonomi
Sıyırıcılar tarafından ultrafiltreleme veya mekanik ayırma gibi sonraki (ve muhtemelen pahalı) aşamaların büyüklüğü, basit teknikler kullanılan ön işlem ile azaltılabilir (bkz. 4.11.13.2), örneğin yerçekimi ayırımı (en basit ve en ucuz basit yöntem).

Uygulama için itici güç
Geliştirilmiş temizlik, daha sonraki yüzey işlemlerinin daha iyi başarım ve güvenilirliği ile sonuçlanır. Bu da reddedilme ve yeniden işlenmeyi azaltır.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003]

4.11.13.8 Elektrolitik yağ-alma işlemlerinin bakımı

Alkali temizleyiciler için kullanılanla aynı işlemler elektrolitik temizleyiciler için uygulanabilir. Burada çıkarılmış olan yağ miktarının, emdirilmiş temizlemede çıkarılana kıyasla daha az olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

4.11.14 Asitleme

Asit çözeltileri, metallerin çözünmesi ile aktifliğini yitirir [124, Almanya, 2003] ve önceki işlem aşamasından durulama suyunun sürekli olarak girmesiyle, nispeten kısa aralıklarla yenilenmeleri gerekir. Şu anda, pratikte, asitleme çözeltilerinin hizmet ömrünü uzatmak için herhangi bir teknik mevcut değildir, bununla birlikte, kullanılmış bir asitleme çözeltisi ile iki aşamalı veya içe-sürüklenme olasılığı düşünülebilir (bkz. Bölüm 2.3.6).

Aşırı-asitlemenin önlenmesi önemlidir. Aşırı temizleme, temel metal üzerinde asitleme çözeltisinin saldırısıdır ve yüzey teknolojisinde istenmeyen bir yan etkisi vardır:

- artan metal erozyonu ile asit tüketiminin artmasına ve böylece atık üretiminin artmasına (atık su arıtımında çökeltilen çözünmüş metalden ve üretilen atık asit miktarının artmasına) neden olur.
- temel malzemede önemli ölçüde kalite kayıplarına neden olur (hidrojen kırılganlığı)
- iş parçası yüzeyinin kalitesini bozabilir ve / veya iş parçasının geometrik ölçümlerini olumsuz yönde değiştirebilir.

Aşırı asitleme, yaygın olarak kullanılan asitleme dengeleyici eklenmesiyle önlenebilir [104, UBA, 2003].

4.11.14.1 Asitlemede asit tüketimini azaltmak için önlemler

Açıklama
0.5 l / dak'da çalışan üç aşamalı kademeli hidroklorik asit sistemi, kaplamadan önce parçalardan sertleştirici tortuyu çıkarmak için başarıyla kullanılmaktadır. Sistem, kademeli su durulama sistemi ile aynıdır, ancak su yerine %32 hidroklorik asitleme asidi kullanır.

Elde edilen çevresel faydalar
Kimyasal işlem ömrünü uzatma. Üç aşamalı bir kademeli sistem, kimyasal kullanımını %50 oranında azaltmıştır (Örnek tesis, aşağıya bakınız, %32 hidroklorik asit miktarında iki tondan günde bir tona düşüş bildirilmiştir).

Daha küçük, sürekli bir hidroklorik asit akışı tipik bir atık su arıtma tesisinde daha kolay bir şekilde arıtılarak, asitin yığın olarak arıtma sistemine boşaltılması sorunlarını ortadan kaldırır.

Çalışma verileri
Reddedilmelerde önemli azalma, çünkü çözelti değişinceye kadar asit kuvveti sürekli olarak azalan "toplu işlem ve boşaltım" sistemlerinden farklı olarak, asitli kaskad içerisindeki asidin kuvveti sabit ve etkili kalır.

Hatta daha fazla işlem aşaması gerektirebilir ve bunlar hattın en korozyon yapıcı kısmında olacaktır.

Uygulanabilirlik
Bu, aşağıdakilerin bazılarının veya hepsinin geçerli olduğu yerlerde uygulanabilir:

- asitleme asit tüketimi önemlidir
- büyük ölçekte parçaların asitlenmesi
- asitleme kalitesi bir problemdir, örneğin asitlenmeye karşı dirençli olan arıtılacak yüzeyler (örneğin sürekli taze asit kaynağı gerektiren sertleştirici tortu).
- asitlemeden atık su arıtımına boşaltılan büyük hacimli asit işlemi olumsuz yönde etkiler.

Ekonomi
Malzemelerde maliyet tasarrufu, çok aşamalı asitleme için gerekli olan tesisin artan maliyetini dengelemektedir. Azaltılmış reddedilme, yukarıdaki Çalışma verilerine bakınız.

Üç aşamalı statik asitlemeden kademeli durulamaya geçiş için örnek bir hesaplama Ek 8.11'de verilmiştir.

Uygulama için itici güç.
Çok aşamalı asitleme için, artan işlem kararlılığı, reddedilme azalması ve maliyet tasarrufu

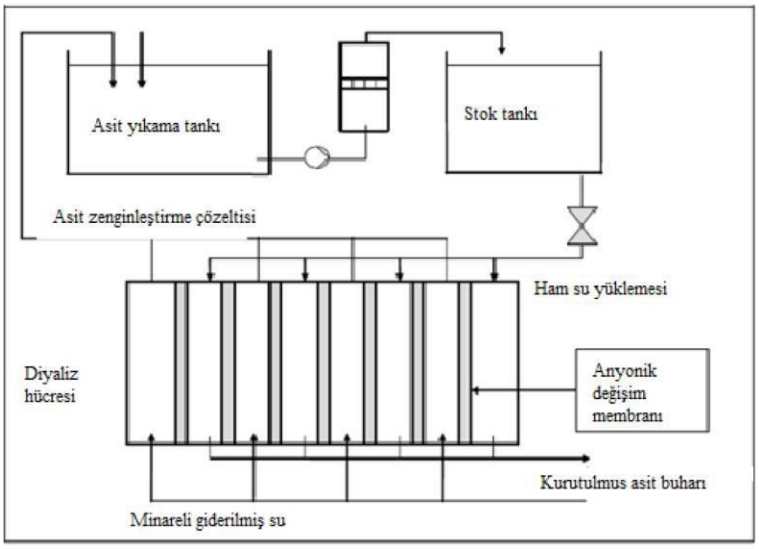
Örnek tesisler
Metal Colours Ltd, Slough, İngiltere

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 104, UBA, 2003] [124, Almanya, 2003]

4.11.14.2 Asitleme çözeltilerinin hizmet ömrünün difüzyon diyaliziyle genişletilmesi

Açıklama
Çözülme ile oluşan asitleme çözeltisi içindeki metal tuzlarının derişimi çok yükselirse, asit ilavesiyle bile daha fazla asitleme etkisi elde edilemez. Bu noktada, asitleme banyosu işe yaramaz ve genellikle atılır. Asitleme çözeltisinin daha fazla kullanılması sadece çözünmüş metal tuzlarının seçici olarak ayrılmasıyla mümkündür.

Yayılma diyalizi asidi metal kirleticilerden, bir anyon değiştirme membranı ile bölünen iki çözelti bölmesi (kirlenmiş asit ve deiyonize su) arasındaki bir asit derişimi farkı ile ayırır, bkz. Şekil 4.29. Asit, membran boyunca iyonsuzlaşmış suya yayılırken, metaller, elektrik yükü ve membranın seçiciliği nedeniyle tutulur. Yayılma diyaliziyle elektrodiyaliz veya ters osmoz gibi diğer membran teknolojileri arasındaki temel fark, yayılma diyalizinin membran boyunca elektriksel bir potansiyel veya basınç kullanmamasıdır. Aksine, asidin taşınması, zarın her iki tarafındaki asit derişimindeki farklılıktan kaynaklanır. Bu nedenle, bu teknoloji için enerji gereksinimleri düşüktür.



Şekil 4.29 Diyaliz yoluyla asitleme çözeltilerinin yenilenmesi

Tablo 4.16 Aşındırma çözeltilerinde diyaliz işleminin sonuçları

Ayırıcı bütünleşik parçalar	Değişkenler	Besleme		Salınımlar	
		Aşındırma çözeltisi	Su	Yayılan	Derişik
	Akış hızı (l/h)	830	830	700	960
HCl, AlCl3	HCl (g/l)	100		85	25
	$AlCl_3$ (g/l)	30		0.7	26
	Akış hızı (l/h)	20	20	14	26
H2SO4, NiSO4	H_2SO_4 (g/l)	32		27	12
	Ni (g/l)	1.7		<0.04	1.6

Elde edilen çevresel faydalar
Kimyasal işlem çözeltisinin hizmet ömrünün uzatılması. Elde edilen derişimler Tablo 4.16'da gösterilmiştir.
Basınç kullanan tekniklerden daha düşük güç tüketimi

Çapraz ortam etkileri
Geri kazanılan asidin derişimi normal olarak besleme asidininkinden daha düşük olacaktır ve derişimi işlem seviyesine getirmek için tamamlama asidi eklenmelidir. Besleme önemli bir tuz derişimine sahip olduğunda, geri kazanılan asitin derişimi, besleme asidinin derişimini aşabilir.

Tüketilen asit atık akısı (yayılma diyaliz işleminden sonra) atık asit girişine hacimsel akışta yaklaşık olarak eşittir. Uygulamaya-özgü asit giderme ve metal reddetme oranlarına bağlı olarak, tükenmiş asit atık akısı (retentat), genellikle atık asit giriş akısındaki asidin %5 ila %20'sini ve metallerin %60 ila 95'ini içerir. Bu akı genellikle atık su arıtmasına gönderilir.

Çalışma verileri
Mekanik tıkanmayı önlemek için, asitleme asitleri diyalizden önce ön-filtreden geçirilmelidir.

Yayılma diyaliz işlemi için, asit akışı başına birim alandaki bir artış asit geri kazanım oranını arttırır. DI suyun akış hızı artarsa, asit geri dönüşüm oranı artar ve geri dönüştürülmüş asit derişimi azalır.

Yayılma diyaliz sistemleri, toplu veya sürekli akış uygulamaları için kullanılabilir. Küçük sistemler genellikle mobil birimler olarak yapılandırılır.

Yüzey bitirme işlemi asitlerini geri kazanmak için yayılma diyalizinde kullanılan sınırlamalar şunlardır:

- yüksek oranda ayrışmamış asitler (örneğin fosforik asit) membran içine yayılmayacaktır.
- kompleks metal anyonlar (ör., Fluorotitanyum anyonları), anyon değişim membranı içine kolaylıkla yayılabilir ve asitten verimli bir şekilde ayrılmazlar.

Atık asit sıcaklığı 50 ° C'yi aştığında tipik bir soğutma gereklidir.

Düşük sıcaklıktaki atık asit girişi için ısıtma gerekebilir. 2 ° C'lik bir sıcaklık düşüşü asit geri dönüşüm oranını yaklaşık %1,5 oranında azaltır.

Çözücüler, membran şişmesine neden olabilir.

Güçlü oksitleyici maddeler (ör. Kromik asit), membranın bozulmasına neden olabilir.

Uygulanabilirlik
Yayılma diyaliz, asit derişimlerinin ağırlıkça %3'ten fazla olduğu yerlerde kullanılmış veya kirlenmiş asitlerin muhafaza edilmesi veya geri kazanılması için kullanılabilen bir arıtma / geri dönüşüm teknolojisidir. Yayılma diyalizi en tipik olarak kirletici metal derişimlerinin litre başına 1 gramdan az olduğu yerlerde kullanılır. Yayılma diyaliz kullanımına uygun yüzey bitirme işlemi çözeltileri şunlardır:

- hidroklorik asit (HCl) asitleme ve sıyrma çözeltileri
- sülfürik asit (H_2SO_4) eloksal çözeltileri
- sülfürik asit asitleme ve sıyrma çözeltileri
- nitrik asit (HNO_3) asitleme ve sıyrma çözeltileri
- nitrik asit / hidroflorik asit (HNO_3 / HF) paslanmaz çelik asitleme çözeltileri
- hidroklorik asit / sülfürik asit (HCl / H_2SO_4) alüminyum asitli çözeltiler
- metan sülfonik asit (MSA çözeltileri.

Ekonomi
Yayılma diyalizi, basit uygulamalarda sermaye ve işletme maliyetleri açısından pahalıya mal olabilir. Bunun için en uygun maliyetli kullanım, örneğin:

- daha pahalı ve / veya yoğunlaştırılmış asitlerin (örneğin fosforik) önemli ölçüde kullanıldığı yerlerde
- kalay ve kalay / kurşun ile kullanılan metil sülfonik asit gibi pahalı gravür tekniklerinde.

Uygulama için itici güç
Süreç tutarlılığı ve kalitesi.
Taze asit, atık asit arıtma veya bertaraf maliyetleri azalması.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003], [154, NMFRC] [129, İspanya, 2003, 159, TWG, 2004, 162, USEPA, 2000].

4.11.14.3 Asitli banyolardan bakırın geri kazanımı

Açıklama
Bakır (demir dışı metaller) için asitleme banyolarında, bakır basit elektrolizle geri dönüştürülebilir (tartışma için bkz. Bölüm 4.12.1) [113, Avusturya, 2003]

4.12 İşlem metallerinin geri kazanımı

Bu, harici işlemler için değil, tesislerdeki kurtarma sistemlerini ifade eder.

4.12.1 Elektrolitik geri kazanım

Açıklama
Metaller elektrolizle geri kazanılabilir. Sistem, değerli metal geri kazanımı için yaygın olarak

kullanılmaktadır, fakat aynı zamanda, dışa-sürüklemelerden nikel ve krom gibi diğer metalleri geri kazanmak için de kullanılabilir. Uygun elektroliz hücreleri farklı boyutlarda pazarlanmaktadır ve 100 mg / l'den daha az metal içeriğine kadar çalışabilmektedir.

Su için düşük salınım seviyelerine ulaşmak amacıyla diğer tekniklerle veya durulama sularının geri dönüşümü vb. ile birlikte çalıştırılabilir, bkz. Bölüm 4.7.12

Elde edilen çevresel faydalar
Tekrar kullanım için metallerin geri kazanımı.
Dışa-sürüklenmede metallerin azaltılması ve dolayısıyla atık sudaki derişimlerin azalması. Siyanür içeren metal çözeltilerin elektrolitik olarak ayrılmasında, siyanürün anodik olarak oksitlenip bozunması, metal kazancına koşut olarak gerçekleşir.

Çapraz ortam etkileri
Düşük akım veriminde güç tüketimi.

Çalışma verileri
Değerli metallerin elektrolitik geri kazanımı, elektrolitik reaktörün, metal derişimini çok düşük bir derişime (1 ppm veya daha az) indirmesini gerektirir. Bu seviyedeki mevcut verimlilik çok düşüktür. Her durumda basit bir düz plaka katodu kuramsal olarak yeterli olacaktır, ancak yüksek akım verimi gerektiğinde (hem değerli hem de geçiş metalleri için) gelişmiş katot tasarımı gereklidir (dönen tüp hücresi, grafit fiber katot) veya katot yüzeyinin tükenmesini önleyen akışkan yatak kullanılır (bkz. Şekil 4.30). Her durumda (anodik oksitlenme dahil) anot "çözünmez" tipte olmalıdır.

Katotlar genellikle plakalar, folyo ya da parçacıklar olup genellikle geri kazanılacak olan aynı metalden yapılır, fakat aynı zamanda, ya katotta biriken tortunun mekanik bir şekilde ayrılmasına ya da anodik çözünme yoluyla çıkarılmasına izin veren paslanmaz çelik ya da başka metaller de kullanılır. Demir, paslanmaz çelik, gözenekli karbon, grafit parçacıkları, cam veya plastik metalize edilmiş boncuklar ve metalize edilmiş kumaşlar, kullanılan yaygın malzemelere örnektir. Katot malzemesi seçimi büyük ölçüde metal birikimini izleyen işlemin doğasıyla belirlenir. Her durumda hem katot yüzey alanını hem de yayılma işlemini en üst düzeye çıkarmak, elektrolitik reaktörün verimliliğini arttırmanın en önemli aracıdır.

Anodik malzeme şunları içerir: grafit, kurşun, antimon, gümüş veya kalay, paslanmaz çelik, dökme demir, ferro silikon ve soy metal (platin iridyum) veya soy metal oksit kaplı vana metalleri (titanyum, tantal, tungsten, niyobyum) ile kurşun alaşımları metal oksitler (iridyum, rutenyum oksitler).

Anodik malzeme seçimi genellikle aşağıdakilere dayalı bir dengedir:

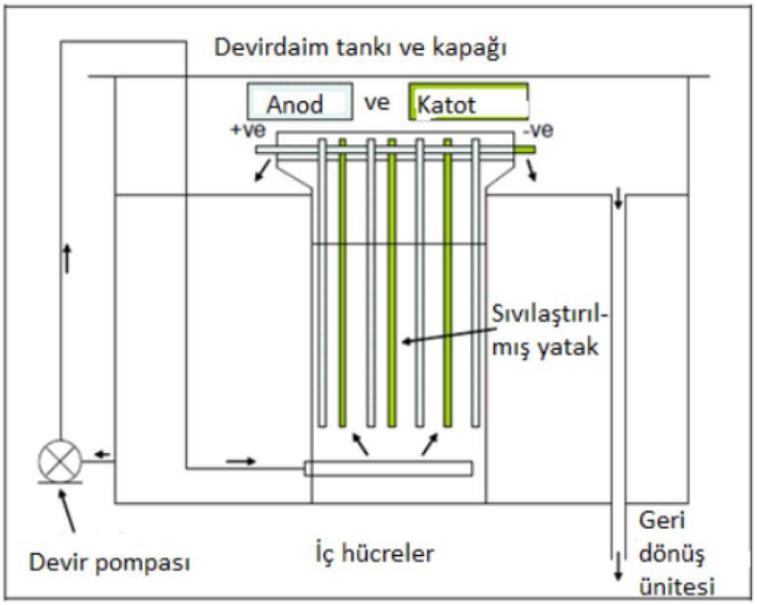
- belirli bir malzeme üzerindeki belirli tepkimeler için aşırı voltaj davranışı
- anot korozyonu, mekanik özellikler ve malzemenin mevcut olduğu biçim
- fiyatı.

Çalışma koşulları, geri kazanılacak metal işlevinde değişir; örneğin altın için önerilen koşullar: pH en az 10, hücre voltajı 8 V, akım yoğunluğu 20 A / dm2, sıcaklık> 60 ° C ve 8 ila 16 cm arasında bir anot-katot aralığı.

İyon değiştirme yöntemi üzerinde elektrolitik geri kazanmanın diğer avantajları şunlardır:

- çözünmüş tuz derişiminde herhangi bir artış yaratmaz
- benzer derişimlerdeki diğer metallerin varlığı, istenen türlerin çıkarılma oranını etkilemez.
- ayrıca siyanür gibi istenmeyen türleri de oksitleyebilir

Soy metaller, elektropozitif karakterleri nedeniyle, soy olmayanlardan daha kolay bir şekilde elektro-çökeltilirler.



Şekil 4.30 Akışkan yatak teknolojisini kullanan optimize edilmiş hücre
Chemelec cell, BEWT Environmental Services Ltd.

Elektrolitik metal geri kazanımı için, aşağıdaki akımlar, özellikle uygundur:

- elektro kaplamadan gelen durulama (dışa-sürüklenme) konsantresi
- fosfatlı-çözeltiler hariç olmak üzere kimyasal metal kaplamadan gelen işlem çözeltileri ve durulama (dışa-sürüklenme) konsantresi
- durulama sularının arıtılmasından gelen katyon değiştiricilerin yenilediği sülfürik asit: bunlar demir-dışı metal içerir.

Üretilen metallerin saflığı, bir anot malzemesi olarak doğrudan kurum içi kullanımına izin verebilir, aksi halde yeniden kullanım, hurda metal ticareti yoluyla gerçekleştirilir.

Uygulanabilirlik
Altın ve gümüş, 50 yıldan uzun süredir elektrolitik olarak geri kazanılmaktadır.
Elektrolitik geri kazanım, değerli metallerden daha geniş bir uygulanabilirliğe sahiptir: aynı zamanda geçiş metalleri için de kullanılabilir, bkz.
Akışkan yataklı hücreler işlem verimliliğini artırır.

Ekonomi
Değerli metaller için uygun maliyetlidir.
Atık su arıtma maliyetlerini (sermaye ve işletme maliyetleri) azalttığından ötürü geçiş metalleri için ucuz-maliyetli olabilir.

Kurum içi elektroliz yatırım ve personel maliyetleri (hem zaman hem de beceri olarak) yanısıra, düşük elektrik verimi nedeniyle (kg / amp saat) önemli bir enerji harcamasına sahiptir. Bu, siyanürün paralel olarak yok edildiği siyanür çözeltileri için dengelenebilir.

Akışkan yataklı hücre için: teknik çoğu metalde kullanılabilmesine rağmen, ekonomik faktörler uygulamayı değerli veya kolayca tekrar kullanılabilen metallerle sınırlar. Üniteler, 1 kg / hafta ila 150 kg / hafta arası elektrolitik olarak saf metali çözeltiden geri kazanabilir. Çözeltiler çok seyreltilebilir, ki tipik olarak milyonda 100 - 500 parça (0.1 - 0.5 gm / l) içerir. Tipik maliyetler Tablo 4.17'de gösterilmiştir

Tablo 4.17 Akışkan yataklı elektrolitik hücre için tipik yatırım ve işletme maliyetleri

Nominal kapasite	Sermaye maliyeti GBP	Tipik çalışma maliyeti /yıl GBP
<1.5 kg/saafta	6500	<10
<5 kg/ hafta	14000	115
<30 kg/ hafta	24000	300
<150 kg/ hafta	68000	800

Uygulama için itici güç
Yukarıdaki Ekonomiye bakınız.
Su kirliliği koruma mevzuatı ve PARCOM

Örnek tesisler
Nikel ve krom için: Townrow (Hi-Tech Plating) Ltd, Sheffield, İngiltere.

Altın, gümüş, rodyum, nikel, bakır geri kazanımı; siyanür yıkımı; ve su yeniden kullanımı: Marigot Jewellery (Tayland), Samutprakarn 10280, Tayland.

Bakır Geri Kazanımı (Baskılı Devre Üreticisi): P.W. Circuits Ltd Güney Wigton, İngiltere.

Fotoğrafik çözelti atıklarından gümüş geri kazanımı: Shannon Environmental Services Ltd., Shannon, İrlanda Cumhuriyeti.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 18, Tempany, 2002] [110, BEWT, 2003] [12, PARCOM, 1992]

4.12.2 İyon değişimi - durulamalardan değerli metallerin geri kazanımı

Açıklama
Yoğunlaşmış çözeltilerdeki değerli metaller genellikle elektrolitik olarak geri kazanılır (bkz. Bölüm 4.12.1), bazen birkaç mg / litreden daha fazla olmayan daha seyrek çözeltiler ise, iyon değişim reçineleri üzerine metal içeriğin tutunması ile işlenir.

İyon değişimi, sadece reçine içinde metal derişimini sağlar. Daha sonraki geri kazanım reçinenin yakılmasıyla veya metalin çözünmüş formda salınmasıyla olur ki bu da ancak daha yüksek derişimde mümkün olur. Yakma ile nihai metal geri kazanımı 500 - 600 ° C'de oksijen-zengin bir atmosferdedir; metaller kalan kül ile bulunur. Geri kazanım yaklaşık %95 verimlidir.

Elde edilen çevresel faydalar
Değerli metallerin geri kazanımı.

Çapraz ortam etkileri
Reçinenin yakılmasından kaynaklanan salınımlar.
Reçine yenilenmesinde artan tuz derişimleri.

Çalışma verileri
Altın ve değerli metaller için yöntem esası, durulama-suyunun güçlü bir bazik anyonik iyon değişim reçinesi ile, OH- veya Cl- formunda işlenmesine dayanır. Bu alkali siyanür veya klorür bazlı durulama için iyi sonuç vermez. İyon değiştirme reçineleri, her bir litre reçine başına 100 g'lık bir altın kapasitesine sahip olduğu şeklinde alıntılanır.

Tipik olarak, teçhizat, seri bağlı iki iyon değişim reçinesi kolonundan oluşur. İlk birim ana yükü alırken, aşağı akış kolonu ise fazlalıkları alır. Her reçine kolonunun etkili olması için yaklaşık dört litre veya daha fazla iyon değiştirme reçinesi içermesi gerekir.

Çok büyük hacimde durulama suyu kullanıldığında, değerli metal kaplama tankından sonra iş parçalarının geçtiği statik durulama işlemi bir opsiyonudur. İşlem bir kapalı döngü reçine kolonundan geçer. Bu, statik durulamada öylesine düşük bir altın derişimi sağlar ki, sonraki durulama kademelerine olan daha fazla dışa-sürüklenme kaybı ihmal edilebilir.

Gümüş geri kazanımı, zayıf bazik anyonik iyon değiştirici reçinelerin kullanılmasını, ardından yenilenmeyi ve yenilenen çözeltinin elektrolitik geri kazanılmasını gerektirir. Tipik olarak reçine kapasitesi 50 - 75 g Ag / litre reçine (litre başına gümüş) aralığındadır. Bir başka seçenek, düzenli yenilenme yapılan bir devridaimli durulama döngüsüne yerleştirilmiş iyon değişim birimlerinin kullanılmasıdır. Değerli metal daha sonra yoğunlaşmış çözeltiden elektroliz ile geri kazanılır. Bu gümüş için başarıyla kullanılmıştır.

PCB endüstrisinde kullanılan paladyum, bir klor-kompleksi olarak bulunduğu klorür (pH yaklaşık 2) içeren asit çözeltilerinden kuvvetli bazik iyon değişimi reçineleri kullanılarak geri kazanılmaktadır. Aynı süreç, bakırdan ayrılmasını sağlar. Tipik reçine kapasitesi (altın için kullanılanla aynı tip reçine), reçine litresi başına 30 ila 50 g Pd aralığında değişir.

Uygulama için itici güç
Maliyet kurtarma.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002]

4.12.3 Kromatlama

Açıklama
Kromat çözeltilerindeki altı-değerlikli krom belirli bir süre sonra tüketilir. Çözeltiler çinko ve diğer metalleri de çözerek biriktirir ve sonunda işlevlerini kaybeder ve daha sonra atılmalı ve yenilenmelidir.

Kromatlama çözeltilerini, özellikle iyon değiştiriciler veya diyafram teknolojisi ile yenilemek için çok sayıda girişimde bulunulmuştur.

Elde edilen çevresel faydalar
Uzatılmış banyo ömrü ve metal geri kazanımı.

Çapraz ortam etkileri
Yenilenme tekniklerinde kullanılan enerji ve kimyasallar.

Ekonomi
Yenilenme genellikle sadece nispeten yüksek derişimli ve pahalı, örneğin gümüş içeren siyah kromatlama çözeltileri gibi çözeltilerle uygun-maliyetlidir.

Çinko için yeni sarı renklendirme işlemi çözeltileri sadece 3 ila 4/100 litre (2002) Avro arası maliyetlidir. Bu, geri kazanım önlemleri için sermaye maliyetlerini, enerji harcamasını ve bakımını telafi etmeyi zorlaştırır.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003]

4.12.4 Çökelme

Bölüm 4.16 ve 4.17'ye bakınız.

4.13 İşlem-sonu faaliyetleri - MET'ın belirlenmesi ile ilgili teknikler

4.13.1 Kurutma

Sıcak su kurutma, sıcak hava, hava bıçakları gibi seçenekler mevcuttur. (Başka veri yok)

4.13.2 Gevrekleşme-önleme

Açıklama
Gevrekleşme önleme, metal alttaşların kristal yapısında hapsedilen hidrojen tarafından neden olunan istenmeyen gevrekleşmeyi önlemek için belirli işlemlerden sonra gerçekleştirilen ısıl işlemdir. Bu, asitleme, katodik temizleme veya mevcut verimliliğin %100'den az olduğu metal elektro kaplamada veya kimyasal çökeltmede (fosfatlama) gerçekleşir. Gevrekleşme sürecinin sıcaklığı ve zamanı alttaşa bağlıdır.

Elde edilen çevresel faydalar

Çapraz ortam etkileri
Isıtmada yüksek enerji tüketimi.

Uygulama için itici güç
İş parçası veya alt tabaka özellikleri.

Kaynak literatür
[159, TWG, 2004]

4.14 Sürekli bobin - büyük ölçekli çelik bobin

Kullanılabilecek olası en iyi tekniklerin çoğu, bu belgenin başka yerlerinde açıklanmıştır ve çapraz-kaynaklara sahiptir. Burada detaylı olarak tarif edilen teknikler, özellikle bobin kaplaması ile ilgilidir ve / veya özel bilgi ekler [19, Eurofer, 2003]. Verilen maliyetler işlenmiş ton başınadır.

4.14.1 Sayısal işlem denetimi kullanma

Açıklama
Sayısal süreç denetim sistemleri verileri toplar ve süreçlere gerçek zamanlı olarak tepki verir. Bölüm 4.1.5'e bakınız.

Elde edilen çevresel faydalar
Geliştirilmiş tesis verimliliği ve ürün kalitesi ile salınımları düşürmek.

Çapraz ortam etkileri
Yok hayır

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesisler

Ekonomi
Başlangıç yatırımı yüksektir: EUR> 0.8 / t tesis, yüksek işletme ve bakım maliyetleri> 0,8 / ton.

Uygulama için itici güç
Süreç verimliliği ve kalite gereksinimleri.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama hattı.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003].

4.14.2 Yağ sızdırmaz tablalar

Açıklama
Hidrolik sistemlerden toprağa, yüzey ve yeraltı sularına sızıntı, yağ geçirmez tablaların kullanılmasıyla önlenir.

Elde edilen çevresel faydalar
Yağın toprağa ve suya olası salınımını en aza indirir.

uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesisler

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri
Yağlı zeminlerde kaymayı azaltarak operatörün sağlığını ve güvenliğini arttırır.

Ekonomi
Düşük ilk yatırım 0.001 - 0.15 EUR/ t , düşük işletme maliyeti 0.001 - 0.15 EUR / ton.

Uygulama için itici güç
İşlem verimliliği.
Sağlık ve güvenlik.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama hattı.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.3 Enerji verimliliği

4.14.3.1 Enerji verimli motorlar

Açıklama
Bölüm 4.4'e bakınız. Bu süreçte motorların kullanıldığı yerlerde enerji verimli motorların uygulanması.

Elde edilen çevresel faydalar
Hat enerji tüketiminde azalma.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Uygulanabilirlik
Yeni tesiste veya yedek olarak kullanılabilir

Ekonomi
İlk yatırım orta: EUR 0.015 - 0.8 / t tesis yapımı.
İşletme maliyetleri düşüktür, EUR 0,001 ila 0,15/t arasında.

Uygulama için itici güç
İşlem verimliliği.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama hattı.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.3.2 Elektrolitin iletkenliğini arttırmak

Bölüm 4.4.1.4'e bakınız.

4.14.4 Su verimliliği

4.14.4.1 Su-verme sularının yeniden-çevrimi

Açıklama
Kalay kaplamada akış eritme işleminden sonra ürün üzerinde parlak bir yüzey elde etmek için, şerit su-verme yoluyla soğutulur. Bu su geri dönüştürülür ve çok yüksek bir kalay tortusuna sahip olana kadar yeniden kullanılır. Bölüm 4.4.5'e bakınız.

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesislere.

Ekonomi
İlk yatırım, EUR 0.015 ila 0.8 / t, işletme maliyetleri ise EUR 0.015 ila 0.8 / t 'dur.

Uygulama için itici güç
Süreç kalitesi ve müşteri gereksinimleri

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama hattı.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.4.2 Aşamalı durulama sistemlerinin kullanımı

Bölüm 2.9.10.4 ve 4.7.10'a bakın. İlk püskürtme suyu önceki aşamalara geri döndürülür.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su hacimlerinde ve işlemlerde orantılı bir azalma ile işlem içindeki su tüketiminde önemli azalma

Uygulanabilirlik
Durulama için yeni ve mevcut tesislere.

Ekonomi
İlk yatırım 0.015 ila 0.8 EUR/ t, işletme ve bakım maliyeti ile >0,8 EUR / t olur.

Uygulama için itici güç
İşlem verimliliği.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003].

4.14.5 Sıkma ruloları

Açıklama
Bakınız Dışa-sürüklenme azaltma, Bölüm 4.6. Çelik şerit üzerindeki kalan çözeltiler veya durulama suları, her bölümden ayrılmadan önce sıkma silindirleri ile şeritten çıkarılır. Bu, kimyasalların kaybı ve durulama sularının kirlenmesi gibi, bir sonraki bölüme çözeltinin dışa- sürüklenmesinin en aza indirilmesini sağlar.

Elde edilen çevresel faydalar
Hammadde tüketiminde önemli azalma vardır. Bu, gerekli durulama suyunu ve atık su hacimlerini azaltır. Atık su arıtma tesisinde üretilen arıtma kimyasalları ve çamurlarında bir azalma söz konusudur.

Çapraz ortam etkileri
Olumsuz etkileri yok.

Çalışma verileri
Bölüm 3.4.1'deki süreçten kaynaklanan salınımları, atık çamurunu, su kullanımını ve hammadde kullanımınına bakınız.

Uygulanabilirlik
Kaplama bölümü ve pasifieştirme bölümlerinden sonra yeni ve mevcut tesisler

Ekonomi
İlk yatırım yaklaşık 0,015 - 0,8 / t EUR seviyesinde ve işletme maliyetleri düşük, yaklaşık 0,001 - 0,15 EUR / ton seviyelerindedir.

Uygulama için itici güç
Maliyet ve kalite dahil süreç verimliliği.

Kaynak verisi
[19, Eurofer, 2003]

4.14.6 Elektrolitik şerit temizleme

Bölüm 4.9.14.8'e bakınız.

4.14.7 Yağ-alma çözeltisini yenilemek için ultrafiltreleme sistemlerinin kullanılması

Bölüm 4.11.13.6'ya bakınız.

4.14.8 Yağ-alma çözeltilerinin kademeli (çoklu) kullanımı

Bölüm 4.11.13.1'e bakınız.

4.14.9 Asit banyosunun asitleme bölümünde denetimi

Bölüm 4.8.1 ve 4.11.14'e bakınız.

4.14.10 Elektrolit tüketiminin denetimi ve yönetimi

Açıklama
Bölüm 4.7.2 ve 4.7.5'e bakınız.
Kalay kaplama için: Kaplama bölümünü takiben, şerit bir durulama bölümü dışa- sürüklenmesinden geçer. Elektrolit kaybını en aza indirmek için, elektrolit seyreltik PSA ve kalay çözeltisi ile püskürtülerek durulanır, daha sonra bir elektrolit devridaim tankına geri verilir. Daha sonra, seyreltilmiş elektrolit çözeltisini buharlaştırma yoluyla yoğunlaştırmak için bir buharlaştırıcı sistem kullanılır ve sonunda yenilenmiş elektrolit yeniden kullanım için işleme geri döndürülür.

Asit çinko kaplama için: Çinko elektrolit tankları ve kaplama durulama hücreleri ile olduğu gibi, bir gaz-ovucu (kapalı hücreler için) ile kapalı bir döngüdeki buharlaştırıcı, kalıntıdaki

iyonları (Zn ++, SO -) yoğunlaştırır ve buhardan damıtılmış su üretir. Yoğunlaşmış iyonlar yeniden kullanılır ve elektrolit içine verilir, damıtılmış su tekrar kullanılır ve farklı işlemlere verilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Elektrolit yeniden kullanıldığından hammadde tüketiminin azaltılması. Atık su arıtma tesisinde atık su hacimlerinin ve çamurunun azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri
Bakınız işlemde salınımlar, atık çamuru, su kullanımı ve hammadde kullanımı, Bölüm 3.4.1 ve 3.4.2.

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesislere.

Ekonomi
Kalay için: Başlangıç yatırımı, 0,015 ila 0,8 / t EUR, işletme ve bakım giderleri için 0,015 ila 0,8 / t EUR'dur.

Çinko için: ilk yatırım> 0,8 / t EUR, işletme ve bakım maliyetleri 0,015 ile> 0,8 / t EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
İşlem verimliliği ve ürün kalitesi.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama tesisi.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.11 Elektrotların elektrolitik süreçlerdeki polarizasyonunu değiştirme

Bölüm 4.8.3'e bakınız.

4.14.12 Anot-katot aralığının optimizasyonu

Açıklama
İşlenecek şeridin bir fonksiyonu olarak boşluğu ayarlama mekanizması (genişlik-kalınlık-düzlük).

Elde edilen çevresel faydalar
Enerji tüketiminin optimizasyonu, anot ve şerit yüzeyi arasındaki temasların azaltılması, kalitenin arttırılması ve şerit reddedilmelerin bitmesi.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Uygulanabilirlik
Yeni hatlara.

Ekonomi
İlk yatırım 0,001 ila 0,15 / t EUR, işletme ve bakım masrafları 0.001 ila 0.15 / t EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
İşlem verimliliği, düşük enerji tüketimi.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama tesisi.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.13 İletken silindir (rulo) parlatılması

Açıklama
Salınımlı aşındırıcı bıçaklar, çinko ve / veya nikel birikmesine karşı iletken silindir yüzeyini sürekli olarak parlatır.

Elde edilen çevresel faydalar
Daha uzun iletken silindir ömrü, daha uzun işlem süresi, şerit yüzey kusurlarının en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut hatlara.

Ukonomi
Başlangıç yatırımı 0,001 ila 0,15 EUR / t, işletme ve bakım maliyetleri ile 0,015 ila 0,8 / t EUR'dur.

Uygulama için itici güç
Verimlilik, iletken silindir ömrü, şerit kaplama verimi ve kalitesi.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama tesisi

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.14 Kenar cilalayıcı kullanma

Açıklama
Düşük anot-katot aralığı ile donatılmış çinko elektro kaplama hücrelerinde şerit kenarlarında oluşan çinko budaklaşmasının giderilmesi.

Elde edilen çevresel faydalar
Şerit yüzey kusurlarının en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Maddi kayıplar.

Çalışma verileri

Uygulanabilirlik
AB-15'deki yeni ve mevcut hatlara.

Ekonomi
İlk yatırım 0.001 ila 0.15 / t EUR olup işletme ve bakım maliyetleri 0.001 ila 0.15 / t EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
Müşterinin ihtiyaçlarına göre şerit verimi ve kalitesi.

Örnek tesisler
Birçok sürekli elektro kaplama tesisi

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.15 Kenar maskeleri kullanma

Açıklama
Kenar maskeleri, şerit kenarlarını çinko budaklaşmasından ve çinko taşmasından (sadece bir tarafı kaplarken) korumak için anot ve şerit arasında için hareket eder.

Elde edilen çevresel faydalar
Çevresel fayda düşük.
Şerit yüzey kusurlarının en aza indirerek kenar düzeltme (malzeme kaybı) işlemini önler.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik
Anot-katot aralığı yeterince genişse yeni hatlara ve mevcut hatlara.

Ekonomi
İlk yatırım orta, işletme ve bakım maliyetleri de orta düzeydedir.

Uygulama için itici güç
Kaplama şeridi verimi ve kalitesi.

Örnek tesisler
AB-15'de birçok sürekli elektro-kaplama tesisi bu tekniği kullanmaktadır.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.16 Kapalı elektrostatik yağlayıcılar tarafından yağ kullanımını en aza indirme

Açıklama
Hafif bir yağ (korozyon önleyici veya derin çekme yağı) ısıtılır ve yüzeyde elektrostatik olarak biriktirilir. Yağ tabakası ağırlığı dar bir aralık içinde yer almaktadır. Makine örtülmüştür ve sıçrayan yağ toplanır ve tekrar kullanılır. Elektrostatik uygulama, sistem içinde kullanılan yağ miktarını en aza indirmek için daha verimli ve etkili bir kaplama yöntemidir.

Elde edilen çevresel faydalar
Hammadde tüketiminin azaltılması, atık ve yağ dumanı salınımlarını en aza indirmek.

Uygulanabilirlik
Eğer alan varsa yeni tesislere ve mevcut tesislere.

Ekonomi
Başlangıç yatırımı, 0.015 - 0.8 / t EUR işletme maliyetleri ile > 0.8 / t EUR'dur.

Uygulama için itici güç
Öncelikle müşteri gereksinimleri, daha sonra işlem verimliliği.

Örnek tesisler
Birçok sürekli elektro kaplama tesisi

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.17 Süreç çözeltilerinin bakımı

Bölüm 4.11'e bakınız. Bobin kaplaması için özel uygulama örneklerinin tarif edildiği yerler.

4.14.17.1 Yağ-alma banyolarının temizlenmesi ve devirdaimi

Açıklama
Bölüm 4.11.13'e bakınız.
Tükenmiş yağ-alma çözeltisi temizlenir; yenilenme cihazlarından çıkan yağ kalıntıları ısı geri kazanımı için geri kazanılır; işlenmiş yağ-alma banyosu yağ alma bölümünde geri dönüştürülür.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su arıtma tesisindeki alkali kimyasal tüketiminde önemli azalma, su ve çamur hacimlerinin azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Bölüm enerji tüketimini artırır.

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesise, eğer alan varsa.

Ekonomi
Yatırım maliyetleri 0,015 ila 0,8 / t EUR'dur ve işletme maliyetleri 0,001 ila 0,15 EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
Öncelikle işlem verimliliği.

Örnek tesisler
AB-15'te birkaç sürekli elektro kaplama hattında.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.17.2 Çinko banyosunun sürekli filtrelenmesi ve tekrar-kullanılması

Açıklama
Banyo yenilenmesi için yan akışlı mekanik filtreleme ve çinko banyolarının temizlenmesi için dahili geri dönüşüm kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Çevresel fayda orta düzeydedir.
Malzeme girişini (Zn, H2SO4), su tüketimini, atık su ve çamur salınımlarını azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Filtrelerden pompalamak için kullanılan düşük enerji miktarı.

Uygulanabilirlik
Alan varsa, yeni ve mevcut hatlara

Ekonomi
İlk yatırım, orta işletme ve bakım maliyetleri ile orta düzeydedir.

Uygulama için itici güç
Öncelikle müşteri gereksinimleri doğrultusunda işlem verimliliği.

Örnek bitkiler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama tesisi.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.17.3 Demirin sürekli uzaklaştırılması ve çinko banyosunun tekrar-kullanılması

Açıklama
Elektrolit hat-dışı bir tanktan geçirilir ve Fe (II) 'yi Fe (III)' e oksitlemek için H_2O_2 ile işlenir. Fe $(OH)_3$, ya çöktürme ya da bir iyon değiştirici ile toplanır.

Elde edilen çevresel faydalar
Malzeme girdisini (Zn, H_2SO_4), su tüketimlerini, atık su ve çamur salınımlarını azaltır, şerit kusurlarını azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik
Alan mevcutsa yeni ve mevcut hatlara.

Ekonomi
İlk yatırım, 0.015 ila 0.8 / t EUR, işletme ve bakım masrafları için 0,015 ila 0,8 / t EUR'dur.
Uygulama için itici güç
Öncelikle müşteri gereksinimleri doğrultusunda işlem verimliliği.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama tesisi.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.17.4 Fosfat banyosunun temizlenmesi ve yenilenmesi

Bölüm 4.11.12'ye bakınız.

4.14.17.5 Kromat banyosunun temizlenmesi ve yenilenmesi

Açıklama
Bölüm 4.11'de verilen tekniklere bakınız. Kullanılmış kromat banyosu filtrelenir; metalik iyon derişimleri ve pH'ı ayarlanır. Yenilenmiş kromat çözeltisi tekrar kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Çevresel fayda yüksektir: kimyasal madde tüketimini azaltır, su ve çamur salınımını azaltır

Çapraz ortam etkileri
Kullanılan yenilenme tekniklerine bağlıdır.

Çalışma verileri

Uygulanabilirlik
Alan mevcutsa yeni ve mevcut tesislere

Ekonomi
Yatırım maliyetleri 0,015 ila 0,8 / t EUR'dur ve işletme maliyetleri 0,001 ila 0,15 EUR arasındadır.

Uygulama için itici güç
Öncelikle işlem verimliliği.

Örnek tesisler
Çeşitli sürekli elektro kaplama hatları

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.18 Havaya salınımların denetimi

4.14.18.1 Toplama ve gaz-ovalama

Açıklama
Bölüm 2.13.3'e bakınız. Bobin işleme için, işyerinde iş sağlığı standartlarını korumak amacıyla temizlik, asitleme, kaplama ve kimyasal arıtma bölümlerinden hava çekilebilir. Kirleticileri gidermek için ıslak gaz-ovalama (gaz-yıkama) ve buğu çözücü kullanan bir gaz-ovalama sistemi kullanılır

Elde edilen çevresel faydalar
Havaya salınımlarda azalma.

Çapraz ortam etkileri
Enerji tüketiminde artış. Arıtma gerektiren atık su miktarında artış.

Mevcut operasyon verileri / uygulanabilir ise
Bakınız Bölüm 3.4.1, süreçten kaynaklanan salınımlar, atık çamuru ve su kullanımı.

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesislere.

Ekonomi
İlk yatırım EUR> 0.8 / t, işletme ve bakım maliyetleri ise 0,8 € / t'dir.
Uygulama için itici güç
İşyeri çevre ve sağlık ve güvenlik mevzuatı.
Tesislerin ve binaların korozyon yoluyla bozulmasını önler.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektroliz tesisi.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.18.2 Kapalı işlem banyoları

Açıklama
Bölüm 4.18.2'ye bakınız. Duman egzozu olanlar hariç tüm tankların üstünü örtmek iyi bir uygulamadır. Tüm kimyasal işlem ve durulama banyoları (yağ alma, asitleme, kaplama, kromatlama) örtülür ve aynı zamanda duman ve agresif atık hava salınımlarını önlemek için negatif basınçtadır.

Elde edilen çevresel faydalar
Çevresel fayda yüksek. Havaya kaçak salınımların azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesislere.

Çalışma verileri
Bazı uygulamalarda alan, bakım erişimi vb. gibi pratik zorluklar vardır.

Ekonomi
İlk yatırım 0,015 ila 0,8 / t EUR, bakım gereklilikleri 0.001 ila 0.15 / t EUR'dur.

Uygulama için itici güç
İşyeri çevre şartları, sağlık ve güvenlik mevzuatı.

Örnek tesisler
AB-15'te birçok sürekli elektro kaplama hattı.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.14.19 Atık su arıtma süreçleri

Teknik bir açıklama ve tartışma için Bölüm 4.16'ya bakınız. Bobin kaplama için, yatırım maliyetleri EUR> 0.8 / t olup, işletme maliyeti> 0.8 / ton'dur.

4.14.20 Tanklardaki artık metallerin geri kazanımı

Açıklama
Devirdaim tanklarından gelen kalay, atık suların kireç kullanılarak çöktürülmesi ve daha sonra bir metal yeniden işlemeciyle tekrar işlenmesi yoluyla geri kazanılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Atıkların toprağa dökülmesinde azalma ve hammadde geri kazanımı.

Çapraz ortam etkileri
İşlemde kullanılan kireç.
Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesislere.

Ekonomi
İlk yatırım, 0,015 ila 0,8 / t EUR tutarındaki bakım masrafları ile birlikte 0,015 ila 0,8 / t EUR'dur..

Uygulama için itici güç
İşlem verimliliği ve atık bertaraf maliyetlerinde azalma

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003]

4.15 Baskılı devre kartı işleme

PCB üretiminde kullanılan tekniklerin birçoğu, bu belgenin başka yerlerinde açıklanmıştır ve çapraz-kaynaklıdır. Bilgi, alıntı yapılan kaynak literatürde de bulunabilir.

4.15.1 İç tabaka imalatı

Açıklama
Bölüm 2.11.2.6 siyah ve kahverengi oksit süreçlerini açıklar ve daha yeni süreçlere atıfta bulunur. Siyah oksit, yüksek sıcaklıklarda (yaklaşık 80 ° C) sodyum hipoklorit gibi kimyasallar kullanılarak üretilir. Bu, giderek artan bir şekilde, yaklaşık 30 ° C'lik sıcaklıklarda biyolojik olarak bozunabilen sülfürik asit, hidrojen peroksit ve organik katkı maddeleri gibi daha az tehlikeli kimyasallar kullanan kahverengi oksit işlemi ile değiştirilmektedir. Temel bakır, bakır
(I) 'e oksitlenir ve katkı maddeleri ile korunur.

Bununla birlikte, diğer süreçler şimdi ortaya çıkmaktadır (bazen oksit alternatif işlemler olarak adlandırılmaktadır). Bu süreçlerin gelişimi hızlıdır ve sürekli-artan yüksek teknik gereksinimler tarafından yönlendirilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Daha az tehlikeli kimyasalların kullanılması.
Düşük sıcaklıklar.
Daha az atık su üretilir (aşağıdaki Çalışma verilerine bakınız).

Çapraz ortam etkileri
Yeni bir çözelti yapıldığında (ki bu her 24 ayda bir gerekli olur), kullanılan çözelti, bir alkali çökeltme ile bir toplu işlemde arındırılır.

Asitli egzoz havası bir hava temizleyici (hava-ovalayıcı) ile etkisizleştirilir.

Çalışma verileri
Tek tek bileşenlerin derişimi, üretim hacmine bağlı olarak kimyasal doldurularak sabit bir seviyede tutulur. Bu doldurma, buharlaşma sonucu oluşan sıvı kaybını eşitler. Bu nedenle, neredeyse hiç atık üretilmez.

Uygulama için itici güç
Ürün kalitesi.

İşyeri sağlığı ve güvenliği.

Örnek tesisler
Almanya'daki büyük PCB üreticileri kahverengi oksit tekniğini kullanıyor.
Finlandiya'da alternatif teknikler kullanılmaktadır.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003], [159, TWG, 2004]

4.15.2 Adımlar arası durulama

Bölüm 4.6 ve 4.7'ye bakınız. PCB'ler genellikle yatay hat-sıralı modüller halinde çalıştırılır, ancak aynı teknikler diğer işlemler için de geçerlidir. Ayrıca, sıkma silindirleri PCB'ler için kullanılıp, dışa-sürüklenme ve içe-sürüklenme önlenmesine yardımcı olur.

4.15.3 Akımsız (otokatalitik) kaplama

Bölüm 4.7, 4.9.1, 4.11'deki diğer çözelti bakım tekniklerine bakınız. EDTA işlemi için Bölüm 4.16.8'e bakınız.

4.15.4 Elektro kaplama PCB'ler

Açıklama
4.5'den 4.11'e kadar olan Bölümlerde elektro kaplama için geçerli genel konulara bakınız. PCB'ler için mümkün olduğunca metal biriktirme elde etmek için, dikey hatlarda doğrudan hava çalkalamasının, levhaların salınım ve titreşimi ile birlikte kullanılması son teknolojidir. Ayrıca, levha banyonun alt kısmında sabitlenmiştir. Böylece, levhanın tamamındaki (genellikle 600 x 600 mm) deliklerin içinde optimum bir elektrolit değişimi mümkündür. Bireysel banyolar (mikro dağlama, asit daldırma, elektro kaplama ve durulama) otomatik taşıyıcılarla çalıştırılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Reddedilmenin en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Çalkalama bölümüne bakın, Bölüm 4.3.4

Uygulama için itici güç
Üretim kalitesi.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003]

4.15.5 Sodyum karbonat ile kuru rezist banyosu

Açıklama
Kuru rezist banyosu için teçhizat, banyo birimi ve taze bir sodyum karbonat çözeltisi içeren daha küçük bir alt-akış bölmesinden oluşmaktadır (Bölüm 2.11.2.8'e bakınız).
Kirlenmiş banyo çözeltisinin aşağıdaki taze su durulama bölgelerine dışa-sürüklenmesini azaltmak için, levha yüzeyi temiz banyo çözeltisi ile durulanır.

Manifoldlar, püskürtme memeciklerinin mekanik etkisi ve daha iyi bir çözelti değişimini köprülemek için bir salınım ile donatılmıştır. Fanlı jet memecikleri, işlem yönüne göre yaklaşık 30 - 40 ° 'lik bir açıda monte edilmelidir. Çok memecikli çubuklar durumunda, bunlar birbirlerine karşı monte edilebilir. Bu adım su ve kimyasalları ekonomik olarak kullanır

Banyo çözeltisinin (%0.8 - 1.0 Na2CO3) derişiminin iletkenlik ile denetlenmesi, laboratuvar analiziyle gözden geçirilmesi ve gerektiğinde taze çözelti ekleyerek yenilemesi iyi bir uygulamadır. Kullanılmış çözelti, bir tampon teknesinde atık olarak toplanır; taze çözelti bir sodyum karbonat karıştırıcısından (%10 soda içerir) ve ihtiyaca göre ardışık durulama aşamalarından eklenir.

Rezist yüklenen atıkların ayrı ayrı arıtılması iyi bir uygulamadır. Bunun için ultrafiltreleme gibi çeşitli işlemler mevcuttur.

Elde edilen çevresel faydalar
Kimyasal ve su kullanımını en aza indirir.
Atık su arıtma tesisine yığın boşaltımın etkisini en aza indirir

Uygulanabilirlik
Tüm kuru rezist banyoları.

Ekonomi
Atık su için ultrafiltreleme kullanımı, boşaltılan su miktarına bağlı olabilir. Ultrafiltrelemenin çöktürmeden daha ucuz olduğu bildirilmiştir.

Örnek tesisler
Schweizer Elektronik AG, Ruwel AG, Almanya.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003]

4.15.6 Aşındırma

Açıklama
Bölüm 2.11.2.9'a bakınız. Asidik aşındırmayı ($HCl + H_2O_2$) çevrimiçi olarak izlemek iyi bir uygulamadır. Hidroklorik asitin derişimi bir titratör vasıtasıyla belirlenir ve gerektiğinde tekrar doldurulur. Redoks potansiyeli ayrıca bir redoks elektrot vasıtasıyla izlenebilir ve hidrojen peroksit yenilenir.

Alkali aşındırma, bakırın etkili bir şekilde uzaklaştırılması için salınım ve özel memeciklerle donatılmış yatay bir üretim hattında gerçekleştirilir. Çözelti, bir miktar kazınmış bakırın katılmasıyla başlatılır. Bu çözelti sürekli olarak tazelenir. Tazeleyici çözelti, diğer maddeler arasında amonyum tuzları (klorür, sülfat, karbonatlar) içerir. Amonyak kullanarak çözelti, pH seviyesi 8 - 9.5 olacak şekilde ayarlanır.

Aşındırma işleminden sonra, birinci kademe durulama suyunun aşındırma çözeltisine yeniden döndürülmesi iyi bir uygulamadır. Aşındırma parametreleri, çözeltiyi sürekli olarak yenilenme kimyasalları ile denetleyerek ve tazeleyerek mümkün olduğunca sabit bir seviyede tutulur. Çözeltinin bir kısmı, aşındırma teçhizatından sürekli olarak boşaltılmaktadır. Aşındırma işleminden kaynaklanan bakır (II) klorür atık çözeltisi bir depolama tankında toplanır ve uzman şirketler tarafından harici olarak bakır tuzları ve hidroklorik asit haline dönüştürülür. Bu temel malzemeler tekrar endüstriyel süreçlere verilebilir.

Asitli egzoz dumanları, etkisizleştirme için alkali çözelti (NaOH) ile doldurulmuş bir hava temizleyici (hava-ovucu) ile atılabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Kimyasal kullanımının optimizasyonu ve su kullanımının en aza indirilmesi. Kullanılan çözeltilerden bakır ve aşındırıcıların geri kazanımı.

Çapraz ortam etkileri
Atık çözeltilerin taşınması, depolanması ve kullanılması.
Alkali hava-temizleyici çözeltileri tipik bir atık su arıtma tesisinde arıtılabilir.

Uygulanabilirlik
Bütün aşındırma sistemlerine.

Uygulama için itici güç
Ürün kalitesi.
İşyeri hava kalitesi standartları.

Örnek tesisler
Tüm büyük PCB üreticileri.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003]

4.15.7 Alkali aşındırıcıların bakır geri kazanımı ile çevrimiçi geri dönüşümü (sıvı-sıvı iyon-değişimi)

Açıklama
Alkali amonyaklı aşındırma çözeltisi yeniden üretilebilir ve çözünmüş bakır ticari olarak mevcut bir işlem ile yerinde geri kazanılabilir. Patentli ünite, Şekil 4.31'de gösterilen bir alkali aşındırma sistemi içinde kapalı-devre olarak kurulur ve aşağıdaki işlevlere ulaşır:

- alkalik asit banyosunun sürekli yenilenmesi
- yüksek saflıktaki bakırın kesintisiz olarak geri kazanımı.
- aşındırma sonrası tekrar kullanım için durulama suyu arıtılması.

150 g / l bakır yüklü aşındırma çözeltisi, ilk olarak karışmaz organik sıvı çeker çözeltiden (Geri Dönüşüm teçhizatına, bakınız Şekil 4.31) geçirilir ve 110 g / l bakır yüklü yenilenmiş aşındırma çözeltisi halinde geri verilir. Çözücü şimdi 50 g / l bakır ile yüklenir.

5 g / l (5000 mg / l) bakır yüklü harcanmış durulama-suyu ikinci bir karışmaz organik sıvı çeker çözeltiden geçer (Geri Dönüşüm teçhizatı, Şekil 4.31) ve 5 - 6 mg / l bakır yüklü yenilenmiş durulama suyu olarak çıkar. Bu ikinci aşamadaki karışmaz organik sıvı çeker ilave 5 g / l bakır ile yüklenir.

Karışmaz organik sıvı, su-bazlı elektrolit içeren üçüncü bir çeker birimden geçirilir, bakır yükü çıkarılır ve ilk çeker birime geri gönderilir. Üçüncü çekerden sonra, elektrolit yaklaşık 55 g / l bakır ile yüklenir.

Bakır elektrokazanım (elektrolitik) hücresindeki elektrolitten katoda kaplanır.

Kimyasal tanım

Baskılı devre kartlarından metalik bakır aşındırma için:

$Cu° + Cu(NH_3)_4Cl_2 \quad > \quad 2\ Cu(NH_3)_2Cl$ (çözünme)

$2\ Cu(NH_3)_2Cl + 0.5O_2 + 2\ NH_3 + 2\ NH_4Cl \quad > \quad 2\ Cu(NH_3)4Cl_2 + H_2O$ (oksitlenme)

Özetle:

$Cu° + 2\ NH_3 + 2\ NH_4Cl + 0.5\ O_2 \quad > \quad Cu(NH_3)_4Cl_2 + H_2O$

Harcanmış aşındırıcıdan ve kullanılan durulama suyundan elde edilen bakırın çıkarılması için (burada karışmayan organik sıvı çeker çözeltide R molekülü temsil eder):

$Cu(NH_3)_4Cl_2 + 2\ RH\ (org) \quad > \quad CuR_2\ (org) + 2\ NH3 + 2\ NH_4Cl$

Organik sıvıdan elektrolite bakır çekmek için:

$CuR_2\ (org) + H_2SO_4 \quad > \quad CuSO_4 + 2\ RH\ (org)$

Elektrolitten bakır metali elektro-kazanımı için:

$CuSO_4 + H_2O$ Z $Cu° + H_2SO_4 + 0.5\ O_2$

Elde edilen çevresel faydalar
Atık suda amonyak ve bakırın azaltılması.
Ayda yaklaşık 600 kg yüksek kaliteli bakırın geri kazanımı (örnek alınan tesiste).
Teslim ve bertaraf araçlarından yerel yerleşim yerine gelen gürültüde azalma.

Çapraz ortam etkileri
Birim için bazı ek güç tüketimi.
Geri kazanılan bakır, tesis-içinde yeniden-kullanım için çok yüksek bir saflıktadır ve bir tedarikçiye satılır.

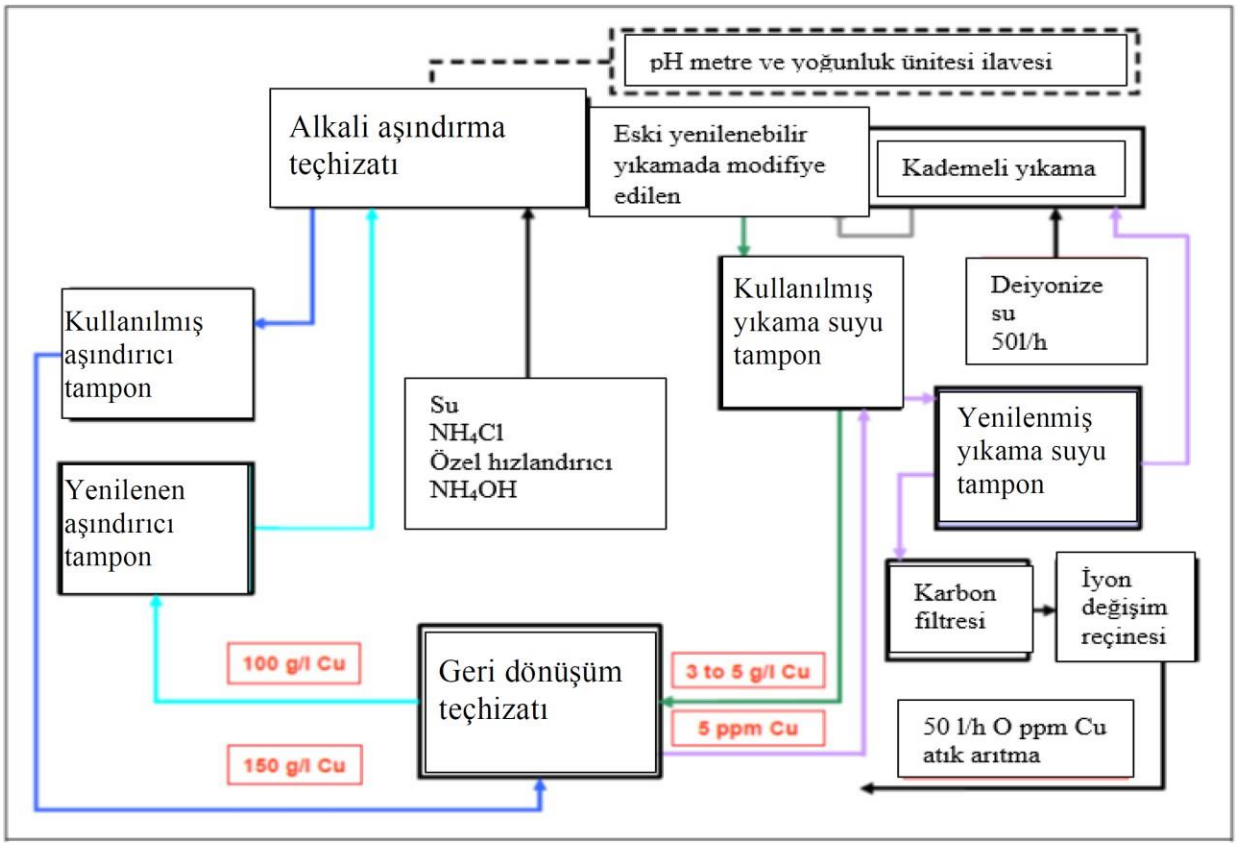
Çalışma verileri
Teçhizat, vasıflı bir kullanıcı tarafından yapılmalıdır.

Uygulanabilirlik
Alkali bakır etmenleri.
Patentli süreç.

Ekonomi
100000 - 150000 (2003) yatırım.
Geri ödeme: yüksek kaliteli bakır satışı, azalan atık su arıtma ve aşındırma çözeltisi yenileme maliyeti ile maliyet kurtarma üç yıldan fazladır.

Uygulama için itici güç
Baskılı devre kartlarının geliştirilmiş üretim kalitesi; şunlardan ötürü:

- aşındırma işlemi boyunca sabit hız sağlayan sabit aşındırıcı sertliği
- tehlikeli kimyasalların teslim ve atılması için daha az paketleme problemleri
- yenileyici ilavesinin azaltılması
- daha az tanker teslimatı ile gürültü azaltılması.



Şekil 4.31 Baskılı devre kartı imalatında alkali aşındırıcı geri dönüşümü [49, Fransa, 2003]

Diğer avantajları:

- depolanmayan harcanan aşındırıcılar
- taşınmayan ve teslim edilmeyen aşındırıcı çözeltileri; taşıma risklerinin azaltılması vb.
- komşu yerleşim bölgesinde gürültünün azaltılması ve kamuoyunun daha iyi algılanması.

Örnek tesisler
SOFRA-PCB, Mennecy, Fransa.

Kaynak literatür
[49, Fransa, 2003]

4.15.8 Rezist soyma

Açıklama
Tavlanmış kuru resist ya özel bir çözelti ya da sodyum hidroksit çözeltisi (yaklaşık 20 ml / l) ile giderilir, bkz. Bölüm 2.11.2.8. Bu çözelti rezistin üzerine püskürtüldüğünde, rezist şişer ve pul pul çıkar. Kaba parçacıklar bir santrifüj ile ayrılabilir ve atık olarak bertaraf edilebilir. Rezistle yüklenen atık su, ya doğrudan ya da bir tampon kazan aracılığıyla ultrafiltreleme teçhizatına boşaltılabilir ve son olarak pH ayarlama ile temizlenebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Katıların atık sudan çıkarılması.

Çapraz ortam etkileri
Üretilen rezist atıkları.

Uygulanabilirlik
Tüm PCB tesisllerindeki rezist sıyırma için uygun, ancak bakınız, aşağıdaki Ekonomi.

Ekonomi
Santrifüj ve ultrafiltreleme maliyeti.

Uygulama için itici güç
Atık su politikası ve mevzuatı.

Örnek tesisler
Almanya'da birçok PCB tesisi.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003], [12, PARCOM, 1992]

4.15.9 Aşındırma-rezisti (kalay) soyma

Açıklama
Yatay üretim hatlarında, nitrik asit içeren bir asidik ortam, aşındırma-rezistinin soyulması için püskürtme ile uygulanır (bkz. Bölüm 2.11.2.10). Atıkların bertarafı için ek adımlar gerektiren organik kompleks oluşturucu maddeler mevcuttur. Durulama suları ve yoğunlaşmış çözelti ayrı olarak toplanmalı ve bir organosülfür bileşiği ile ayrıştırılmalıdır. Çökelti, kalay bakımından zengin bir çamur olarak geri dönüşüm için gönderilebilir. Kullanılan yoğunlaştırıcılar harici olarak bertaraf edilebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Ayrı işlemler, boşaltılmadan önce önce atık su arıtımını mümkün kılar.
Kalay, üretilen çamurdan geri kazanılabilir.

Çapraz ortam etkileri
İlave arıtma kimyasallarının kullanımı.

Uygulanabilirlik
Tüm aşındırma rezisti süreçlerine.

Uygulama için itici güç
Atık su politikası ve mevzuatı.

Örnek bitkiler
Almanya'daki çoğu PCB tesisi.

Kaynak literatür
[12, PARCOM, 1992, 122, UBA, 2003]

4.15.10 Çözeltilerin bertarafı

Açıklama
Bazı işlem banyoları genellikle güçlü kompleksleştirici maddeler içerir, örneğin:

- daldırma veya doğrudan kaplama, bkz. (Örneğin bakır, nikel, değerli metaller)
- siyah veya kahverengi oksit

Onlar tanımlanmalı (bkz. Bölüm 4.16.1) ve şunlardan birini gerektirmelidir:

- metallerin işlenmesinden önce kompleks yapıcı maddelerin (saha-içi veya saha-sışı olabilir) imha edilmesi (bkz. Bölüm 4.16.8)
- saha-dışı bertaraf (geri kazanılmış ve kazanılmamış, bkz. Bölüm 4.17).

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su arıtma sisteminin bozulmasını önler

Çapraz ortam etkileri
Artan atık üretimi.

Uygulanabilirlik
Tüm doğrudan kaplama çözeltileri.

Örnek bitkiler
Almanya ve Finlandiya'daki en büyük PCB üreticileri.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003] [159, TWG, 2004]

4.15.11 Lehim maskesi uygulamasından kaynaklanan çözücü salınımları

Açıklama
Kullanılan lehim maskeleri epoksi ve akrilat reçinelerden oluşmaktadır. Bunlar foto-başlatıcılar ve dolgu maddeleri içerirler. Giderek, sulu alkali vernik sistemleri kullanılmaktadır. Pozlandırmadan önce, sulu alkali çözeltilerde çözünürler; ve %1-3'lük bir sodyum karbonat çözeltisi içinde banyo edilirler. Atık su, ultrafiltreleme veya asidik bir ortam kullanılarak bir çökeltme metodu ile arıtılır ve daha sonra bertaraf edilebilir.

Bununla birlikte, sulu alkali lehim maskeleri bile %50'ye kadar çözücü içerir (diğer bir deyişle metoksipropil asetat). Sonuç olarak, yıllık 5 - 15 t / yıl (eşik değeri) çözücü tüketen tesisler Çözücü Salınım Yönergesi'ne (SED) tabidir. Salınım sınır değerlerinin altında kalmak için, PCB imalatçısı, ya tedarikçisini vernik sistemi içindeki katı madde oranını arttırmaya ikna etmek zorundadır ya da hava çeker sistemlere uygun arıtma sistemleri kurmak zorundadır (örn. yoğuşma, yakma, biyolojik filtreler).

Elde edilen çevresel faydalar
VOC salınımlarının azaltılması.
Çapraz ortam etkileri
Ek teçhizat için artan güç tüketimi.

Uygulanabilirlik
Tüm lehim maskesi uygulamalarına, özellikle SED sınırları içindekilere.

Ekonomi
Ek hava arıtma sistemlerinin maliyeti.

Uygulama için itici güç
Çözücü Salınım Yönergesi [97, EC, 1999].

Örnek tesisler

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003]

4.16 Atık su salınımı azaltma teknikleri

Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemine yönelik bir tesisten çevreye verilen salınımların önemli miktarı suya yapılır, bkz. Bölüm 1.4.2. En aza indirme (dökülmeleri en aza indirmek dahil), geri dönüşüm ve yeniden kullanım atık suların yönetimi için önemli konulardır [13, UNEP, et al., 2002] ve Bölüm 4.4.5, 4.6 ve 4.7'de ele alınmıştır.

Atık su arıtımı, genellikle BREF'de atık su / atık gaz sistemlerinde [87, EIPPCB,] ve özellikle bu sektör için (6, IHOBE, 1997, 21, Agences de l'Eau de France et al, 2002] olanlar gibi başka yerlerde ayrıntılı olarak tanımlanmaktadır. Aşağıdaki bölümler ilgili tekniklerin kısa bir açıklamasıdır.

İşlem suları genellikle atık su arıtma tesislerinde bir dizi işlem adımı ile işlenir, bkz. Bölüm 2.13.1 aynı zamanda tipik bir atık su arıtma tesisini de gösterir (Şekil 2.42).

4.16.1 Sorunlu akışların belirlenmesi

Açıklama
Kaynaklarda veya işlem kimyasallarında tür değişiklikleri, süreç işlemlerini etkileyen kimyasalların bilinmeden eklemesi vasıtasıyla atık su arıtımında problem yaratabilir. Bunlar genellikle ya yüzdürme ve / veya çökeltme işlemlerine müdahale eden yüzey aktif maddeler ya da metallerin çökelmesini engelleyen kompleksleştirici maddelerdir. Üretime girmeden önce test edilebilirler.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su arıtımının gerekli seviyelerde tutarlılığı.

Çapraz ortam etkileri
Yok.

Çalışma verileri
Kaynaklarda veya işlem kimyasallarında tür değişiklikleri, normal atık su örneklerinin (çökelmeden önce, ancak pH ayarından ve yüzdürmeden sonra) yeni kimyasalların beklenen derişimleri ile karıştırılması ve zararlı etkilerin kontrol edilmesi gibi basit bir şekilde denenebilir. Zararlı etkiler katı maddelerin zayıf çökelmesi, üstte kalan sıvıdaki metal derişiminin normal seviyelerinden daha yüksek olması, vb. gibidir. Herhangi bir sorun tesbit edilirse, ya:

- yeni çözelti reddedilir
- atık su arıtma sistemi sorunu çözecek şekilde değiştirilir.

Uygulanabilirlik
Kaynak veya işlem kimyasallarının tüm değişikliklerine uygulanabilir (genellikle karışımlar ve / veya özel kimyasallar). Asitler vb. gibi tek maddeler için geçerli değildir.

Ekonomi
Düşük maliyet: sadece ilgili analizin maliyeti.

Uygulama için itici güç
Atık su arıtma problemlerinin çözümünde maliyet tasarrufu ve izin koşullarının ihlali.

Örnek tesisler
Collini GmbH, Avusturya

Kaynak literatür
(Kişisel iletişim, Martin Peter, Collini GmbH) [159, TWG, 2004]

4.16.2 Bireysel kirleticilerin üretim noktasında ortadan kaldırılması ve / veya ayrıştırılması

Açıklama
Bazı kimyasallar, diğer atıklarla karıştırılmadan önce ayrı ayrı arıtılarak en etkili şekilde yönetilir.

Asitleme asitleri ve kimyasal yağ gidericiler gibi diğer kimyasallar, sürekli-akışlı arıtma tesisinin kapasitesini aşabilecek düzensiz ve büyük miktarlarda boşaltılabilir ve izin koşullarının aşılmasına neden olabilir. Bu durum aşağıdakiler tarafından yönetilebilir:

- dökme boşaltımlardan kaçınılması (örneğin, bkz. Ters akışlı arıtma, Bölüm 4.11.14.1).
- büyük hacimli depolama ve kurum içi atık su arıtma tesisine bir süreliğine tesisin

kapasitesinde kalabilecek miktarlarda azar azar verilmesi (Not: bu tekniği belediye atık sularına seyreltilerek boşaltmak için iyi bir uygulama değildir)
- büyük hacimli depolama ve asit çözeltileri etkisizleştirmek için alkali çözeltiler kullanma (asitleme çözeltililerini etkisizleştirmek için alkali yağ çözücüleri gibi)
- atıkların yönetimi ve boşaltılması, bkz. Bölüm 4.16.13.
- atık su arıtma tesisinde işlenemeyen atıkların geri-kazanım için üçüncü taraflara verilmesi veya atık olarak başarılı bir şekilde bertaraf edilmesi (bkz. Bölüm 4.17.3).

Bazı durumlarda, kimyasallar üçüncü tarafların geri-kazanımına yardımcı olmak ve ayrıca asitleme asitleri için olduğu gibi atık su arıtma gereksinimlerini azaltmak için ayrı tutulabilirler (bkz. Bölüm 4.17.3).

Elde edilen çevresel faydalar
Bazı maddeler için, kirletici madde arıtımı ve çıkarılması sadece ayrı işlemlerden sonra mümkündür.

Arıtma tesisi kapasitesini aşan hacimli boşaltımların ve izin koşullarının aşılmasının önlenmesi.

Atık asit çözeltilerini etkisizleştirmek için atık alkali çözeltilerin (yağ gidericiler gibi) kullanılmasıyla kimyasal tasarrufu.

Çapraz ortam etkileri
Duruma bağlı olacaktır.

Çalışma verileri
Siyanür-, nitrit- ve kromat içeren akışlar, birbiriyle veya diğer atık sularla karıştırılmadan önce ayrı ayrı ön işlemden geçirilmelidir. Örneğin:

- nitritler oksitlenebilir veya indirgenebilir; Her iki tepkime tipi hafif asit çözeltisine ihtiyaç duyar (pH 3 - 4, Bölüm 4.16.5'e bakınız).
- siyanür oksitlenmesi alkali çözeltide yapılmalıdır (pH> 10, bkz. Bölüm 4.16.4).
- kromat azaltma pH <2,5 değerlerinde gerçekleşir (bkz. Bölüm 4.16.6).

Ek kimyasalların kullanımını sınırlamak için asit atık su, alkali atık su ile etkisizleştirilebilir: Ancak, kompleks yapıcı maddeler içermemelidir.

Diğer maddeler, boşaltılan kirletici miktarını azaltmak ve daha fazla arıtma ihtiyacını azaltmak veya ortadan kaldırmak için ayrı ayrı yönetilebilir. Örnekler, bakır, nikel ve krom kaplamasından malzeme döngüsünü tamamlamak için ters akımlı durulama ve buharlaştırma kullanımı ve elektrolitik hücrelerin krom ve nikel kaplamada kullanılmasıdır.

Kadmiyum (ve cıva) süreçleri (bkz. Bölüm 2.5.5) diğer mevzuata tabidir (Ek 8.1 ve 8.3'e bakınız). Almanya'da mevzuat, diğer atık sularla karıştırılmadan önce MET'e göre ayrılmaları ve arıtılmalarını gerektirmektedir. İngiltere'de benzer bir yaklaşım benimsenmiştir.

Uygulanabilirlik
Sonraki işlem için akışları karıştırmadan önce, her işlem boşalma noktasında, işlemin (veya geri dönüşümün veya yeniden kullanımın) ayrı akışta daha iyi yapılıp yapılmadığını ele almak iyi bir uygulamadır.

Atık asitleri etkisizleştirmek için atık alkali akışlarını kullanırken, bir yüzdürme sistemi yoluyla boşaltımına uygun bir pH elde etmek için ek kimyasallar gerekebilir.

Ekonomi
Bazı özel durumlarda, her atık su akışını ayrı ayrı ele alarak sermaye ve arıtma maliyetleri önemli ölçüde azaltılabilir. Bununla birlikte, genellikle ayrılmış akışları arıtma maliyeti daha yüksektir.

Uygulama için itici güç
Özel işlem kimyası hangi kimyasalların ayrılmayı gerektirebileceğini belirleyecektir.
Ayrı arıtma akışları daha verimli ve uygun maliyetli olabilir.

Örnek tesisler
Karşı akışlı durulama ve krom ve nikel dışa sürüklenme akışlarının elektrolitik işlemi için, Townrow (Hi-Tech) Plating Ltd, Sheffield, İngiltere.
Karşı akışlı durulama ve bakır, nikel ve krom kaplama işlemlerinde döngü tamamlayan buharlaşma için, Merrydale Industries Ltd, Wednesbury, İngiltere.
Nikel kaplamada döngü tamamlayıcı buharlaştırmalı dört aşamalı karşı akışlı durulama için, Frost Electroplating Co. Ltd, Birmingham, İngiltere.
Karşı akışlı asitleme için, Metal Colours Ltd, Slough, İngiltere.
Ayrı akışların arıtımından sonra son arıtma ve çöktürme amaçlı depolama için, SGI, Plaisir, CIRE Bellegarde ve SOFRA-PCB, Champoreaux, Fransa.

Kaynak literatür
[18, Tempany, 2002, 156, Fransa, 2003] [12, PARCOM, 1992, 13, UNEP, ve diğ., 2002] [124, Almanya, 2003].

4.16.3 Yağlar ve greslerin (hidrokarbonlar) atık sudan ayrılması

Yağ-alma çözeltilerini yönetirken genellikle yağların ve greslerin ayrıştırılması gerçekleştirilir. Özel durumlarda, inorganik arıtmadan önce ham atık sudaki yağın-giderilmesi gereklidir ve bu uygulama için yöntemler Bölüm 4.11.13'te açıklanmıştır.

4.16.4 Siyanür oksitleme

Açıklama
Siyanürler farklı yöntemler kullanılarak atık sudan uzaklaştırılabilir:

- farklı oksitleyici maddeler ile oksitlenme:
  - o sodyum hipoklorit
  - o hidrojen peroksit
  - o oksijen (O_2)
  - o ozon (O_3)
  - o anodik oksitleme (elektroliz), bkz. Bölüm 4.12.1
  - o potasyum monopersülfat.
- çözünmeyen metal komplekslerine (örneğin demir siyanür bağlantıları) aktarma
- iyon değiştiriciler ile giderilme
- Isıl yöntemlerle siyanürün parçalanması
- radyasyon-destekli oksitlenme (oksitleyici maddeler ve UV radyasyonu)
- anodik oksitleme.

Pratikte siyanürün kimyasal oksitlenmesi en yaygın kullanılan tekniktir.

Elde edilen çevresel faydalar
Siyanürün yok edilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Kimyasal ve enerji (ısıl, radyasyon ve anodik teknikler için) kullanımı ve hipoklorit kullanılması durumunda AOX'un olası üretimi.

Çalışma verileri
Sodyum hipoklorit kullanımı, AOX olarak ölçülen organik klor bileşikleri ile ilişkilidir. Bu nedenle siyanür oksitlenmesinde sodyum hipokloritin oksitleyici bir madde olarak değiştirilmesi çok tartışılmıştır. Bununla birlikte, bahsedilen alternatiflerin hiçbiri etkin siyanür parçalanması için evrensel bir çözüm göstermediğinden, sodyum hipoklorit kullanımı hala en çok kullanılan şüreçdir.

Anodik oksitleme, çinko ve bakır kaplamadan gelen durulama suları ve siyanür içeren işlem çözeltilerinde siyanür komplekslerinin yok edilmesi için uygun bir teknolojidir. Anodik oksitleme ile elde edilebilen artık siyanür içeriği, 0.1 g / l'nin altındadır. Sodyum hipoklorit ile ek kimyasal bir muamele ile <0,2 mg / l sınır değeri elde edilir. Siyanür parçalanmasına ek olarak, çözünmüş metaller geri kazanılır ve tekrar kullanılabilir.

Uygulanabilirlik
Kimyasal oksitleme yaygın olarak kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit kolayca hipoklorit yerini alabilir, ancak maliyeti daha yüksektir.

Uygulama için itici güç
Su koruma politikaları ve mevzuatı.

Örnek tesisler

Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France ve diğ., 2002] [12, PARCOM, 1992] [126, Hollanda, 2003] [113, Avusturya, 2003] [124, Almanya, 2003] [104, UBA, 2003]

4.16.5 Nitrit işlemi

Açıklama
Nitrit ya nitrata ya da nitrojene indirgenebilir. Her iki tepkime de pH 4 civarında zayıf asit koşullarında gerçekleşir.

Elde edilen çevresel faydalar
Nitritin yok edilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Hipoklorit kullanılıyorsa olası AOX oluşumu.
Yüksek nitrit derişimleri ile düşük pH, NOX oluşumuna yol açabilir.

Aşırı sodyum ditiyonit, metal (meals) iyonları ile kompleks oluşturabilir.

Çalışma verileri
Oksitlenme için H_2O_2 normal olarak kullanılır. Sodyum hipoklorit en çok nitrit oksitleyici madde olarak kullanıldı, ancak ilişkili AOX oluşumu alasılığı nedeniyle kullanım azalmaktadır.

İndirgeyici madde normal olarak amidosülfürik asittir. Bu tepkimenin dezavantajı, atık suda yüksek sülfat derişimi ile ilgilidir. Üre kullanmak da mümkündür; bununla birlikte, bu, tepkimenin 60 ° C'lik bir sıcaklığa ihtiyaç duyması dezavantajına sahiptir. Bunu hidrojen sülfitle azaltmak mümkündür, ancak atık suda yüksek oranda sülfat derişimine neden olduğu için sıklıkla kullanılmaz.

Bir asit çözeltisinde, nitrit sülfamik asit kullanılarak kolayca azaltılabilir.

Sodyum ditionit ve Fe (II) kullanımı bazı çapraz ortam etkilerini ortadan kaldıracaktır.

Yüksek nitrit derişimleri ile pH düşürülmesi, azotlu gazların oluşumuna yol açtığı için hava çeker gerekli olabilir. Azotlu gazlar kendiliğinden suda kötü bir şekilde çözüldüğünden, alkali çözeltili bir egzoz hava temizleyici (hava-ovucu) gerekli olabilir, bu yinede yüksek derişimli çözeltilerden üretilen tüm azotlu gazları temizleyemeyebilir. Hacimli işlemde, pH'ı azaltmadan önce az miktarda oksitleyici madde eklemek gerekli olabilir.

Uygulanabilirlik
Yaygın olarak kullanılan.

Uygulama için itici güç
Su kirliliği koruma mevzuatı.

Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France, ve diğ., 2002], [104, UBA, 2003], [124, Almanya, 2003, Avusturya, 2003 # 113]

4.16.6 Kromat işlemi

Açıklama
Altı-değerlikli krom bileşiklerin (kromatlar veya dikromat) çökeltilmeleri zordur ve normalde etkisizleştirme işleminde krom (III) hidroksit olarak çökeltilen üç değerlikliye (krom (III) iyonları) indirgenir. İndirgeme, 2.5'in altındaki pH değerlerinde yapılır. En yaygın indirgeyici madde sodyum hidrojen sülfittir (bisülfit).

Yüksek pH değerlerinde sadece az miktarda krom (VI) varsa, tepkime alkali bölgede sodyum ditionit veya demir II ile de gerçekleştirilebilir. Asit ilavesi gerekmez.

Elde edilen çevresel faydalar
Krom (VI) indirgenmesi ve çıkarılması.

Çapraz ortam etkileri
SOx dumanı oluştuğundan ötürü sodyum hidrojen sülfit (bisülfit) ile çalışırken dikkat edilmelidir. İşyeri havalandırması gerekli olabilir.

Demir (II) kullanıldığında, daha fazla çamur ve bu nedenle atık su arıtımında (demir (III) hidroksit olarak) atık oluşacaktır.

Uygulanabilirlik
Yaygın kullanım.

Uygulama için itici güç
Su kirliliği koruma mevzuatı.
Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France et al., 2002] [124, Germany, 2003]

4.16.7 Metallerin topaklaşması ve çökeltilmesi

En son işlem denetimi, metalleri ayrı ayrı çökeltmektir (pH değerini metal için optimum değerine ayarlamak), ancak birçok durumda bu mümkün değildir ve ekonomik olmaz. Eğer çok sayıda işlem ve işlem banyosu varsa ve farklı atık su akışlarının ayrılması zorsa, metaller aynı anda çökeltilebilir (birlikte çökeltme) [120, Finlandiya, 2003]. İşlemlerden çıkan boşaltımların karışımı, tüm çözünmüş metallerin çökeltmesi için optimum pH dengesini korumayı zorlaştırır.

Toplam çözünmüş iyon içeriğinin metallerin çözünmesini de etkileyebileceğinin ve bu içeriğin de su tasarruf önlemleri ve iyon değişim yenilenme çözeltileri boşaltımı ile arttırılabileceğinin belirtilmesi önemlidir. (Kişisel iletişim, Çevre Bakanlığı, Slovenya).

Çifte katyon değişim reçinesi kullanılarak atık suyun son temizliği daha verimli olabilir. Kenetleme katyon değişim reçinesi etkinliği de atık su pH'ına bağlıdır. Her metal için optimum pH farklıdır.

4.16.7.1 Hidroksit çökelmesi

Açıklama
Bu Bölüm 2.13.1.7'de açıklanmıştır. Geçiş metallerinin uzaklaştırılması, etkisizleştirme ve daha sonra 9 - 11 pH değerlerinde çökeltme yoluyla yapılır. Su-katı bir karışımı, genellikle elektro kaplama çamuru (kaynak faaliyetlerine bağlı olarak) olarak adlandırılan çökeltiden kaynaklanır.

Elde edilen çevresel faydalar
Geçiş metallerinin atık sudan uzaklaştırılması.

Çalışma verileri
Farklı atık su akımlarının birlikte çökeltme için bir araya getirilmesi, çökelme özellikleri zayıf olan metallerin iyi çökelme özelliğine sahip olan metal hidroksitler tarafından çökeltilmesi sonucunu doğurmakta, dolayısıyla ortak çökeltme ile daha iyi bir sonuca ulaşmak mümkündür. Örneğin, diğer metal iyonlarıyla nikel ortak çökeltilmesi ve pH 9'da kadmiyum ve FeII'nin ortak çökeltilmesi. Kadmiyumun salınım değeri, bu durumda 0.1 mg / l'den daha düşük olabilir. Ayrı ayrı çökeltilirse, bu düşük kadmiyum seviyelerinin elde edilmesi mümkün değildir.

Öte yandan, bazı ağır metaller, örn. kadmiyum, kurşun ve nikel, çökeltme için yüksek pH değerine ihtiyaç duyar. Bu koşullar altında, diğer metal hidroksitler, ör. çinko, krom, kalay ve alüminyum yeniden çözülecektir, bu yüzden kalsiyum veya sodyum hidroksitler gibi diğer çökeltme maddeleri ile daha düşük pH değerlerinde ayrı bir çökeltme işlemine sahip olmak gerekli olabilir

Metallerin çözünürlüğü artan yüksüz tuz derişimleri ile artar. Metaller kısmen çok ince parçacıklarda (özellikle kurşun ve kalay) çöker, bu nedenle daha iyi ayırma ve filtreleme için topaklaştırıcı maddelerin (demir (III) klorür, kireç) ve / veya topaklaştırıcıların (polielektrolit) eklenmesi gerekir. Bununla birlikte, bu, demir bileşikleri olarak üretilen çamurun (atık) miktarında bir artışa neden olur ve dolayısıyla önemli miktarlarda kireç eklenmelidir. Polielektrolitler çok daha yüksek bir yük yoğunluğuna sahiptir ve çok daha düşük bir doz oranına ihtiyaç duyarlar.

Sıkı salınım sınır değerlerini karşılamak için, ince filtreleme de gerekli olabilir. Bazen örneğin sülfür ve / veya seçici iyon değiştiriciler ile işlem-sonu uygulama da gereklidir.

Kadmiyum ayrı olarak arıtılabilir (bkz. Bölüm 2.5.5).

Uygulanabilirlik
Yaygın olarak kullanılır. Çöktürme tanklarının yer ihtiyacı vardır ve kurulması maliyetli olabilir.
Her durumda, metal iyonları için ayrı çökeltme ya da ortak-çökeltme arasında seçim yapılması, işlem sınamaları gerçekleştirildikten sonra yapılmalıdır.

Uygulama için itici güç
Su koruma politikası ve mevzuatı

Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France et al., 2002] [12, PARCOM, 1992] [126, Hollanda, 2003] [121, Fransa, 2003, 124, Almanya, 2003].

4.16.7.2 Sülfür çökeltmesi

Açıklama
Hidroksit çökeltmesi ve ardından seçici iyon değiştiricili bir son temizlik aşaması, boşaltımda sınır değerlerin karşılanması için yeterli değilse, sodyum sülfür veya organosülfür ile bir çökelme daha yapılarak düşük seviyelere ulaşılabilir, bakınız Tablo 4.18. Metal sülfürlerin çözünürlüğü genellikle metal hidroksitlerden önemli ölçüde daha düşük olduğundan, sülfür çökeltmesi ile daha küçük kalıntı derişimleri elde edilebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Geçiş metalleri için düşük salınım değerleri.

Çapraz ortam etkileri
Hidrojen sülfür salınımını önlemek için asit koşullarından kaçınma. Aşırı sülfür, demir tuzları kullanılarak giderilmelidir.
Çok ince çökeltiler zayıf bir çöktürülme ve filtreleme özelliklerine sahip olduğundan, sülfür çamurlarının elde edilmesi zor olabilir.

Çalışma verileri
Asılı sülfürün de dahil olduğu çökeltiler çok ince olduğundan ne çöküp ne de kolaylıkla süzüldüklerinden ötürü metal sülfürlerin çökeltilmesine bir topaklaştırıcının eklenmesi

gereklidir.

Ekonomi
[21, Agences de l'Eau de France et al., 2002]

Tablo 4.18 Metal hidroksitlerin ve sülfürlerin çözünürlük ürünleri UBA

	Çözünülebilirlik ürünü (g/l)	
Metal	Hidroksit	Sülfür
Aluminyum	2×10^{-32}	--
Kurşıun	1×10^{-7} to 10^{-13}	3×10^{-28}
Kadmiyum	1.3×10^{-14}	5.1×10^{-29}
Krom (III)	3×10^{-28}	--
Demir (II)	2×10^{-15}	3.7×10^{-19}
Demir (III)	8.7×10^{-38}	--
Bakır	2×10^{-19}	8×10^{-45}
Nikel	5.8×10^{-15}	1×10^{-26}
Gümüş	1.24×10^{-8}	1.6×10^{-49}
Çinko	4×10^{-17}	6.9×10^{-26}
Çinko(II)	6×10^{-25}	1×10^{-20}

Uygulama için itici güç
Su koruma politikası ve mevzuatı; çevresel kalite standartlarının gerektirdiği düşük salınım değerleri.

Kaynak literatür
[82, Agences de l'Eau, 1996, 104, UBA, 2003], [113, Avusturya, 2003], [12, PARCOM, 1992, Hollanda, 2003 # 126].

4.16.7.3 Diğer topaklaştırıcı maddeler

Açıklama
Diğer topaklaştırıcı maddeler kullanılır:

- Fe (III) ve alüminyum gibi inorganik tuzlar
- yüksek moleküler kütleye (106 ila 107) sahip organik polimerler, iyonik bir yapı (anyonik veya katyonik) ve yüksek elektrik yükü yoğunluğu. Yüzey işleme endüstrileri için, anyonik polimerler çoğunlukla kullanılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Artan topaklaştırıcı ve artan çökelme.

Çapraz ortam etkileri
İnorganik tuzlar, daha sonra atılacak ya da yönetilecek malzemelerin hacmini arttırabilir.
Topaklaştırıcı madde eklenmesi, fazla ilave gerekmeden, daha sonraki susuzlaştırma işlemlerine yardımcı olabilir.

Çalışma verileri
Genel olarak ayrı bir tankta karıştırılır ve çökeltmeden önce topaklaştırıcı sisteme verilir.

Uygulanabilirlik
Uygulanabilirlik yerinde testlerle kolayca belirlenir.

Ekonomi
Mevcut bir atık su arıtma tesisinin verimliliğini artırabilir. Düşük sermaye ve işletme

maliyetleri.

Uygulama için itici güç
Su koruma politikası ve mevzuatı; çevresel kalite standartlarının gerektirdiği düşük salınım değerleri.

Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France et al., 2002] [12, PARCOM, 1992, Hollanda, 2003 # 126]

4.16.8 Kompleks yapıcı maddeler

Açıklama
Bazı işlemlerde kullanılan komplekslestirici maddeler, diğer atık sularla işlemden önce karıştırıldıklarında geçiş metallerinin çökeltilmesini zorlaştırırlar.

Bakır, sodyum ditionit ile indirgenerek komplekslerden çökeltilebilir, ancak fazla ditiyonit, hidroksit bakırını harekete geçirir, çökelmeyi önler ve bakır, atık su içinde boşaltılır. Sodyum hipofosfit gibi güçlü indirgeyici maddeler kullanarak, nikel ve kalay gibi diğer metaller azaltılabilir. Metaller, sert komplekslerden sülfitler olarak sıklıkla çökelir. Amonyak veya trietanolamin ve Quadrol gibi aminler ile katyonik metal kompleksleri, zayıf asit katyon değiştiricilerle (örneğin, iminodiasetat gruplarıyla seçici iyon değişim reçineleri) giderilebilir. Ancak, sitrat, EDTA ve NTA çözeltilerinde iyon değiştiriciler ile işlem mümkün değildir.

En yaygın kompleks yapıcı maddeler siyanürler, polifosfatlar, aminler, sitrik asit, tartarik asit, glukonik asit, amonyak, NTA, EDTA ve Quadrol'dür.

Başka bir yöntem kullanılarak, tüm EDTA'lar UV ışığı ve hidrojen peroksit varlığında yok edilir. Bu tekniğin kullanılmasından önce, bakırın büyük ölçüde elektrolitik ayırma ile çözeltiden uzaklaştırılması gerekir. Cu / EDTA kompleksinin yıkılmasından sonra, serbest bakır çökeltilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Bu teknik, metallerin çözünmemesini ve belediye atık su arıtmasına taşınmamasını veya daha geniş su ortamında yeniden çözülmesini sağlar.

Çapraz ortam etkileri
Kullanılan tekniğe bağlı olarak ek kimyasallar ve enerji tüketimi.

Çalışma verileri
Kompleks yapıcı maddelerin özellikle de kuvvetli olanların kullanıldığı yerlerde, metallerin ve kompleks yapıcı maddelerin mümkün olduğunca diğer işlemlerden (metalin çökeltilmesi ve çökeltilmesi) önce birbirinden ayrılması tavsiye edilir.

Uygulama için itici güç
Su koruma politikası ve mevzuatı; yerel çevresel kalite standartlarının gerektirdiği yerlerde düşük salınım değerleri.

Kaynak literatür
[12, PARCOM, 1992, Hollanda, 2003 # 126, 104, UBA, 2003, 113, Avusturya, 2003].

4.16.9 Anyonların çökeltilmesi

4.16.9.1 Florür çökeltilmesi

Açıklama
Serbest fluorür iyonları, örneğin kireç ile nötralize edildiğinde, kalsiyum ile çökeltilebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Florür salınım standartlarını karşılar.

Çalışma verileri
Eğer her florür eşdeğeri için sadece en az bir kalsiyum eşdeğeri varsa, florür çökeltisi, nicel olarak gerçekleştirilebilir. Aksi takdirde, örneğin kalsiyum klorür gibi ilave kalsiyum iyonları eklenmelidir.

Uygulanabilirlik
BF4, AlF6 veya SiF6 gibi kompleks florürler, kalsiyum bileşikleri ile mükemmel şekilde çökeltilemez.

Uygulama için itici güç
Su kirliliği koruma mevzuatı.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [113, Avusturya, 2003]

4.16.9.2 Fosfat çökeltilmesi

Açıklama
Atık su, yüzey suyuna veya fosfatları işlemeyen belediye atık su arıtmasına boşaltıldığında fosfat seviyelerinin düşürülmesi gerekebilir. Günde 4 kg fosfor salınımı 1000 kişinin (AB-15'te) salınımına karşılık gelir.

Bununla birlikte, gerektiğinde nadiren problem olur, çünkü çözünmeyen fosfat bileşikleri oluşturmak için yüzey işlem atık sularında hemen hemen her zaman yeterli miktarda metal iyonu bulunur. Durum böyle değilse, demir veya alüminyum bileşikleri eklenebilir. Çökeltilme ayrıca 10'un üzerinde pH değerlerinde kireç ile de elde edilebilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Uygun olduğu durumlarda fosfat salınım sınır değerlerinin karşılanması. Fosfat ötrofikasyona (oksijen yetersizliği) yolaçan önemli bir faktördür. Birkaç kilo fosforun boşaltılması, alıcı akışının boyutuna göre bir nehir üzerinde güçlü bir etkiye sahip olabilir.

Çapraz ortam etkileri
İlave kimyasallar gerekebilir.

Çalışma verileri
Polifosfatların ve fosfonatların çökeltilmesi zordur. Birçok durumda, toplam fosfor için çevresel kalite standartlarını karşılamak zordur (özellikle doğrudan yüzey suyuna boşaltım olduğunda).

Uygulama için itici güç
Su mevzuatının ve yerel çevresel kalite standartlarının gerektirdiği yerler.

Kaynak literatür
[121, Fransa, 2003] [3, CETS, 2002, 159, TWG, 2004]

4.16.9.3 Sülfat çökeltilmesi

Açıklama
Sülfat için arıtmaya nadiren ihtiyaç duyulmaktadır, ancak sülfat denetlenmesi, alıcı kanalizasyon sistemlerinin korunması için yerel olarak önemli olabilir. Uygulanabilir olduğunda, boşaltma sınırı değerleri normal olarak yüksek, yaklaşık 1000 mg / l'dir ve sülfat kolayca kalsiyum sülfat olarak çökeltilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Genellikle hatalı bir kanalizasyona boşaltım durumu olan yerlerde, sülfat salınım sınır değerleri sağlanır.

Çapraz ortam etkileri
Ek kimyasalların kullanımı
Sülfat çökeltilmesi bertaraf için daha fazla çamur oluşturur
Sülfatın çökelmesi, alüminyum hidroksit çamuru kullanımı gibi çamurların geri dönüşümünde de sorunlara neden olabilir.

Çalışma verileri
Çözünme ürününe göre, kalsiyum sülfat, sülfat olarak 1404 mg / l'lik bir çözünürlüğe sahiptir. Bu, artan yüksüz tuz derişimi ile kuvvetli bir şekilde yükselir, yani 1 val /l yüksüz tuz (bu ortak tuzun yaklaşık olarak 58.5 g / l derişimine karşılık gelir) varlığında sülfat sadece 5000 mg / l'lik derişimlerde çöker ki bu değer kalsiyum sülfatın çözünürlüğüne karşılık gelir. Farklı yüksüz tuzlar, bu sayede ulaşılabilir çökeltiler üzerinde farklı bir etkiye sahiptir.

Uygulanabilirlik
Sülfatın giderilmesi genellikle gerekli değildir. Kanalizasyondaki korozyon havasız koşullarda sülfattaki oksijeni kullanan ve sülfürik asit oluşturan bazı bakteriler tarafından ortaya çıkar. Bazı durumlarda, 1000 mg / l üzerindeki atık sular için kanalizasyon sisteminde kullanılan malzemelerin korunması veya daha fazla asit dirençli olanlarla değiştirilmesi daha iyi olabilir veya kanalizasyonun havalandırma koşullarını korumak için işlenmesi (hidrojen peroksit ile dozlama gibi) daha iyi olabilir. Bu, kanalizasyon sisteminin yapımında kullanılan malzemelere ve belediye kanalizasyon tesisindeki diğer atık su ile seyreltilmesine bağlı olacaktır.

Uygulama için itici güç
Su mevzuatının ve yerel çevresel kalite standartlarının gerektirdiği yerler.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002] [113, Avusturya, 2003] [118, ESTAL, 2003] [18, Tempany, 2002, Almanya, 2003 # 124, ESTAL, 2003 # 118]

4.16.10 Boşaltımdan önce son işlem

Genel açıklama
İstenmeyen çözünmüş malzemelerin (esasen metal hidroksitler) çökeltilmesinden sonra, bu ve diğer asılı haldeki malzemeler aşağıdaki tekniklerden biri ile sıvıdan ayrılır:

- çökeltme (durağan)
- yüzdürme
- filtreleme.

Geleneksel olarak, çökeltme kullanılmış ve bunu yüzdürme takip etmiştir. Bununla birlikte, atık su arıtma tesislerinin daha düşük salınım seviyelerini karşılamak için yenilenmesini veya güncellenmesini düşünürken, özellikle de su ve çamurların geri dönüşümü için diğer amaçlarla bağlantılı olarak, filtreleme teknikleri giderek daha fazla dikkate alınmaktadır.

Bu nedenle teknik seçimi, aşağıdakileri içeren olgulara bağlı olacaktır:

- çökelme özellikleri de dahil olmak üzere parçacıkların boyutu ve türü
- mevcut atık su arıtma tesisi
- üretim ve çözeltilerde mevcut veya planlanmış değişiklikler (bkz. Bölüm 4.7.12)
- ortaya çıkan atık su hacmi
- mevcut alan.

4.16.10.1 Çökelme

Üç durağan çökelme tekniklerinin tanımı

(1) Sedimantasyon tankları
Ayrıca çökeltme veya çamurun dibe taşınması için sıyırıcı ile donatılmış yukarı akışlı (merkez beslemeli dairesel tanklar için) ve yatay akışlı (dikdörtgen tanklar için) düz tanklar olarak adlandırılır.

- avantajları:
  - o yüksek akışlara uyarlanmış
  - o çamurların kolay toplanması
  - o atık su kalitesindeki değişikliklere karşı iyi bir eylemsizlik
- dezavantajları:
  - o hidrolik akışının laminer akışlara zor ayrılması
  - o büyük yapı (geniş alanlı) ve çamur temizleme teçhizatı karmaşık olabilir, bu nedenle yüksek maliyet
  - o çamurların çıkarılması türbülansa neden olabilir.

(2) Alt hazne
Silindir-konik veya konik olarak da adlandırılır. Akış merkezde ve aşağı doğrudur, ancak çamurdan birikmiş tortuyu etkilemeyecek kadar yeterince uzaktır. Dik kenarlarda koninin açısı> 60 ° olmalıdır, bu nedenle herhangi bir kazıyıcıya ihtiyaç duyulmaz, çamur ardışık olarak çıkarılır.

- avantajlar
  - o basit tasarım ve teçhizat
  - o çamurun temizlenmesi kolaydır, ancak çamur eğimli kenarlarda birikebilir (merkezden hareketli bir kazıyıcı tarafından üstesinden gelinir)
  - o azaltılmış bakım
- dezavantajları
  - o yüksek akışlar için uygun değildir
  - o çamur tıkanma riski.

(3) Laminer veya tüplü çöktürücüler
Çökelme yüzeyini büyütmek için plakaların kullanıldığı çökelme tankı

- avantajlar
  - o küçük alan, yüksek kapasite
- dezavantajları
  - o topaklaştırıcı kalitesine ve yük değişimlerine duyarlı
  - o üretilen çamurlar çok kalın değildir, bu nedenle büyük hacimli çamur tutma tankı gereklidir.
  - o plakaların sık sık temizlenmesi gereklidir.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su salınım sınır değerlerine ulaşılması.
Metal içeren çamurların geri kazanımı
Düşük enerji kullanımı, sadece başa (yükseklik) kadar pompalama.

Çapraz ortam etkileri, Çalışma verileri, Uygulanabilirlik
Yukarıdaki Açıklamalara bakın

Ekonomi
Siteye özgü

Uygulama için itici güç
Tipik atık su arıtma tesislerini tamamlamak için gereklidir.

Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France et al., 2002, 87, EIPPCB,]

4.16.10.2 Yüzdürme

Açıklama
Katı parçacıklar (veya yağ veya gres gibi sıvı partiküller), bir tankın yüzeyinde yüzen parçacık / hava kümeleri oluşturan hava kabarcıkları ile birleştirilir ve uzaklaştırılır.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su salınım sınır değerlerine ulaşılması.
Metal içeren çamurların geri kazanımı.
Köpük önleyici maddeler, yüzey aktif maddeler ve aktif karbonda olası azalma.

Çapraz ortam etkileri
Çökelmeden daha fazla topaklaşma gerektirebilir.
Çökelmeden daha yüksek güç tüketimi.

Çalışma verileri
Üç yöntem kullanılır:

- vakumlu yüzdürme, atmosfer basıncında havanın çözülmesi ardından kabarcık oluşumunu sağlamak için basınç düşüşü ile gerçekleşir
- indüklenmiş hava yüzdürme (IAF), venturi veya delikli (fıskıye) plaka gibi bir indükleme cihazı ile ince kabarcıkların oluşturulması ve atık suya çekilmesiyle gerçekleşir
- çözünmüş hava yüzdürme (DAF), basınçlı hava atık suda veya atık suyun bir kısmında çözülür ve ardından bırakılıp küçük kabarcıklar oluşturularak gerçekleşir.

Avantaj ve dezavantajları şunlardır:

- avantajlar
  - o yüksek verimlilik
  - o durağan çökelmeden daha yüksek yüzdürme hızı, ki bu durağan çökelmeden daha küçük tesisler anlamına gelir.
  - o çamurların önceden-kalınlaşması (yoğunlaşması).

- Dezavantajları
  - o hava kabarcıklarının askıda katı maddelere iyi yapışmasını garantilemek için yüksek kaliteli topaklaştırıcı gereksinimi
  - o ayarlar (basınçlandırma için) izleme gerektirir.

Uygulanabilirlik
Yukarıdaki Açıklamaya bakın.
Yeni ve mevcut tesisler.

Ekonomi
Siteye özgü
Daha küçük boyut, üretim kapasitesi için daha fazla yere izin verir.

Uygulama için itici güç
Tipik atık su arıtma tesisini tamamlamak için gerekir

Örnek tesisler
Industria Galvanica Dalla Torre Ermanno ve Figli SpA, Fontane di Villaorba, İtalya.

Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France et al., 2002, 87, EIPPCB,] (Kişisel iletişim, Lorenzo Dalla Torre)

4.16.10.3 Filtreleme

Açıklama
Atık sular için (çamur susuzlaştırma değil) filtreleme aşağıdakilere uygulanır:

- çökelme veya yüzdürme ile karşılanabilecek salınım değerlerinden düşük değerlere ulaşmak
- fabrika işletiminde meydana gelen değişiklikler için bu düşük değerleri karşılamak üzere atık su arıtma işleminin yenilenmesi veya güncellenmesi göz önünde bulundurulduğunda.

Su ve çamurların geri dönüşümü için diğer amaçlarla bağlantılı olarak

Bir liste ve bu tekniklerin açıklamalarına yönelik başvuru ve kaynakların bir özeti için Bölüm 4.10'a bakınız.

Tekniklerin iki dalı var:

(1) Geleneksel ortam:
Kum filtreleri, yerçekimi veya basınç ile yukarı veya aşağı doğru akış
Selüloz gibi diğer filtre ortamları (bkz. Bölüm 4.11.1)

(2) Membran filtreleme teknikleri
Teğetsel filtreleme: mikrofiltreleme ve ultrafiltreleme (Bölüm 4.11.13.6'ya bakınız)

Yarı geçirgen membranlar: nanofiltreleme ve ters ozmoz (Bölüm 4.7.8.2'ye bakınız)

Ekonomi
Siteye özgü

Uygulama için itici güç
Daha düşük atık su salınım değerleri
Küçük boyutlu teknik
Suyun yeniden-kullanımını ve geri dönüşümü sağlama.

Kaynak literatür
[21, Agences de l'Eau de France et al., 2002]

4.16.11 Birleştirme teknikleri

Tipik atık su arıtma tesisleri tekniklerin bir bileşimine dayanır; tipik atık su arıtma tesisinin tanımlamaları için bkz. Bölüm 2.13.1 ve diğer bölümler 4.16.

Nokta kaynaklı uygulamalar ve birleşik akışlar için daha yeni teknikler birleştirilebilir (bkz. Bölüm 4.7.12).

4.16.12 Sıfır boşaltım teknikleri

Tüm işleme hattının veya tesisatın boşaltımını sıfıra indirmek için su azaltma teknikleri ile birlikte (bkz. Bölüm 4.6, 4.7 ve Ek 8.5.9) çeşitli teknikler kullanılabilir. Not: Bu, bir süreç içindeki bir işlem kimyası için döngüyü tamamlamaktan farklıdır, bkz. Bölüm 4.7.11.

Sıfır boşaltım elde etmek için teknik örnekleri:

- ısıl
- membran
- iyon değişimi.

Açıklama
Bireysel teknikler Bölüm 4.16.12.1 ve 4.16.12.2'de açıklanmıştır.

Elde edilen çevresel faydalar
Atılan bütün kirleticilerin azaltılması.
İşlemdeki uygulama için temizlenmiş suyun geri kazanımı.

Çapraz ortam etkileri
Isıl teknikler, basınç pompaları için enerji ve / veya membran teknikleri için elektrik gücü.

İyon değiştirme reçineleri, emdikleri iyonlarla aynı değerlik oranlarında diğer iyonların (reçine tipine bağlı olarak Na, Cl, asitler, alkali) tüketilmesini gerektirir.

Teknikler, tipik bir atık su arıtma tesisinde üretilen çamurlardan daha zehirli ve / veya işlenmesi zor olan atıklar üretebilir.

Uygulanabilirlik
Nikel veya krom kaplama gibi belirli işlemler için kapalı bir döngü elde etmek genellikle daha kolay ve çevre açısından daha verimlidir.

Ekonomi
Maliyetler alana özgü olmakla birlikte, sıfır boşaltım yaklaştıkça, artan boşaltım azaltma maliyetleri, elde edilen faydalar ile orantılı olarak önemli ölçüde artabilir.

4.16.12.1 Isıl yöntemler

Kimyasal-fiziksel yöntemler ile klasik atık su arıtılmasının yanı sıra, buharlaştırma teknikleri kullanarak atık suların boşaltımından tamamen kaçınmak mümkündür. Metal hidroksitlerin yerine, buharlaşmadan kaynaklanan suda çözünür tuzların bir karışımı, ki muhtemelen katılaşan buharlaşma atıklarının bertarafı uygun bir depolama alanında biriktirilmesini gerektirir.
Şu anda, atık suyun buharlaşması için iki temel teknik mevcuttur:

- buhar sıkıştırmalı vakumlu buharlaştırıcıler
- atmosferik basınçta kızılötesi buharlaştırıcılar.

4.16.12.1.1 Buhar sıkıştırmalı vakum buharlaştırıcılar

Açıklama
Buhar sıkıştırmalı vakumlu buharlaştırıcıların kullanılmasıyla, enerji talebini ekonomik düzeye indirmek mümkündür.

Elde edilen çevresel faydalar
Sıfır su boşaltımı bir tesisten veya belirli işlem adımlarından elde edilebilir.

Çapraz ortam etkileri
Buharlaşmada artan enerji kullanımı ve konsantre kurutma. Üretilen atıkların yönetilmesi geleneksel çamurlardan daha zor olabilir.

Siyanür su ile buharlaştırılabilir.

Çalışma verileri
Buharlaştırıcı, ek bir kurutma yöntemi gerektiren bir konsantre üretir. Böylece, yatırım ve işletme maliyeti; bu teknoloji genellikle yalnızca ender durumlarda ekonomik olduğu bir düzeye yükselir.
Üretilen su kalitesi, 90 mS ila 200 µS arasındaki iletkenlikle çok yüksektir.

Uygulanabilirlik
Bu sadece büyük bir enerji girdisi ve yüksek sermaye yatırımı kullanılarak teknik olarak mümkündür. Geleneksel işlemlerden kalan "yüksüz" tuzlar (örneğin alkali metal tuzları, Na, K, Ca) içeren atık su salınımını temizlemek için çok az veya hiç çevresel fayda veya gereklilik söz konusu değildir. Üç olası durum vardır:

- **küçük atıksu miktarı:** Atıksu miktarı, Bölüm 4.6 ve 4.7'de açıklanan tesis içi önlemlerle büyük ölçüde azaltılabilir. Çözünür içeriklerin derişimi daha sonra buna göre yükselir. Ardından atıksuyu klasik yöntemlerle arıtmak zorlaşabilir ve atık su ve kanalizasyon düzenlemeleri için katı derişim değerlerini karşılamak zor olabilir. Böyle bir durumda, buharlaşma, enerji tüketimine rağmen geleneksel işlemden daha ekonomik olabilir
- normal çalışma ile içindekilerin giderilmesi zor malzemeler: EDTA gibi kompleks yapıcı maddeleri atık sularda yok etmek zordur. Bununla birlikte, kullanımları bazı süreçler ve özellikler için şarttır. Bu kimyasalları kullanan bir tesis için, ilgili akışların tamamen buharlaşması tek çözüm olabilir
- **düzenleme:** Üretimi herhangi bir atık su salınımı olmayan bir tesis, çevresel düzenleyici otoritelerin denetiminden ve ilgili maliyetlerden bağımsız olabilir veya bunlara daha az tabi olabilir.

Ekonomi
Çalışma verilerine bakınız.

Uygulama için itici güç
Uygulanabilirliğe bakınız.

Örnek tesisler
Ek 8.5.8 ve Ek 8.13'e bakınız.

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003] [124, Almanya, 2003, 128, Portekiz, 2003].

4.16.12.1.2 Kızılötesi buharlaştırıcılar

Açıklama
Buharlaşacak sıvı konik bir kaba konulur. Sıvı yüzey daha sonra bir gaz kızılötesi yayıcı tarafından üretilen kızılötesi ışıma (radyasyon) ile ısıtılır. Denetimli ve kabarcıksız buharlaşma, sıvının "sığ uçta" son derece ince bir tabaka oluşturması nedeniyle radyasyon emilimi ile elde edilir. Kristalleşmiş katı maddeler, buharlaştırıcının "soğuk" tabakalarındaki daha yüksek özgül ağırlığından dolayı artık suda durmaktadır. Oluşan kristal lapa, bir vana vasıtasıyla bir filtre torbasına boşaltılır. Filtrelenmiş ana sıvı, buharlaştırıcı kabına geri beslenir. Su buharı karışımı buharlaştırıcıyı bir çeker sistem ile terk eder.

Elde edilen çevresel faydalar
Tesisin tamamı veya bir bölümünden sıfır boşaltım.

Çapraz ortam etkileri
Buharlaşmada artan enerji kullanımı; buharlaşan m^3 su başına 100 m^3 doğal gazın enerji tüketimi yüksektir.

Üretilen atıkların yönetilmesi geleneksel çamurlardan daha zor olabilir.
Amonyak uçucu olarak havaya karışabilir.

Çalışma verileri
Bu tekniğin avantajları:

- dayanıklı, dirençli teknoloji
- doğrudan, temassız ısıtma
- aerosol buharlaşması nedeniyle temiz egzoz gazı
- tuz çözeltileri, asitler ve alkalinler ile tutarlı başarım
- tam otomatik tuz boşaltımı mümkündür
- gerekirse buharlaştırıcı alanındaki atmosferin azaltılması veya oksitlenmesi
- kirlilik ve / veya kabuklanma problemleri olmaması
- ek kimyasallara ihtiyaç olmaması, örneğin temizlik amacı gibi
- güvenli sürekli çalışma nedeniyle çok yüksek tesis çıkış kapasitesi
- ek kimyasallar olmaksızın Cr (VI) indirgenmesi mümkündür
- atık su sorunları olmadan amonyak çözeltilerinde buharlaşma
- sessiz çalışma.

Uygulanabilirlik
Bölüm 4.16.12.1.1'e bakınız.

Ekonomi
Sermaye maliyetlerinin, MET standartlarına göre işletilen tipik bir atık su arıtma tesisinden daha düşük olması muhtemeldir. Kızılötesi buharlaştırıcı ve ters ozmoz bileşiminin enerji maliyetlerini düşürmesine rağmen yüksek işletme maliyetleri.

Uygulama için itici güç
Uygulanabilirliğe bakınız.

Kaynak literatür
[124, Almanya, 2003] [104, UBA, 2003, 113, Avusturya, 2003]

4.16.12.2 Fiziko-kimyasal süreçlerle membran teknolojileri

Isıl yöntemler, arıtmanın kalitesi göz önünde bulundurulursa avantajlar sunar (geri dönüşüm için izin verir). Ancak, yatırım ve işletme maliyetleri daha önemlidir [55, Fransa, 2003].

Fiziko-kimyasal yöntemler ile klasik atık su arıtma membran teknolojisi kullanılarak geliştirilebilir. Şu anda, membranları kullanarak iki temel teknik çözüm vardır:

- ultrafiltreleme, metallerde ve organiklerde çok düşük derişimlerin elde edilmesi (örneğin ultrafiltreleme ile arıtılmadan sonra Ni derişimi, 0.1 mg / l'den daha düşük olabilir)sayesinde klasik fiziko-kimyasal işlemden ziyade tercih edilir; fiziko-kimyasal işlem ile nikel kaplamadan kaynaklanan atık için 0.5 mg / l'ye ulaşılması çok zordur. Bununla birlikte, hidroksit veya sülfür çökeltmesi gibi ultrafiltreleme öncesi kimyasal bir işlem gereklidir.
- sıfır su boşaltımına izin veren ultrafiltreleme ve ters ozmozun birleştirilmesi.

4.16.12.2.1 Ultrafiltreleme kullanan arıtma

Açıklama
Klasik fiziko-kimyasal arıtma ve ultrafiltreleme arıtma arasındaki temel fark, çökelme yerine membranların kullanılmasıdır. Çözeltideki bazı metaller, ultrafiltreleme öncesi indirgeyici maddelerle işlenmeye ihtiyaç duyabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Çözünmüş ürünlerin derişimi geri dönüşüme izin verdiğinde, tesisin tümünden veya bir kısmından sıfır su boşaltımı.
Asılı katı madde yoktur.
Metallerin derişimi klasik yöntemlerden çok daha düşüktür.
İşlem kapasitesini arttırmak sadece daha fazla membran birimi gerektirir.

Çapraz ortam etkileri
Farklı tesis yönetimine ihtiyaç duyan membranlarla ilgili tıkanma sorunları. Arıtma işleminde üretilen atıklar.

Çalışma verileri
Diğer bazı tekniklerle karşılaştırıldığında çok az yer kullanır.

Uygulanabilirlik
Bu teknik aşağıdakiler için de düşünülebilir:

- çok kaliteli arıtma gereksinimi (geri dönüşüm gereksinimleri ve sıkı çevresel kalite standartları)
- orta ve büyük projelerde bu teknik mükemmel kalite sağlar (sıfıra yakın asılı katı, çok düşük metal derişimi, azaltılmış KOİ vb.)
- eski bir atık su arıtma tesisinin yenilenmesi (boşaltım kalitesi ve / veya işlem kapasitesi için) için düşük yatırımla ve düşük alanla yüksek kalitede bir işlem düzeyi sağladığından, çöktürme yerine ultrafiltreleme uygulamak.

Bu teknik, düşük bir hacimde ya da yüksek konsantre atık su (yüksek TDS) olduğunda daha az uygulanabilir.

Ekonomi
Isıl yöntemlere kıyasla yatırım ve işletme maliyeti seviyelerinde önemli ekonomiklik.

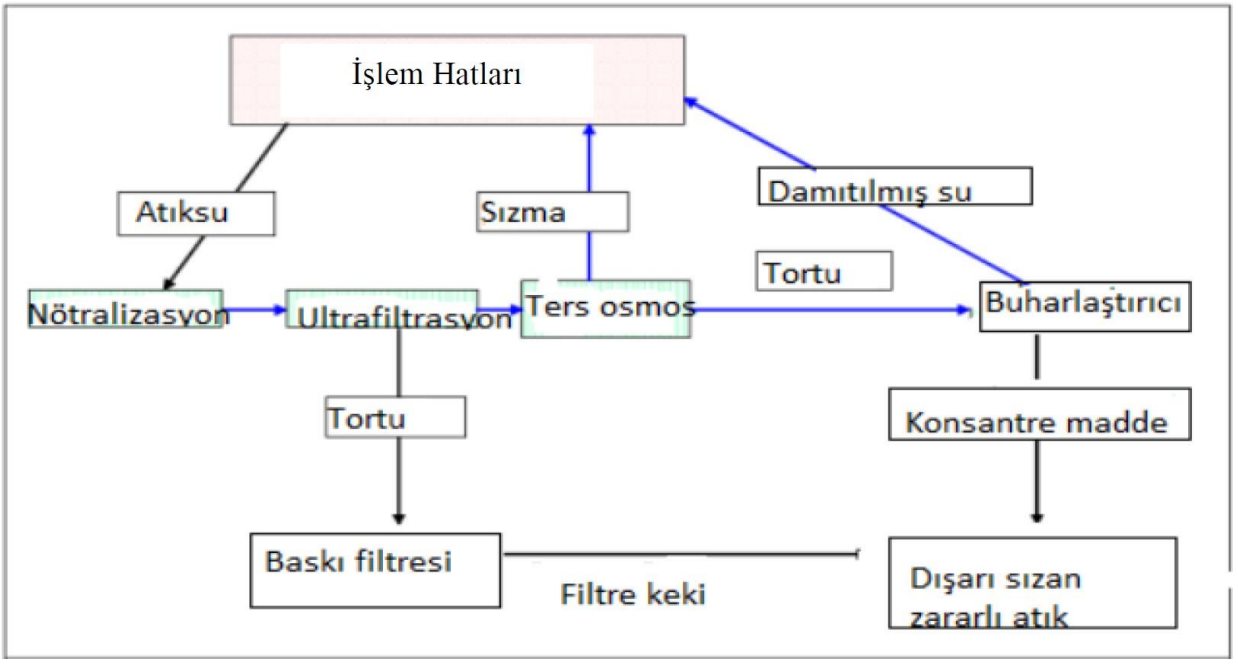
Uygulama için itici güç
Yukarıdaki Uygulanabilirliğe bakınız.

Örnekler tesisler
Batı Avrupa'da yaklaşık 80 tesis altı yıldır çalışıyor.

Kaynak literatür
[156, Fransa, 2003]

4.16.12.2.2 Ultrafiltreleme ve ters ozmoz bileşimi kullanılan işlem

Açıklama
İlk adımdaki işlem ultrafiltrelemeye dayanır (bkz. Bölüm 4.16.12.2.1), bunu ikinci adımda ters osmoz takip eder, bkz. Şekil 4.32. Bu çok yüksek kaliteli su elde etmek için tuz ve organik derişimleri azaltır, çok hassas kullanımlar için geri dönüşüme izin verir.



Şekil 4.32 Ultrafiltrasyon ve ters osmoz bileşiminde kullanılan işlem

[55, Fransa, 2003]

Elde edilen çevresel faydalar
Sıfır su boşaltımı.
Teknik çözelti, geri dönüşüm için iki farklı nitelikte su üretir (ikincil işlevler için orta kalite ve püskürtme son durulama gibi hassas işlevler için yüksek kalite).
Bu iki farklı geri dönüştürülmüş su kullanımı, işletme maliyetlerini azaltır.

Çapraz ortam etkileri
Daha karmaşık bir çözelti (farklı aşamalar). Çok küçük projeler veya yüksek derişimler için uyarlanmamıştır.
Yoğunlaşmış atık üretebilir.

Çalışma verileri
Bu tekniğin avantajları:

- çok yüksek kalite
- düşük yatırım ve işletme maliyetleri
- işlem kalitesinde (ultrafiltreleme sonrası veya ters osmoz sonrası) kolay derecelendirme olanağı
- arıtma kapasitesinin evrimleşme olanağı
- çok küçük etkili birim (bunlar sınırlayıcı faktörler olan düşük yükseklik ve / veya küçük alan).

Ekonomi
Isıl yöntemlere kıyasla yatırım ve işletme maliyetlerinde önemli azalma.

Uygulama için itici güç
Uygulanabilirliğe bakınız.

Örnek tesisler
Fransa'da bu teknikle çalışan dört tesis (2001'den beri ilk).

Kaynak literatür
[55, Fransa, 2003]

4.16.13 Atık suların izlenmesi, son kontrolü ve boşaltılması

Atık, boşaltılmadan önce, bir izleme programı ile uyumlu olarak yerel izin koşullarına uygun olduğundan emin olmak için gözden geçirilir, bkz. Ek 8.4 ve genel izleme esaslarına ilişkin BREF [91, EIPPCB,].

Boşaltım:

- aşağıdakiler ile sürekli:
  - o pH gibi anahtar değişkenleri sürekli çevrimiçi izleme
  - o pH, metaller, siyanür gibi anahtar değişkenlerin sık sık elle kontrolü (tesis faaliyetlerine uygun olarak)
  - o her ikisinin bir bileşimi.
- pH, metaller, siyanür gibi anahtar değişkenlerin (tesisin faaliyetlerine uygun olarak) önceden kontrol edilerek toplu boşaltımı. Bu Almanya'da gereklidir [124, Almanya, 2003].

Her iki seçenek de yönetim sisteminin bir parçasını oluşturabilir (bkz. Bölüm 4.1.1) ve atık limit değerlerinin dışına düştüğünde, eylem başlatılabilir. Bu, çevrimiçi sistemli otomatik alarmlarla veya el denetimiyle manuel olarak başlatılabilir.

Açıklama
Tesisin izin şartlarını karşıladığından emin olmak için izleme programının tasarlanması tavsiye edilir.

Elde edilen çevresel faydalar
İzin şartlarının sağlanması.

Çapraz ortam etkileri
Sürekli boşaltımlar için yetersiz eğitim, yetersiz bakım ve / veya denetimli çevrimiçi sistemler veya yeterli manuel inceleme ve analitik sonuçların olmaması, sınır-üstü atık boşaltılmasına yol açabilir.

Hacimli boşaltımlar için yetersiz eğitimli gözetim veya yeterli analitik sonuçlara sahip olmayan denetim sınır-üstü atık boşaltılmasına yol açabilir.

Çalışma verileri
Bu işlevi yerine getiren personel, ister ‘nokta testler’, ister laboratuvar sonuçları olsun, bunların çevrimiçi izlenmelerinden gelen yeterli analitik bilgi ile desteklenen yeterli eğitime ihtiyaç duyar.

Manuel izleme yapan personel, deneme ve incelemeyi tamamlamaktan kolayca uzaklaşabilir.

Çevrimiçi izleme teçhizatı, uygun şekilde eğitilmiş personel tarafından düzenli bakım ve kalibrasyona ihtiyaç duyar.

Uygulanabilirlik
Su yolları veya kamu ya da merkezi atık su arıtma sistemlerine boşaltılan tüm yerler.

Ekonomi
Düzenli manuel inceleme ile sürekli boşaltım ucuz görünebilir. Ancak bu, izin koşullarının aşılması riski ve maliyetleri ile karşılaştırılmalıdır.

Çevrimiçi izleme teçhizatının aynı nedenlerle düzenli olarak bakımı yapılmalıdır, ancak görece kısa bir sürede manuel incelemelerin masraflarını telafi edebilir.

Sınamadan sonra yapılan hacimli boşaltım, akışı zamana yaymak için yeterli tanklara ya da sırayla çalıştırılan iki veya daha fazla tanka yapılan yatırımla sermaye olarak pahalıdır. Bu ayrıca boşaltımdan önce inceleme ve analiz gerektirir.
Uygulama için itici güç
Çevre mevzuatına uygunluk.

Örnek tesisler
Almanya'da, tüm yüzey işleme tesisleri, hacimli temelinde atık işlemine sahiptir.
Fransa için, bkz. Ek 8.4'te izleme.

Kaynak literatür
[124, Almanya, 2003] [56, Fransa, 2003, 91, EIPPCB, 104, UBA, 2003]

4.17 Atık yönetim teknikleri

4.17.1 Atıkların üretilmesi ve yönetimi

IPPC Yönergesinin Ek IV'ü (madde 3), kullanıcının "uygun olduğu yerde, üretilen ve süreçte kullanılan maddelerin ve atıkların geri kazanımını ve geri dönüşümünü daha da ileriye götürmesini" gerektirir.

Yüzey işleme tesislerindeki durulama işlemleri konsantre içeren durulama suları üretir. Durulama sularına ek olarak, aşağıdaki atık su akışları da metal içerebilir:

- elektrokimyasal işlemlerdeki kullanılmış işlem çözeltileri(elektrolitler)
- kimyasal kaplama işlemlerindeki kullanılmış işlem çözeltileri
- işlem öncesi ve sonrası (temizleme, asitleme, fosfatlama ve kimyasal dönüşüm) kullanılan işlem çözeltileri
- iyon değişimi, geciktirme, diyaliz, elektroliz gibi ayırma ve yenilenme süreçlerindeki çözeltiler
- egzoz temizleyiciler ve filtreler gibi tesis faaliyetlerinden ve ayrıca tesis temizliğinden kaynaklanan çözeltiler.

Genel olarak çözeltiler ve atık sular atık sistemine boşaltılır. Sistem içerisindeki metal içeren akımların arıtılması, çözünmüş metal iyonlarını esasen çözülmeyen bileşikler olarak çökeltir. Kostik soda çözeltisi ve / veya kireç ile normal çökeltme, metalleri hidroksitler ve / veya oksit hidratlar olarak çökeltir. Çökelme ayrıca karbonatlar ve sülfitler gibi de olabilir. Oluşan çamur, genellikle %95'in üzerinde bir su içeriğine sahiptir ve filtre presleri vasıtasıyla yaklaşık %60'lık su içeriğine kadar süzülür ve bu şekilde çamur olarak atılır.

Çamur miktarı çeşitli işleme etkenlerine bağlıdır:

- girdi malzemesinin kirliliği
- iş parçası / alttaş yüzeylerinden çözünen veya aşınmış metal oksit miktarı
- iş parçası / alttaş tarafından dışa-sürüklenen işlem çözeltisinin boşaltılması
- işlem çözeltilerinin hizmet ömrü.

Bu, iç geri dönüşüm önlemleri olmayan çamur üretiminin, dışa-sürükleme ve işlem

çözeltilerinin hizmet ömürleri ile doğru orantılı olduğu anlamına gelir. Genel olarak, metal girdi malzemesiyle ilişkili dışa-sürüklenmedeki metal kayıpları %5 ila %30 arasındadır.

Yüzey arıtma çamuru genellikle metal hidroksitlerin bir karışımıdır. Bu çamur işlem sırasında kullanılan tüm demir dışı metalleri, işparçası alttaş metalleri olan demir ve alüminyumun yanı sıra, çökeltme kimyasallarından kalsiyum, potasyum ve sodyum içerir.

Kaplama işlemine bağlı olarak, demir dışı metal içeriği (Cu, Ni) örneğin tek-çamurlar (diğer bir deyişle, sadece bir işlem tipinden gelen çamurlar) ile %30'a kadar olabilir. Elektroliz çamurunun ana kısmı bir karışımdır ve Tablo 4.19'un gösterdiği gibi yaklaşık %10 oranında demir-dışı metal içeriğine sahiptir.

Tablo 4.19 Farklı kaynaklardan gelen elektroliz çamurunun tipik bileşimi UBA

	Cu %	Ni %	Zn %	Pb %	Cr %	Fe %	Ca %	Cl %	SO4 %	Su %
Cu çamuru	5 – 10	1 - 5	1 - 5	0 - 1	0 - 2	5 - 15	2 - 10	0 - 3	0 - 20	50 - 70
Ni çamuru	0 - 2	10 - 15	1	0 - 1	0 - 2	0 - 5	0 - 5	0 - 3	0 - 5	50 - 70
Karışık çamur	0 - 2	0 - 2	2 - 3	0 - 1	0 - 2	5 - 15	5 - 15	0 - 3	5 - 20	50 - 70

Kullanım ömrünü tamamlamış elektrolitler veya tabaka dönüştürme çözeltisi gibi bazı sıvı atıklar da aynı zamanda tesis-içi atık su arıtma tesisinde yoğunlaştırılabilir ve işlenebilir.

Diğer atıklar tesis dışında tekrar-kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir, bkz. 4.17.3. Bunu kolaylaştırmak için, bazı atık akışlarını ayırmak veya yoğunlaştırmak, yararlılıklarını artırmak veya korumak iyi bir uygulama olabilir.

4.17.2 Atıkları en-aza indirme ve önleme

Yüzey işleme işlemlerinde atıkların önlenmesi ve en aza indirilmesi için dört temel faktör vardır ve bunlar uygun bölümlerde açıklanmıştır:

- atıktaki tehlikeli madde miktarının azaltılması, bakınız Bölüm 4.9, İkame
- işlem çözeltilerinin servis ömrünün uzatılması, bkz. Bölüm 4.11'deki İşlem Çözeltisi Bakımı.
- işlem çözeltilerinin dışa-sürüklenmesinin azaltılması, bkz. Bölüm 4.6
- dışa-sürüklenmiş süreç çözeltilerinin işlem tanklarına geri dönüşü, Bölüm 4.7'ye bakınız.

4.17.3 Atıkların tekrar-kullanımı ve geri dönüşümü

Açıklama
Tesis içi kurtarılamayan atıklar üçüncü taraflarca dışarıda değerlendirilebilir.

Buna yardımcı olmak amacıyla, geri kazanımı mümkün kılan bileşenlerin derişimini korumak için bu atık akışlarını ayrı tutmak veya alüminyum hidroksit çamurunun ağır metallerle kirlenmesi gibi kirlenmeyi önlemek iyi bir uygulama olabilir.

Aşağıdakiler dış değerleme örnekleridir:

- demir-dışı metal arıtma yapan hidro ve pirometalurjik şirketler. Elektroliz çamurunun bir kısmı yüksek değerli bir malzeme içeriğine sahip olabilir ve çoğu durumda üçüncü taraflarca geri dönüştürülebilir. Geri dönüşüm, metaller veya metal bileşikleri olarak uygun elektro çamurdan bakır, nikel, krom ve çinko metallerinin rafine edilmesini içerir.
- kullanılabilir metal konsantrelerin imalatı
- fosforik ve kromik asit, aşındırma çözeltileri vb.
- anotlamadan gelen alüminyum hidroksit çökeltilebilir ve örneğin kanalizasyon arıtma için bir pıhtılaştırıcı olarak geri dönüştürülebilir. (Not: boyama ve sızdırmazlık işlemlerinden kaynaklanan durulama suları ağır metaller içerebilir ve yeniden kullanım gerekiyorsa çamurun bu atık su kanallarından ayrı olarak toplanması tavsiye edilir)
- inorganik kimya şirketleri ve ürün üretiminde bilerek metal veya metal bileşikleri kullanan

cam ve seramik endüstrisi.

Metallerin özel-olmayan mineral matrislere (cam, seramik, çimento) yerleştirildiği teknikler geri dönüşüm olarak kabul edilmez, ancak bir seçenek olabilir. Avrupa mevzuatının şu anda çimentodaki altı değerli krom miktarını kontrol ettiğini unutmayın.

Yüzey işlem tesisinde kullanılan artık yenilenme için uygun olmayan elektrolitler, kaplama ve dönüştürme çözeltileri sıvı atık haline gelir. Bu çözeltiler, belirli koşullar altında, yeni elektrolitlerin doğrudan üretiminde tekrar-kullanılmak üzere kimyasal tedarikçilere gönderilebilir.

Tercih edilen amaç, hammaddenin kullanımı için geri kazanımdır, örneğin gerekli olmayan elektrolitlerden bakır, nikel ve çinko metallerinin kazanılmasıdır. Bu teknik aynı zamanda statik durulamaların içeriği gibi yarı konsantreler için de prensipte uygundur. Burada, taşıma maliyetlerini azaltan ve aynı zamanda değerli malzeme içeriğini arttıran buharlaştırma ya da diğer derişim teknikleri ile sert çözeltilerin daha da yoğunlaştırılması faydalı olabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Korunumlu (yani parçalanamayan) meta metallerin geri kazanımı.
Malzemelerin atılması yerine tekrar-kullanılması.
Taze hammaddelerin tekrar-kullanılanlarla değiştirilmesi.

Çapraz ortam etkileri
Kurtarma işlemlerinde kullanılan salınımlar ve enerji.
Yeniden işlemeye uygun bir atık elde etmek için kullanılan kimyasal maddeler.

Çalışma verileri
Geri kazanım ve geri dönüşüm dengesini dikkate almanız önerilir. Örneğin, işlem çözeltisinde bazı süreç içi yeniden kullanım, az miktarda metali geri kazanabilir, ancak tesisin çamurundaki metal içeriği çevresel ve ekonomik geri kazanım kırılma noktasının altına azaltabilir. Daha sonra bertaraf edilen çamur hala geri kazanılmış olabilecek metalden daha fazla metal içerebilir.

Atık sistemi içindeki akışlar, metal içeriğine göre ayrı tutulursa, geri dönüşüm fırsatları tercih edilir. Uygulanan ayırma miktarı geri dönüşüm şirketlerinin gereksinimlerine bağlıdır.

Bakır, nikel, krom ve çinko düzenli olarak geri kazanılır. Bazı küçük miktarlarda değerli metaller, kalay, kurşun ve kadmiyum da ortaya çıkar. Sodyum ve kalsiyum, çökeltici kimyasallar olarak ortaya çıkar. Çamurlar, kıvam ve malzeme bileşiminde geri dönüşüm tesislerinin gereksinimlerini karşılayan, uygun ön- ve son-işlem tedbirleri ile üretilirse, yeniden kullanım teknik olarak mümkündür. Bu gereksinimler şunları içerir:

- kıvam ve su içeriği gibi fiziksel parametreler
- kullanılabilir metallerin en az içeriğini karşılama veya aşma
- kullanılabilir metallerin bir karışımını üretme
- geri dönüşüm sürecini etkileyen maddelerin en az içeriği.

Geri dönüşüm tesislerinin elektroliz çamuru kıvamı ve bileşimi için gereklilikleri, belirli geri dönüşüm işlemine bağlı olarak birbirinden büyük ölçüde farklılık gösterir ve duruma göre değerlendirmeyi gerektirir.

Uygulanabilirlik
Uygun yeniden kullanım seçeneklerinin varlığına ve çamur uygunluğuna bağlı olarak.
Örneğin, yüksek klorür içeriğine sahip geri kazanılmış krom oksitler, bazı işlemlerde kromun geri kazanımı için uygun olmayabilir.
Taşıma (geri dönüştürücüye olan uzaklık) ayrıca bir faktör olabilir.

Ekonomi
Durum bağımlı.
Genellikle tehlikeli olarak sınıflandırılan yüzey arıtma atıklarının bertarafı maliyeti.

Uygulama için itici güç
Tehlikeli atıkların bertaraf masraflarının artırılması.

Örnek tesisler
WRC Gmbh, Wurzen (Almanya)

Kaynak literatür
[104, UBA, 2003], [30, EC, 2003, 152, ESTAL, 2004, 155, EIPPCB], [89, EIPPCB,]

4.17.4 Kurum içi elektrolitik iyileşme

Bölüm 4.11.9'a bakınız.

4.18 Hava salınımı azaltma teknikleri

Bölüm 2, kaygılandırıcı salınımlara yol açan süreçleri tanımlar, örneğin: asitleme, belirli aşındırma işlemleri, parlatma, belirli kaplama tankları, vb. Havaya verilen tipik maddeler Bölüm 3.3.3'te açıklanmıştır. İşçilerin sağlığı ve güvenliği için genellikle yüzey arıtma tesislerindeki belirli salınımları sınırlamak gerekir: çevreye karşı toplam potansiyel salınım yükü değişmezken, gaz-ovalama gibi salınım azaltma teknikleri çapraz ortam etkilerine sahip olabilir (örneğin atık su ve enerji tüketimi). Salınımları önlemede iyi çevresel uygulama, iş sağlığı hedeflerine tamamlayıcı olabilir.

Rutubet ve / veya korozif duman miktarını en aza indirmek yaygın bir uygulamadır. Bu sadece çalışan sağlığını korumakla kalmaz aynı zamanda:

- iş parçalarını veya alttaşları depoda veya çeşitli işlem aşamalarında korur, bkz. Bölüm 4.3.1
- tesis altyapısını korur
- işlem detimindeki denetleme sistemlerini ve diğer hassas teçhizatları korur (bilgisayarlar, vb.).

[80, INRS, 104, UBA, 2003]

Bu önlemlerin bazıları veya tamamı birlikte kullanılabilir.

Çıkarılan havanın, çevreye zarar verebilecek malzemeler içerdiği durumlarda (Bölüm 2 ve 4'teki uygun süreçlerde tarif edildiği gibi), hava, Bölüm 2.13.3.4'te açıklanan seçeneklerle işlenebilir.

4.18.1 Katkı Maddeleri

Açıklama
Üretici verilerine göre, asitleme çözeltilerinde, asitleme katkı maddeleri kullanılarak nitrit iyonları ve Cr (VI) iyonlarının oluşumu önlenir. HF ve NOX salınımları da azaltılabilir, böylece çıkışa hava-yıkayıcısının kurulması gerekli olmaz.

Ayrıca, florlu katkı maddelerinin kullanılmasıyla krom kaplama tanklarından Cr (VI) aerosol salınımlarını azaltmak veya önlemek de mümkündür, ancak katkılar PFOS bazlıdır, bkz. Bölüm 1.4.4.4 ve Ek 8.2. Alkali aşındırma veya anotlamada oluşan aerosoller, yüzey aktif maddeler kullanılarak önlenebilir. Her iki işlem için de başarı ile kullanılan florlanmamış yüzey aktif maddeler vardır.

Elde edilen çevresel faydalar
Zararlı türlerin azaltılmış oluşumu, derişimlerini ve salınımlarını azaltır.
Zararlı sis veya aerosol oluşumunu önleme (özellikle Cr (VI) kaplama için).
Tehlikeli maddelerin havaya salınmasını en aza indirmek için yeterli bir köpük tabakası oluşturulabileceğinden, hava çeker gerekli olmayabilir.

Çapraz ortam etkileri
PFOS (poliflorlanmış oktil sülfonat) Cr (VI) buğularının bastırılması ve diğer uygulamalarda kullanılır. Zehirli, biyo-birikimli ve kalıcıdır (bkz. Ek 8.2).

Çalışma verileri
Katkı maddeleri ayrıca ürün kalitesini de artırabilir.

Uygulanabilirlik
Bakınız bireysel uygulamalar.
Ekonomi
Bazı durumlarda, hava çekere gerek kalmaz ve / veya çeker teçhizatının büyüklüğünü, karmaşıklığını ve maliyetini azaltmaya yetecek kadar düşük salınımlar elde edilebilir.

Uygulama için itici güç
Mesleki sağlık ve güvenlik mevzuatı ile salınım sınır değerleri.

Örnek tesisler

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 113, Avusturya, 2003, 159, TWG, 2004]

4.18.2 Hava çeker, kapaklar ve işlem teknikleri

Genel tanımlama
Bir askı veya tamburun daldırma süresi uzadığında veya banyolar kullanılmadığında tankların üstünü kapatmak, işyeri atmosferine ve daha sonra çevreye olan salınımları en aza indirir. Kapaklar kullanarak teknenin üstündeki hava boşluğunun kapanması, çekilecek ve işlenecek hava miktarını azaltır. Kapaklar için bazı seçeneklerin açıklaması bu bölümde verilmiştir ve bir örnek Şekil 4.33'te görülebilir.

Şekil 4.33 Tekne üzeri kapaklı ve hava-çekerli Askı hattı

Graindorge S.A. ve Agence de l'eau Seine-Normandie

Muhafaza çeşitli BREF'lerde tartışılmaktadır (Kaynak Literatürüne bakınız). Potansiyel salınım kaynaklarının üstünün kapatılması, salınım ve hava akış miktarını en aza indirir, buna rağmen hava akışı işlenmeye ihtiyaç duyabilir.

Kenar egzozları normalde endüstriyel sağlık ve güvenlik gereksinimlerini karşılamak için kullanılır ve çeşitli düzenlenmeleri Bölüm 4.18.3'te açıklanmıştır.

Kenar egzozu tarafından emilen egzoz havasının miktarı ve içerdiği kirletici maddelerin miktarı

aşağıdaki değişkenlerden etkilenir:

- tank büyüklüğü
- banyonun sürekli veya aralıklı çalışması
- banyo sıcaklığı
- ilgili kimyasalların fiziko-kimyasal özellikleri
- işyerinde sınıflandırma ve izin verilen derişim
- HF ve NOX gazları ve Cr (VI) aerosolleri salınımlarını azaltmak ve / veya önlemek için asitleme katkı maddeleri ile birlikte kullanılması
- salınım kontrol yöntemleri, vb.
- partiküllerin tipleri, boyutları ve yoğunluğu
- egzoz yuvaları ve kazanın yüzeyi arasındaki boşluk
- elektrolitik süreçlerdeki elektrik akımlarının gücü
- kullanılan banyo çalkalama tipi (hava, pompalanan devridaim akışı veya eğitimci gibi).

Çekilen egzoz havası ile yayılan kirleticiler, salınım standartlarına ulaşılmasının gerekli olduğu yerlerde aşağıdaki egzoz havası temizleme cihazları ile ayrılırlar:

- doldurma malzemeleri ve damlacık ayırıcıları olan egzoz hava-ovalayıcılar
- aşağıdaki bileşimlerde egzoz hava-ovalayıcılar:
  - o bir alkali-ovalayıcıda siyanür ve asit ayrımı
  - o asit-ovalayıcıda azot oksitler ve hidroflorik
  - o damlacık ayırıcılar ile Cr (VI) içeren egzoz havası
- Cr (VI) gibi aerosoller ve damlacıklar için kullanılan sis filtreleri
- daha sonra filtrelenebilen Cr (VI) gibi aerosoller ve damlacıklar için damlacık ayırıcılar
- siklonlar, elektrostatik çökelticiler veya filtreler (örnek olarak mekanik parlatma tozları için).

Bunlar, çeker sistemler için kimya sektöründe atık su ve atık gaz arıtımı ile ilgili BREF'de tanımlanmıştır.

Çözücülü yağ giderme işleminden gelen VOC'ler gibi organik çözücüler yayılır, bunlar çözücü kullanılan yüzey işlemi ile ilgili BREF'te tartışılır.

Endüstri genellikle küçük bir NOX kaynağı üretir. Başlıca kullanımlar asitlemede ve parlatmadadır ve katalitik indirgenme ihtiyacı olmadan tipik hava-ovalayıcı sistemlerindeki salınımları düşüktür (aşağıdaki Ekonomi ve Ek 8.12'ye bakınız).

Farklı sistemlerin bazı bileşimleri durumunda, yukarıda açıklanan egzoz havası arıtma önlemlerinde hafif sapmalar vardır.

Genel olarak elde edilen çevresel faydalar
Katkı maddeleri, gazların ve Cr (VI) aerosollerin oluşumunu azaltabilir ve asitleme asitlerinin ömrünü uzatabilir.

Kapaklar, havaya yayılan gaz ve aerosol miktarını azaltır.

Bölüm 3.3.3, damlacık ayırıcıları ve / veya karşı akışlı-ovalama kullanan basit çekici sistemler kullanılmasının normal hedef değerlere kolayca ulaştığını göstermektedir.

Diğer süreç önlemlerinin (katkı maddeleri ve kapaklar) salınımlar üzerindeki etkinliği için herhangi bir veri bulunmamaktadır.

Genel çapraz ortam etkileri
Havanın çekilmesi, güç tüketimi üzerinde üç şekilde önemli bir etkiye sahip olabilir:

- fanlar ve pompalara güç sağlamak için ek elektrik
- dış sıcaklıkların yaklaşık 12 ° C'nin altında olduğu çalışma dönemlerinde istenmeyen çalışma alanı havası kaybı. (Bu, Kuzey ve Orta Avrupa'da daha önemli olabilir)

- ek işlem, enerji girdisi gerektiren buharlaşmayı artırarak işlem çözeltilerinin istenmeyen soğutulması.

Katkı maddeleri sağlığa ve çevreye zararlı olabilir, bkz. Bölüm 1.4.4.4 ve Ek 8.2.

Genel Çalışma verileri
Çıkarılan havanın hacmini azaltmak ve enerji kayıplarını azaltmak için seçenekler aşağıda Bölüm 4.18.3'te tartışılmıştır.

Genel Uygulanabilirlik
Bu seçeneklerden bir veya daha fazlası tüm tesisler için uygundur.

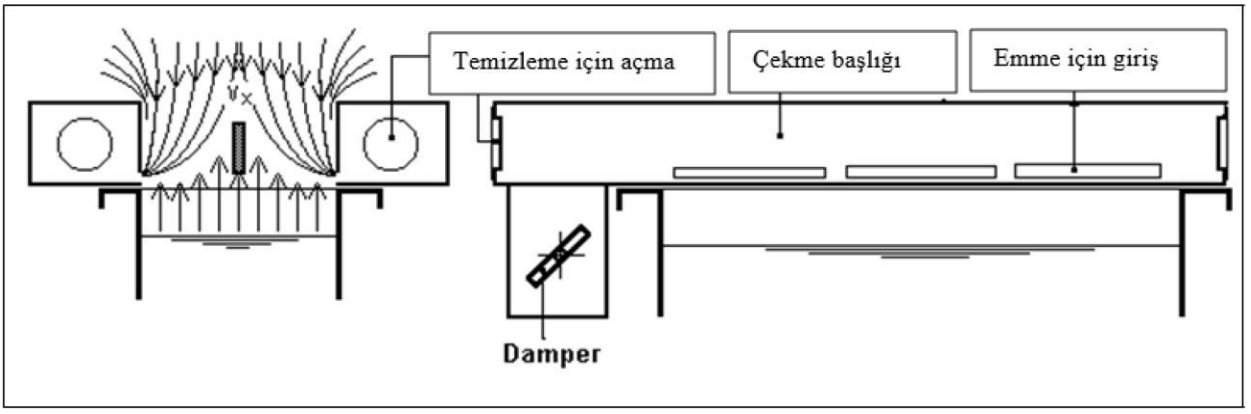
Genel Ekonomi
Bir bütün olarak NOX için katalitik indirgeme sistemi kurmak endüstri için uygun maliyetli değildir, bkz. Ek 8.12.

Uygulama için genel itici güç
İşyeri sağlığı ve güvenliği.

Kaynak literatür
[66, PPRC, 2003, 80, INRS, 104, UBA, 2003] [87, EIPPCB, EIPPCB, # 155, EIPPCB, # 86] [90, EIPPCB].

4.18.3 Çıkarılan hava hacminin azaltılması

Genel açıklama
En yaygın sistem, taşıma çubuklarının üzerinde yer alan kaplama askıları ve işleme teknelerinin üzerindeki kaplama tamburları için giriş alanına yanal olarak yerleştirilmiş olan çeker-ocakları kullanır, bkz. Şekil 4.34.



Şekil 4.34 Arıtma tankının üstünde duman çıkarımı örneği

Hava çekişlerin etkinliği, emme kapağından en uzak noktada bulunan buhar, duman veya aerosolleri yakalamak için gerekli olan minimum hava hızı (vx) ile belirlenir.

Burada vx değerleri, orta su buharları için 0.2 m^3 / s yakalama hızı ve sert krom kaplama çözeltilerinden aerosoller için 0.5 m^3 / s arasında değişmektedir.

Çıkarılacak havanın hacmi, işlem çözeltisinin serbest yüzey alanına bağlıdır.

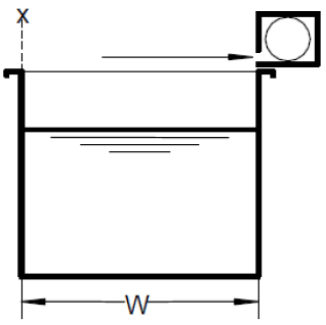
Aşağıdaki denklemlerle hesaplanabilir:

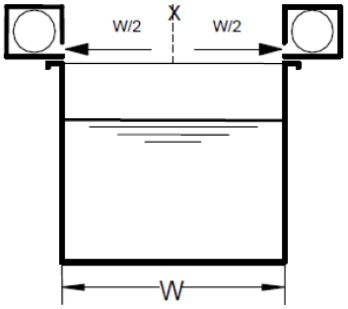
Tek-taraflı çekiş (W <0.5 m) V = 2 vx L W (W / L) 0.2

Çift-taraflı çekiş (W> 0,5 m) V = 2 vx L W (W / 2L) 0.2

V = hava çıkışı hacmi, m³
vx = x noktasında minimum hava hızı, m³ / s L
= metre cinsinden çekiş alanının uzunluğu W
= metre cinsinden çekiş alanının genişliği.

Tek-taraflı çekiş normalde W <0.5 m genişlikteki tanklar için kullanılır, bkz. Şekil 4.35 ve daha





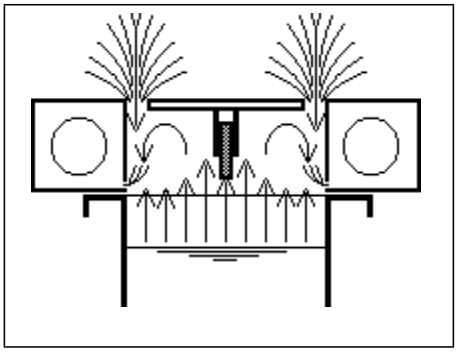
geniş tanklar için çift-taraflı çekiş (W> 0.5 m)kullanılır, bkz. Şekil 4.36.

Şekil 4.35 Tek-taraflı çekiş (W <0,5 m)

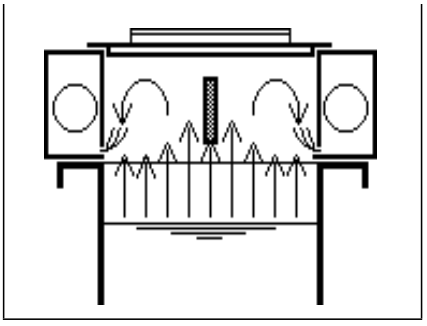
Şekil 4.36 Çift-taraflı çekiş (W> 0.5 m)

Çekilen havanın hacmini azaltmak için üç seçenek vardır:

(1) Tankların üstünde serbes yüzey alanının azaltılması
Şekil 4.37 ve Şekil 4.38, çıkarılan hava hacmini ve dolayısıyla enerji tüketimini en aza indirmenin farklı yollarını göstermektedir.



Şekil 4.37 Serbest yüzey alanını koruyan, taşıma çubuğuna sabitlenmip birlikte hareket eden kapak



Şekil 4.38 Taşıyıcı tarafından hareket ettirilip, çeker-ocak üzerindeki serbest yüzey alanını koruyan kapak

Şekil 4.37: Tehlikeli dumanlar veya aerosoller esas olarak işleme sırasında üretildiğinden, taşıma çubuğuna sabitlenmiş ve hareket ettirilen kapaklar, yüzey alanında bir azalma

olmaksızın, çekilen havanın hacmini %60-75 oranında azaltmak için uygun bir vasıtadır. .

Şekil 4.38: Bu kapaklar, herhangi bir zamanda buhar, duman veya aerosol üretilen yükleme ve boşaltma istasyonları dışındaki tüm işlem istasyonlarını kaplar. Çekiş oranı artışlarındaki azalma %90'dan fazla olabilir (bir Alman patentine tabidir). Bu sistemin önemli bir avantajı, bu kapakların, taşıyıcıda damlama tepsisi ile birlikte hareket ettikleri için, istasyonda herhangi bir sürücüye ihtiyaç duymamasıdır.
Askı ve tamburların işleme tankına girip çıktığı zaman, ayrı ayrı ve otomatik olarak açılıp kapanan tanklara menteşeli kapaklar, bir başka uygun fakat daha pahalı bir tasarıma sahiptir. Genellikle bu sistem, kapaklar açıldığında çıkarılan havanın hacmini otomatik olarak arttırmak için tasarlanmış bir cihazla birleştirilir. Çekiş hızında %90'a kadar bir azalma sağlanabilir.

(2) İtme-çekme sistemi
Bu yöntem, işlem banyosunun yüzeyi üzerinde bir hava akımı oluşturmak için tasarlanmıştır. Üfleme kanalının karşısında bir çeker-ocak ile çalışır. İşlem çözeltisinin yüzeyi hava akışını engelleyen herhangi bir çerçeve veya engele sahip olmamalıdır. Bu nedenle uygulanması oldukça sınırlı kalmaktadır.

(3) Kaplama hattının çevrelenmesi
Son zamanlarda, bazı tesislerde işlem kısmının tamamen ayrıştırılması sağlanmıştır. Kaplama hattı çevrelenip kapatılırken, tüm tesis operasyonları, tesis yönetim sistemleri ve yükleme / boşaltma istasyonları dışarıda yer alır; Bölüm 4.2.3'e bakınız. Çevrelenmiş alan içinde teçhizatın korozyona uğramasını önlemek için önemli miktarda hava akımı gerektiğinden, diğer tekniklerde ulaşılandan daha yüksek bir enerji tasarrufu beklenemez.

Elde edilen çevresel faydalar
Çekilen havanın hacminin azaltılması, enerji tüketimini ve gerekli her türlü arıtma işlemlerini, kimyasalları vb. Azaltır.

Uygulanabilirlik
Hava çeker kullanan tüm tesislerde enerji verimliliğine dikkat edilmesi gerekmektedir.
Tüm tesisler için işlem denetimi yapılabilir. Diğer seçenekler siteye özgü olacaktır.

İşlem hattının kapalı olduğu yerlerde, tesisin bakımı ve çözümleri daha karmaşık ve zaman alıcı olabilir. Bu tekniğin, güçlendirme yerine yeni tesislerde en etkili olması muhtemeldir.

Ekonomi
Vakaya-özel olmakla birlikte, çalışma tasarruflarının iki yılda geri ödeme yaptığı ve sermaye tasarrufları dahil edildiğinde ise bir yılda geri ödeme yaptığı aşağıdaki Örnek Tesise bakınız.

Uygulama için itici güç
İş yerinde sağlık ve güvenlik.

Örnek tesis
Bakınız Ek 8.9, Goodrich Aerospace Landing Gears Division, Tullahoma, Tennessee, ABD,

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 113, Avusturya, 2003]

4.18.4 Çekilen havanın işlenmesi

İşlem seçenekleri Bölüm 2.13.3'te açıklanmıştır.

4.18.5 Hava çeker denetim teknikleri

Açıklama
Hava tahliyesi, ilgili çözeltilerin çalışma süreleri boyunca ve ayrıca işlem çözeltileri tam olarak ısıtıldığında ve çalışırken olduğu gibi koşullar gerektirdiği zaman çalıştırılabilir. Hava çekiş sisteminin gerekmediğinde, özellikle dış hava sıcaklıkları düşük olduğunda ve / veya işyerinde soğutma veya ısıtmanın çalıştığı durumlarda çalıştırılmayabileceğine dikkat edilmelidir. Bu

doğrultuda zamanlayıcılar kurulabilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Enerji tasarrufu.

Uygulanabilirlik
Tüm tesisler için işlem denetimi yapılabilir.
Ekonomi

Uygulama için itici güç
Tasarruf.

Kaynak literatür
[3, CETS, 2002]

4.18.6 Çekilen havadan enerji geri kazanımı

Açıklama
Egzoz havası bir ısı değiştiriciden geçirilir. Sermaye yatırımı ve işletme maliyetleri çok yüksektir. Enerji geri kazanımından elde edilen tasarruflar, bu maliyetlerin sadece bir kısmından ibarettir, ekonomik yatırımlar da dahil olmak üzere tesisten önce yapılan bir fizibilite çalışması, sağlam yatırım olması için şarttır. Atık Su ve Atık Gaz Yönetim Sistemleri ve Çözücüler kullanılarak Yüzey İşlemleri BREF'lerinde daha fazla bilgi verilmektedir.

Elde edilen çevresel faydalar
Enerji geri kazanımı.

Çalışma verileri
Hava çeker kullanan tüm tesislerde enerji verimliliğine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Uygulanabilirlik
Bu enerji tasarrufu ölçüsü, büyük boyutlu tesislerde ve / veya büyük hacimlerde sıcak havanın çekilmesi gerektiğinden sınırlıdır.
Kaynak literatür
[3, CETS, 2002, 87, EIPPCB, 90, EIPPCB]

4.19 Gürültü yönetimi

Açıklama
Tesisten kaynaklanan gürültüyü azaltmak iyi bir uygulamadır, bu nedenle yerel toplum üzerindeki etkisi önemli değildir. Gürültü, elektroliz ile üretilen hidrojenin çıkarılması ve böylece bazı elektrolitik işlemlerle teknelerin üst kısmındaki patlamaların önlenmesi gibi yerinde (işlem sırasında) ortadan kaldırılabilir veya azaltılabilir. Teslimat taşımacılığı da yerelde bir etkiye sahip olabilir ve teslimatları azaltarak ve / veya teslimat sürelerini yöneterek denetim altına alınabilir.

Gürültü azaltma gereken yerlerde, mühendislik gürültü denetim önlemleriyle sağlanabilir. Bunlar büyük fanlara susturucuların takılması, yüksek veya ton gürültü seviyesine sahip teçhizatlar için uygulanabilir olduğu yerlerde akustik yalıtım kullanılması, vb. gibidir.

Etkili tesis çalışması, çıkş kapılarının kapanmasını içerir.

Elde edilen çevresel faydalar
Azaltılmış gürültü.

Çapraz ortam etkileri
Susturucuların kullanılması, basınç düşüşü arttıkça enerjide bir artışa yol açabilir.
Bölmeli kapıların kapatılması, iç havalandırma ve soğutma taleplerini artırabilir.

Çalışma verileri
Siteye özgü

Uygulanabilirlik
Yeni ve mevcut tesislere.
Ekonomi
Duruma özel, ancak genellikle geri ödeme yok. Kapalı işyeri kapıları ile artan havalandırma maliyeti.

Uygulama için itici güç
Gürültü şikayetlerinin önlenmesi. İş sağlığı mevzuatına uygunluk.

Örnek tesisler
SOFRA-PCB, Mennecy, Fransa.

Kaynak literatür
[19, Eurofer, 2003], [115, CETS, 2003].

5 MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER (MET)

Bu bölümü ve içeriğini anlarken, kullanıcı/okuyucu bu belgenin önsözüne ve özellikle de beşinci bölümüne dikkat etmelidir: 'Bu belge nasıl anlaşılabilir ve kullanabilir'. Bu bölümde sunulan teknikler ve ilgili tüketim ve/veya salınım seviyeleri veya seviye aralıkları, aşağıdaki adımları içeren yinelemeli (iteratif) bir süreçle ele alınmıştır:

- sektör için önemli çevre konularının belirlenmesi; metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri. Bunlar aşağıdakilerle ilgilidir:
  - yönetim sistemleri ve tesis yapımı
  - su ve hammadde kullanımı ve salınımları
  - tehlikeli maddelerin yerine geçebilen (ikame) maddeler
  - enerji kullanımı
  - faaliyetlerin bitmesiyle ilişkili saha kirlenmesi
- bu kilit konulara işaret eden en uygun tekniklerin incelenmesi
- Avrupa Birliği'ndeki ve dünyadaki mevcut veriler temelinde en iyi çevre başarım (performans) seviyelerinin belirlenmesi
- bu başarım seviyelerinin elde edildiği koşulların incelenmesi; maliyetler, çapraz-ortam etkileri ile tekniklerin uygulanmasında yer alan ana itici güçler örnek olabilir.
- yönergede 2(11) Madde ve Ek IV'e göre, bu sektörle ilgili genel anlamda tüketim ve/veya salınım seviyelerinin ve mevcut en iyi tekniklerin (MET) seçilmesi.

Avrupa IPPC Bürosu ve ilgili Teknik Çalışma Grubu (TWG) uzmanlarının görüşleri, bu adımların her birinde ve bilgilerin buradaki sunumları safhasında anahtar rol oynamıştır.

Bu değerlendirmeden yola çıkarak, mümkün olduğu kadar MET kullanımı ile ilişkin tüketim ve salınım seviyeleri ve teknikler bu bölümde sunulmuştur. Bunların bir bütün olarak sektöre uygun olduğu ve çoğu durumda mevcut başarımı yansıttığı düşünülmüştür. MET tanımı çerçevesinde maliyet ve avantajların dengesi göz önünde bulundurularak 'mevcut en iyi tekniklerle ilişkili' tüketim ya da salınım seviyelerinin sunulduğu durumlar için, tanımlanmış tekniklerin bu sektörde uygulanması sonucu ortaya çıkabileceği beklenen çevresel başarımı temsil ettiği anlaşılmalıdır. Bununla birlikte, bunlar ne tüketim ne de salınım sınır değerleri olur ve bu şekilde anlaşılmamalıdır. Bazı durumlarda, daha iyi tüketim veya salınım seviyeleri elde etmek teknik olarak mümkün olabilir, fakat söz konusu maliyetler ya da çapraz-ortam hususlarından ötürü, bunlar bir bütün şekilde sektör için MET olarak uygun görülmemektedir. Ancak, özel itici güçlerin olduğu daha belirgin durumlarda bu gibi seviyelerin kullanılması düşünülebilir.

MET kullanımı ile ilişkili tüketim ve salınım seviyeleri, belirtilen herhangi bir referans koşuluyla birlikte görülmelidir (örneğin; ortalama alma periyotları).

Yukarıda açıklanan 'MET ile ilgili seviyeler' kavramı, bu dokümanın başka yerlerinde kullanılan 'ulaşılabilir seviye' teriminden ayırt edilmelidir. Belirli bir tekniği veya tekniklerin bileşimini kullanarak bir seviyenin 'ulaşılabilir' olarak tanımlandığında, bu seviyenin, iyi çalıştırılan ve bakımlı bir kurulumda veya bu tekniklerin kullanıldığı süreçte önemli bir süre boyunca elde edilmesinin beklenebileceği anlaşılmalıdır.

Mümkün olduğunda, maliyetlerle ilgili veriler önceki bölümde sunulan tekniklerin açıklaması ile birlikte verilmiştir. Bunlar, söz konusu maliyetlerin büyüklüğü hakkında kabaca bilgi verir. Bununla birlikte, bir tekniğin uygulanmasının gerçek maliyeti, örneğin vergiler, ücretler ve ilgili kuruluşun teknik özellikleri gibi özel durumlara büyük ölçüde bağlı olacaktır. Yani, bu tür tesise özgü faktörleri tam olarak değerlendirmek, bu dokümanda mümkün değildir. Maliyetlerle ilgili verilerin yokluğunda, tekniklerin ekonomik uygulanabilirliği sonuçları mevcut tesisler üzerindeki gözlemlerden alınır.

Bu bölümde genel MET'in, mevcut bir tesisin başarımını yada yeni bir tesis için verilen teklifi

değerlendirmek için bir referans noktası olması amaçlanmıştır. Bu durumda, tesisler için uygun "MET-bazlı" koşulların belirlenmesine veya Madde 9 (8) kapsamındaki genel bağlayıcı kuralların oluşturulmasında yardımcı olunabilir. Yeni tesislerin burada sunulan genel MET seviyelerinde yada daha iyi başarım gösterecek şekilde tasarlanabileceği öngörülmektedir. Mevcut tesislerin genel MET seviyeleri yada daha iyi seviyeler doğrultusunda geliştirilebileceği konusu, her safhadaki tekniklerin ekonomik ve teknik uygulanabilirliğine bağlı olduğu da düşünülmektedir.

MET referans belgeleri, yasal olarak bağlayıcı standartlar belirlemezken, belirli teknikler kullanıldığında ulaşılabilir tüketim ve salınım seviyeleri hakkında endüstriye, üye devletlere ve topluma yol gösterici bilgi verilmesi bakımından önemlidir. Herhangi bir özel durum için uygun sınır değerlerin, IPPC Yönergelerinin ve yerel unsurların amaçları dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir.

Aşağıda özetlenen MET, aksi belirtilmedikçe, mevcut ve yeni tesislere uygulanabilir. Bununla birlikte, bir tekniğin uygulanabilirliği, küçük tesislerde daha yüksek nispi maliyet, bazı tekniklerdeki sınırlamalar, eldeki mevcut alan ve altyapı (atık su arıtma tesisleri vs.) gibi dikkate alınması gereken diğer faktörler tarafından da yönlendirilir.

Bu dokümanın kullanıcılarına/okuyucularına yardımcı olacak bazı önemli konular
Bu belgenin hazırlanması sırasında, önemli çevresel konular göz önünde bulundurulduğu zaman birçok önemli konu ortaya çıkmıştır:

- sektör, faaliyetlerin büyüklüğü ve kapsamı yönünden karmaşık olsa da, aynı anahtar çevresel konular hepsi için geçerlidir. Bu sorunları ele almak için uygulanan teknikler de geniş kapsamlı ve genellikle esnektir. Bu nedenle, bölüm, genel ve belirli faaliyetlere özgü olan MET'ler olarak ikiye ayrılmıştır.
- Sıradışı durumlarda, genel MET bazı belirli faaliyetler için geçerli değildir ki bunlar ayrıca değerlendirilir.
- Bu bölümle bağlantılı olarak 4. Bölümü okumanız tavsiye edilir, Bölüm 4'teki kaynaklar bu bölüme de dahil edilmiştir.

Bu bölümde verilen MET ile ilişkili tüketim ve salınım seviyelerini veya aralıkları yorumlarken, kullanıcının/okuyucunun aşağıdakileri anlaması önemlidir:

- Tüketim veya salınım aralıkları salınım sınır değerleri ile aynı değildir (bu bölümün girişine bakınız).
- AB-25 ülkelerinde, ELV'ler (salınım sınır değerleri) farklı şekillerde belirlenmiş ve uygulanmıştır.
- Belirli bir tesis için, tüketim veya salınım aralığındaki bir salınım seviyesinin düşürülmesi, genel olarak MET'i (maliyetler ve çapraz-medya etkileri göz önüne alındığında) temsil edemez ve MET ler arasında ters etki olabilir, yani birindeki azalma diğerini artırabilir. Bu nedenlerden dolayı, bir tesis tüm parametreler için aralıkların en düşük seviyelerinde çalışmayabilir.

5.1 Genel MET

5.1.1 Yönetim teknikleri

Çevre yönetimi, temizlik ve bakım sistemleri

Çevresel başarımın sürekli iyileştirilmesi ile ilgili teknikler vardır. Bunlar, bir tesisin optimum (en uygun) verimliliği için tasarımı, yapılışı, işletilmesi ve bakımı hususundaki iyi uygulamalarla yakından bağlantılıdır. Bu teknikler, toprak altı dahil, çevresel salınımların iyileştirilmesinde önemli rol oynayan MET seçeneklerinin tanımlanmasını, benimsenmesini ve uygulanmasını sağlamak için bir çerçeve sunar. Aslında, temizlik/bakım/yönetim teknikleri genellikle salınımları önlemeye yöneliktir.

Bir takım yönetim teknikleri MET olarak belirlenir. Sistemin kapsamı (örn. detay seviyesi) ve doğası (yani EMS için standartlaştırılmış olsun ya da olmasın gibi) genellikle tesisin niteliği, boyutu, karmaşıklığı ve çevresel etkilerin aralığı ile ilintili olabilir.

5.1.1.1 Çevre yönetimi

MET, özgün şartlara uygun olarak aşağıdaki özellikleri içeren bir Çevre Yönetim Sistemi (EMS) çerçevesinde uygulamaktır: (bkz. Bölüm4.1.1):

- yetkin (üst) yönetim tarafından tesis için bir çevre politikasının tanımlanması (yetkin yönetimin taahhüdü, EMS'nin diğer özelliklerinin başarılı bir şekilde uygulanması için bir ön koşul olarak kabul edilir)
- gerekli işlemleri planlamak ve kurmak
- işlemlerin uygulanması sırasında aşağıdakiler özellikle dikkate alınır:
  - yapılandırma ve sorumluluk
  - eğitim, farkındalık ve yeterlik
  - iletişim
  - çalışan katılımı
  - belgelendirme
  - verimli süreç kontrolleri
  - bakım programları
  - acil durum hazırlık ve uygulaması
  - çevre mevzuatına uygunluğun korunması
- başarım sınaması ve düzeltici önlem alma sırasında özellikle dikkat edilecekler:
  - izleme ve ölçüm (salınımların İzlenmesi ile ilgili Referans belgesine de bakınız)
  - düzeltici ve önleyici eylem
  - kayıtların bakımı
  - çevresel yönetim sisteminin planlı düzenlemelere uyup uymadığını ve düzgün bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını belirlemek için iç denetim (uygunsa bağımsız).
- yetkin (Üst) yönetim tarafından gözden geçirme.

Yukarıda belirtilen adımları tamamlayabilen ek üç özellik daha, destekleyici önlemler olarak kabul edilir. Ancak, onların yokluğu genellikle MET ile tutarsız değildir. Bu üç ek adım şunlardır:

- yönetim sistemi ve denetim süreçlerinin akredite edilmiş bir belgelendirme kuruluşu veya harici bir EMS denetmeni tarafından incelenip onaylanması
- çevre amaçları ve hedefleri ile sektörel ölçütlere göre yıldan yıla karşılaştırmaya olanak tanımak için tesisin tüm önemli çevresel yönlerini tanımlayan düzenli bir çevre bildiriminin hazırlanması ve yayınlanması (muhtemelen harici hakeme göndererek),
- EMAS ve EN ISO 14001: 1996 gibi uluslararası kabul görmüş bir gönüllü sistemine bağlılık ve uygulanması. Bu gönüllü adım, EMS'ye daha yüksek güvenirlilik verebilir. Özellikle yukarıda belirtilen tüm özellikleri kapsayan EMAS, daha yüksek güvenilirlik sağlar. Bununla birlikte, standartlaştırılmamış sistemler de, prensipte, düzgün bir şekilde tasarlanıp uygulandıklarında sürece eşit derecede etkili olabilirler.

Özellikle bu endüstri sektörü için, EMS'nin aşağıdaki potansiyel özelliklerini dikkate almak önemlidir:

- yeni bir tesis tasarlama aşamasında çalıştırma ve en sonunda ünitenin hizmet dışı bırakılması kaynaklı çevresel etki.
- temiz teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanılması
- uygulanabilir olduğunda, enerji verimliliği ve enerji tasarrufu, su verimliliği ve su tasarrufu, hammadde kullanımı ve girdi malzemeleri seçimi, havaya salınım, suya boşaltım ve atık üretimi dahil olmak üzere düzenli olarak sektörel kıyaslamanın uygulanması.

5.1.1.2 Temizlik ve bakım

İşçilerin belirli çevresel riskleri en aza indirmek için almaları gereken önleyici eylemleri ve eğitimi içeren bir temizlik ve bakım programını uygulamak MET'dir (bkz. Bölüm 4.1.1 (c) ve 4.1.1.1.).

5.1.1.3 Tekrar çalışmanın etkilerini en aza indirme

Müşteri ve işletmeci tarafından müşterek olarak kalite kontrolünün ve işlem koşullarının düzenli yeniden gözden geçirilmesini gerektiren yönetim sistemleri kullanılarak tekrarlanan işlemlerin çevresel etkilerini en aza indirmek MET'dir (bkz. Bölüm 4.1.2). Bu aşağıdakiler tarafından yapılabilir:

- şartların sağlanması:
  - doğru ve güncel
  - mevzuat ile uyumlu
  - uygulanabilme
  - ulaşılabilme
  - müşterinin talep/gereksinimlerini karşılamak için uygun şekilde ölçülebilme
- uygulama öncesi hem müşteri hem de kullanıcının birbirlerinin süreç ve sistemlerinde önerilen değişiklikleri tartışması
- sistemi kullanacak operatörlerin eğitimi
- müşterilerin süreçteki sınırlamalardan ve elde edilen yüzey işleminin özelliklerinden haberdar olmalarının sağlanması.

5.1.1.4 Tesisin karşılaştırılması

Tesisin başarımının sürekli olarak izlenmesini ve yanısıra dış kriterlere göre de karşılaştırılmasını sağlayan karşılaştırma ölçütleri (veya referans değerleri) oluşturmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.1.3). Verilerin bulunduğu bu bölümde, özgün faliyetler için kıyaslamalar verilmiştir. Karşılaştırma için temel alanlar şunlardır:

- enerji kullanımı
- su kullanımı
- hammadde kullanımı.

Türüne göre bütün yararlı girdilerin kullanımının kaydı ve izlenmesi: bunlar kaynağa ve birim maliyetine bakılmaksızın elektrik, gaz, LPG ve diğer yakıtlar ile su içerir, bkz. Bölüm 4.1.1 (j) ve 4.1.3. İster saat, ister vardiya, ister hafta, ister metrekare iş hacmi veya başka bir ölçü vb. olsun kayıtların süresi ve detayı, sürecin büyüklüğüne ve tedbirin göreceli önemi doğrultusunda olamalıdır.

Ölçütlere karşı girdilerin (hammaddeler ve hizmetler) kullanımını sürekli olarak en uygun duruma getirmek MET'tir. Verileri işleyen sistem şunları içerecektir:

- verileri değerlendirmek ve harekete geçmekle sorumlu kişi veya kişileri belirleme
- normal başarımdan sapma durumunda kullanıcıların hızlı ve etkin biçimde uyarılmasını

da kapsayan, fabrika başarımından sorumlu kişilerin bilgilendirilmesi için yapılanlar
- başarımın neden değiştiğini veya harici karşılaştırmalar ile niçin uyuşmadığını belirlemek için yapılan diğer incelemeler.

5.1.1.5 İşlem hattı optimizasyonu ve denetimi

Seçilen iyileştirme seçeneklerine yönelik kuramsal girdileri ve çıktıları hesaplayarak ve gerçekte elde edilenlerle kıyaslayarak bireysel faliyetleri ve işlem hattını en uyun (optimize) duruma getirmek MET'dir, bkz. Bölüm 4.1.4.

Karşılaştırmadan, endüstri verilerinden, bu belgedeki tavsiyelerden ve diğer kaynaklardan elde edilen bilgiler kullanılabilir. Hesaplamalar elle yapılabilir, ancak yazılımla bu daha kolay olur.

Otomatik hatlar için, gerçek zamanlı işlem denetimi ve optimizasyonu kullanmak MET'dir, bkz Bölüm 4.1.5.

5.1.2 Tesis tasarımı, inşaatı ve işletimi

Bu sektördeki işlem hatları kimyasalların depolanması ile iç içedir ve MET'in referans dokümanı Depolama için ilgili teknikleri içermektedir [23, EIPPCB, 2002]. Kirlilik önlemi doğrultusunda tehlikelerin ve oluşma yollarının tanımlanması, tehlike potansiyelinin basit sıralaması ve üç adımlı bir eylem planı uygulanması yoluyla kirliliğin önlenmesi için bir tesis tasarlamak, inşa etmek ve işletmek MET'dir (bkz. Kısım 4.2.1):

Adım 1:
- yeterli yapı (fabrika) boyutlarına izin verme
- su geçirmez bariyerler kullanmak için uygun malzemeler belirlemek herhangi bir kimyasal dökülme riski için uygun alanlar tespit edilerek tanımlama ve içerme.
- işlem hatlarının ve bileşenlerinin (geçici ve seyrek kullanılan ekipman dahil) kararlılığını sağlama.

Adım 2:
- riskli malzemeler için kullanılan depolama tanklarının, çift cidarlı tanklar gibi üretim teknikleri kullanılarak veya korunaklı alanlarda konumlandırılarak korunmasını sağlama.
- işlem hatlarında kullanılan tankların korunaklı bir alanda olmasını sağlama
- çözeltilerin tanklar arasında pompalandığı yerlerde, doldurulacak tankların pompalanacak miktar için yeterli büyüklükte olduğundan emin olma
- bir sızıntı tanımlama sistemi bulunduğundan yada bakım programının bir parçası olarak korunaklı alanların düzenli olarak kontrol edilmesinden emin olma.

Adım 3:
- düzenli denetim ve test programları
- potansiyel kazalar için aşağıdakileri içeren acil durum planları:
  - önemli büyük olay planları (sitenin büyüklüğüne ve yerine uygun)
  - kimyasal ve petrol dökülmeleri için acil durum kılavuzları
  - korunma araçları denetlenmesi
  - dökülme sonucu ortaya çıkan atıklarla mücadele için atık yönetimi kuralları denetimi
  - uygun teçhizatın belirlenmesi ve düzenli denetlenmesi ve çalışır durumda olmasının sağlanması
  - personelin çevresel farkındalık ve dökülmelerle ve kazalarla başa çıkacak şekilde eğitildiğinden emin olma
  - ilgili kişilerin görev ve sorumluluklarının belirlenmesi.

5.1.2.1 Kimyasal madde ve iş parçalarının/alttaşların depolanması

Depolama referans belgesindeki [23, EIPPCB, 2002] genel konulara ek olarak, aşağıdaki konular bu sektöre özel MET olarak tanımlanmıştır (bkz. Bölüm 4.2.2):

- asitleri ve siyanürleri ayrı ayrı depolayarak serbest siyanür gazı üretilmesini engelleyin
- asitleri ve alkalileri ayrı olarak saklayın
- yanıcı kimyasalları ve oksitleyici maddeleri ayrı ayrı depolayarak yangın riskini azaltın
- rutubetli ortamda kendiliğinden yanıcı kimyasalları kuru koşullarda ve oksitleyicilerden ayrı depolayarak yangın riskini azaltın. Yangınla mücadelede su kullanımını önlemek için bu kimyasalların depolama alanını işaretleyin
- toprak ve su çevrelerinin kimyasal madde dökülmesi ve sızıntılarından kirlenmesini önleyin
- depolama tanklarının, boru tesisatlarının, dağıtım hatlarının ve kontrol sistemlerinin korozif kimyasallar ve dumanlarından ötürü korozyona uğramasından kaçının yada engelleyin.

Fazla işlemeleri en aza indirmek için, depolamadaki metal iş parçalarının/alttaşların (bkz. Bölüm 4.3.1) bozulmasını önlemek adına aşağıdakilerden biri veya bir bileşiminin kullanılması MET'dir:

- depolama süresini kısaltmak
- nem, sıcaklık ve ortam bileşimini kontrol ederek depolama atmosferinin aşındırıcılığını kontrol etmek
- korozyon önleyici kaplama veya korozyon önleyici ambalaj kullanmak.

5.1.3 Süreç çözeltilerinin çalkalanması

İş yüzleri üzerinde yeni bir çözelti hareketi sağlamak için işlem çözeltilerinin çalkalanması bir MET'dir (*bkz*. Bölüm 4.3.4). Bu aşağıdakilerin biri veya bir bileşimi ile elde edilebilir:

- hidrolik türbülans
- iş parçalarının mekanik çalkalanması
- düşük basınçlı hava karıştırma sistemleri:
  - özellikle malzemenin geri kazanımı ile kullanıldığında havanın buharlaşarak soğumaya yardımcı olduğu çözeltilerde (bkz. Bölüm 5.1.4.3'e)
  - anotlama işleminde
  - yüksek kalite elde etmek için yüksek türbülans gerektiren diğer süreçlerde
  - katkı maddelerinin oksitlenmesini gerektiren çözeltilerde
  - reaktif gazların (hidrojen gibi) giderilmesi gerektiğinde kullanılır.

Düşük basınçlı hava ile çalkalama/karıştırma için (ing. *low pressure air agitation*) aşağıdaki kullanılanlar MET değildir:

- buharlaşmadan kaynaklanan soğutma etkisinin enerji talebini artırdığı ısıtılmış çözeltiler
- karbonat oluşumunu arttırdığı için siyanür çözeltileri
- havaya salınımı arttıracağı şüpheli maddeleri içeren çözeltiler (*bkz*. Bölüm 5.1.10).

Yüksek enerji tüketimi nedeniyle yüksek basınçlı hava ile çalkalama yapmak MET değildir.

5.1.4 Yararlı girdiler: enerji ve su

Yardımcı programların karşılaştırılması MET'dir (bkz. Bölüm 5.1.1.4). Su kullanım verimliliği için MET, Bölüm 5.1.5 ve 5.1.6'da ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

5.1.4.1 Elektrik - yüksek voltaj ve büyük akım talepleri

Yüksek gerilimleri ve yüksek akım taleplerini yönetmeye yönelik önlemler Bölüm 4.4.1'de açıklanmıştır. Elektrik tüketimini aşağıdakiler yöntemlerle azaltmak MET'dir:

- gerilim ve akım tepe noktaları arasındaki gerilimin sürekli olarak 0,95'in üzerinde kalmasını sağlamak için üç fazlı beslemenin tümünün yıllık aralıklarla sınanarak reaktif enerji kayıplarını en aza indirme.
- doğrultucular ve anotlar (ve bobin kaplamasında iletken rulolar) arasındaki mesafeyi en aza indirerek, iletkenler ve konektörler (bağlantılar) arasındaki voltaj düşümünü azaltma. Doğrultucuların, anotların hemen yakınına yerleştirilmesi her zaman gerçekleştirilemez veya doğrultucuların korozyon ve/veya bakım gerektirmesine neden olabilir. Alternatif olarak, daha büyük kesit alanına sahip baralar (çubuklar) kullanılabilir
- yeterli kesit alanına sahip baraları kısa tutma ve hava soğutmanın yetersiz olduğu yerlerde su soğutması kullanarak soğutma.
- mevcut ayarı optimize etmek için kontrollü bara ile bireysel anot beslemesini kullanma
- elektrik sistemindeki doğrultucuların ve kontakların (baralar dahil) düzenli olarak bakımını yapma
- eski doğrultuculara göre daha iyi dönüşüm faktörü olan modern elektronik denetimli doğrultucular yerleştirme
- çözelti bakımı ve katkı maddeleri yoluyla süreç çözeltilerinin iletkenliğini artırma (bu, bölüm 5.1.5.3, 5.1.5.3.1 ve 5.1.6.1 ile optimize edilmelidir)
- teknolojinin mevcut olduğu durumda metal biriktirmeyi iyileştirmek için değiştirilmiş dalga biçimleri (örneğin, darbe, ters) kullanma.

5.1.4.2 Isıtma

Farklı ısıtma teknikleri Bölüm 4.4.2'de açıklanmıştır.

Elektrikli daldırma ısıtıcılar veya bir tanka doğrudan uygulanan ısıtma kullanıldığında, tankın otomatik yada manuel izlenerek kurumasını engelleyerek yangınları önlemek MET'tir.

5.1.4.3 Isıtma kayıplarının azaltılması

Isıtma kayıplarını aşağıdakiler ile azaltmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.4.3):

- ısı geri kazanımı için fırsatlar aramak
- bölüm 4.4.3 ve 4.18.3'te açıklanan tekniklerden biri ile ısıtılmış çözeltiler boyunca çıkarılan hava miktarının azaltılması
- işlem çözeltisi bileşimini ve çalışma sıcaklık aralığını optimize etmek. Süreçlerin sıcaklığını izleme ve bu optimize işlem aralığı içinde denetleme, bkz. Bölüm 4.1.1, 4.1.3 ve 4.4.3.
- aşağıdaki tekniklerden biri veya daha fazlası kullanılarak ısıtılmış çözelti tanklarının yalıtılması:
    - çift cidarlı tanklar kullanmak
    - ön izolasyonlu tanklar kullanmak
    - yalıtım uygulamak
    - ısıtılmış tankların yüzeyini, örneğin küre yada altıgen şekilli yüzer yalıtım parçaları kullanarak yalıtmak. Aşağıdaki durumlarda uygulanamaz:
        - raflar üzerindeki iş parçaları küçük, hafif ve yalıtım uygulandığında yer değiştirebilir
        - iş parçaları, yalıtım parçalarını yakalayacak kadar büyüktür (araç gövdesi gibi)
        - yalıtım parçaları, tanktaki işlemleri maskeleyebilir veya başka şekilde etkileyebilir.

Buharlaşmanın enerji talebini artırdığı ısıtılmış işlem çözeltilerinde hava çalkalamasının kullanılması MET değildir (bkz. Bölüm 5.1.3).

5.1.4.4 Soğutma

Soğutma, Bölüm 4.4.4'te açıklanmıştır. Aşağıdakiler MET'dir:

- işlem çözeltisi bileşimini ve çalışma sıcaklığı aralığını optimize ederek aşırı soğutmayı önleme. Süreçlerin sıcaklığını izleme ve bu optimize işlem aralığı içinde denetleme, bkz. Bölüm 4.1.1 ve 4.1.3
- yeni veya yedek (ikame) soğutma sistemleri için kapalı soğutma sistemi kullanma
- aşırı enerjiyi işlem çözeltilerinden aşağıdaki durumlar çerçevesinde buharlaştırarak giderme (bkz. Bölüm 4.7.11.2)
  - tamamlama kimyasalları için çözelti hacmini azaltmaya ihtiyaç olur
  - süreçteki su ve malzeme boşaltımlarını en aza indirmek için buharlaşma, kademeli ve/veya azaltılmış suyla durulama sistemleriyle birleştirilebilir (bkz. Bölüm 5.1.5.4 ve 5.1.6).
- zorlamalı buharlaşmanın ek soğutmadan daha düşük enerji gereksinimi olduğunun enerji dengeleme hesapları ile gösterildiği yerde, soğutma sistemine tercihen çözelti kimyasının kararlı olduğu bir buharlaştırıcı sistemi kurmak (bkz. Bölüm 4.7.11.3).

Lejyonella/istenmeyen bakteri oluşumu ve iletimini önlemek için açık soğutma sistemlerini tasarlamak, kurmak ve bakımını yapmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.4.4.1).

Yerel su kaynaklarının izin verdiği veya suyun yeniden kullanılabileceği yerler dışında, bir seferlik su soğutma sistemlerinin kullanılması MET değildir (bkz. Bölüm 4.4.4.1).

5.1.5 Su ve malzeme atıklarının en aza-indirilmesi

Bu sektörde, çoğu hammadde kaybı atık sularda meydana gelmektedir, bu nedenle su ve hammadde kayıplarının en aza indirilmesi aşağıdaki bölümlerde birlikte ele alınmaktadır.

5.1.5.1 Süreç-içi suyun en aza-indirilmesi

Aşağıdakiler ile su kullanımının en aza indirilmesi MET'dir:

- gerekli olan kullanım ve denetim bilgileri ışığında bir tesisattaki tüm su ve malzeme kullanım noktalarının izlenip, bilgileri düzenli olarak kaydedilmesi (bkz. Bölüm 4.4.5.2). Bilgiler karşılaştırma ve çevre yönetim sistemi için kullanılır, bkz. Bölüm 5.1.1.4.
- Bölüm 4.10'a atıflı ve Bölüm 4.4.5.1, 4.7.8, 4.7.12'de açıklanan tekniklerden biri ile durulama çözeltilerinden su geri kazanılması ve geri kazanılan suyun kalitesine uygun bir işlemde yeniden kullanılması (bkz. Bölüm 5.1. 5.1)
- ardışık işlemlerde uyumlu kimyasallar kullanarak işlemden işleme geçerken durulama ihtiyacından kaçınılması (bkz. Bölüm 4.6.2).

5.1.5.2 İçe-sürüklenme (sızma) azaltılması

Bir eko-durulama (ekolojik durulama) (veya ön daldırma) tankı kullanarak önceki durulama işleminden fazla suyun içe-sürüklenmesini azaltmak için yeni hatlar veya iyileştirmeler yapılması MET'dir, bkz. Bölüm 4.5. Partikül oluşumu, filtreleme ile istenen kalite seviyesine kadar kontrol edilebilir.

Bu ayrıca, diğer dışa-sürüklenme ve durulama teknikleriyle birlikte, dışa-sürüklenmeyi de azaltmaya yardımcı olur (bkz. Bölüm 4.7.4, 4.7.11, 4.7.12 ve 5.1.5.3).

Eko-durulama (ön-daldırma) şu durumlarda kullanılamaz:

- sonraki süreçlerde sorunların ortaya çıkması durumunda (parçalı kimyasal ön-kaplama gibi)

- taşıma bantlarında bobbin (şerit) kaplama veya makaradan makaraya hatlarda
- aşındırma veya yağ giderme ile
- artan kalite sorunları nedeniyle nikel hatlarında
- malzeme alttaştan çıkarıldığı (ekleme yok) için anotlamada.

5.1.5.3 Dışa-sürüklenme azaltılması

İşlem çözeltisinden malzemelerin dışa-sürüklenmesini en aza indirmek için, bu Bölüm ile Bölüm 5.2.2, 5.2.3 ve 5.2.4'de açıklanan tekniklerden bir veya daha fazlasını kullanmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.6).

İstisnalar şunlardır:

- alternatif MET'in uygulanması nedeniyle bunun gerekli olmadığı durumlarda:
  - sıralı kimyasal sistemlerin uyumlu olduğu yerlerde (bkz. Bölüm 5.1.5.1)
  - eko-durulamadan sonra (ön-daldırma, bakınız Bölüm 5.1.5.2)
- aşağıdakiler için yüzeydeki tepkimenin hızlı durulama ile durdurulması gerektiğinde: (Bunlar Bölüm 5.1.5.4'de verilen durulama oranındaki azaltma ile aynıdır.)
  - altı değerlikli krom pasivasyonu
  - alüminyum, magnezyum ve alaşımlarının aşındırılması, parlatılması ve yalıtımı
  - zinkat (çinko asidi) daldırma
  - asitleme (asitle temizleme)
  - plastik aktifleştirirken ön-daldırma
  - krom kaplama öncesinde aktifleştirme
  - alkali çinkodan sonra renk parlatması
- nikel kaplama ve ardından krom kaplama gibi ardışık işlemler arasında bir gecikmenin yüzeydeki aktivasyonun yok olması ya da hasar oluşmasına neden olduğu yerde, boşaltma süresi için.

5.1.5.3.1 Viskozitenin Azaltılması

Süreç çözeltisi özelliklerini optimize ederek viskoziteyi azaltmak MET'dir (Bkz. Bölüm 4.6.5):

- kimyasal derişimi düşürmek veya düşük-derişimli işlemler kullanmak
- ıslatıcı maddeler eklemek
- işlem kimyasallarının önerilen değerleri aşmamasını sağlamak
- sıcaklığın işlem aralığına ve gereken iletkenliğe göre optimize edilmesi.

5.1.5.4 Durulama

Birden fazla durulama kullanarak su tüketimini azaltmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.7.10).

Eko-durulama (ön daldırma, bkz. Bölüm 5.1.5.2), çoklu durulama sisteminin etkinliğini arttırmak için diğer durulama aşamalarıyla birleştirilebilir, bkz. Bölüm 4.7.11.

Su kullanımının en aza indirilmesi için bir MET kombinasyonu kullanılarak işlem hattından boşaltılan suyun referans değeri 3 - 20 L/m^2/durulama adımıdır (durulama adımı başına 3-20 L/m^2). Durulama aşamaları ve hesaplama Bölüm 4.1.3.1'de açıklanmıştır. Bu değer, münferit tesislerde diğer çıkış değişkenleri (biriken metalin ağırlığı, kullanılan alttaş ağırlığı, vb.) ile ilişkili olarak hesaplanabilir. Aralığın alt ucuna yönelik değerler, Bölüm 4.7 ve 4.10'da açıklanan teknikler kullanılarak yeni ve mevcut tesisler tarafından sağlanabilir.

Püskürtme teknikleri (bkz. Bölüm 4.7.5) bu aralığın alt ucunu elde etmek için önemli tekniklerdir.

PCB tesisleri genellikle bu aralığın üzerindedir ve değeri 20 - 25 L/m^2/durulama adımı veya daha yüksek olabilir. Bununla birlikte, hacimdeki düşüşler yüksek kalite gereksinimleriyle sınırlanabilir.

Durulama suyunu ilk durulamadan işlem çözeltisine geri döndürerek işlem malzemelerini korumak MET'dir (bakınız Bölüm 5.1.6.3, Bölüm 5.1.6.1).

Su salınımının sözkonusu aralıkların alt sınır değerlere doğru azaltılması, aşağıdakilerin çözeltideki derişimlerinden ötürü yerel çevresel nedenlerle sınırlanabilir:

- bor
- florür
- sülfat
- klorür

Artan enerjinin ve bu maddeleri işlemek için kullanılan kimyasalların karmaşık -ortam etkilerinin azaltılması, su salınımını aralığın alt sınırlara indirmenin getirisi daha fazla olur.

Su tüketimini azaltmak için bu MET'in istisnaları şunlardır:

- yüzeydeki tepkimenin hızlı seyreltme ile durdurulması gerektiğinde:
  - altı değerlikli krom pasivasyonu
  - alüminyum, magnezyum ve alaşımlarının aşındırılması, parlatılması ve yalıtımı
  - zinkat daldırma
  - asitle-soyma
  - plastik aktifleştirirken ön daldırma
  - krom kaplama öncesinde aktifleştirme
  - alkali çinko sonrası renkli parlatma banyoları
- çok fazla durulama nedeniyle kalite kaybının olduğu yerler (hariç ; Bölüm 5.1.5.3'e uygulanamaz).

5.1.6 Malzeme geri kazanımı ve atık yönetimi

MET şunlardır:

- önleme
- azaltma
- yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım.

Bunlarda, tüm madde kayıplarının önlenmesi ve azaltılması önceliklidir. Hem metallerin hem de metal olmayan bileşenlerin birlikte kaybı, üretim süreçlerinde MET kullanılarak engellenebilir veya önemli ölçüde azaltılabilir (bkz. aşağıdaki bölümler ve Bölüm 4.6, 4.7, 4.7.8, 4.7.10), 4.7.11 ve 4.7.12).

Çamurdaki metaller saha dışında geri kazanılabilir.

TWG, Bölüm 3.2.3'de verilen malzeme verimliliğini ve bu Bölüm 5.1'de belirtilen çeşitli tekniklerle ilişkili bazı süreçler için Tablo 5.1'de verilen seviyeleri dikkate almıştır.

Tablo 5.1: Süreç içi malzeme verimlilik seviyeleri

Süreç	Süreçte malzeme kullanım verimliğiliği %
Çinko kaplama	70 % pasifleştirmeli (tüm işlemler) 80 % pasifleştirmesiz (tüm işlemler)
	95 % bobin kaplama için
Elektrolitik nikel kaplama (kapalı döngü)	95 %
Elektrolitik nikel kaplama (kapalı olmayan döngü)	80 – 85 %
Bakır kaplama (Siyanür süreçi)	95 %
Bakır kaplama (kapalı olmayan döngü)	95 %
Altı-değerlikli krom kaplama (kapalı döngü)	95 %
Altı-değerlikli krom kaplama (kapalı olmayan döngü)	80 – 90 %
Değerli metal kaplama	98 %
Kadmiyum	99 %

5.1.6.1 Önleme ve azaltma

Metal ve metal olmayan bileşenler korunurken metallerin ve diğer hammaddelerin birlikte kaybının önlenmesi MET'tir. Bu, Bölüm 4.6, ve 5.1.5.3'te anlatılan dışa-sürüklenme azaltılması ve yönetimi, hem yoğunlaştırma ve dışa-sürüklenmenin tekrar kullanımı hemde yıkama sularının geri kazanımı için kullanılan teknikler ile iyon değiştirme, membrandan süzme, buharlaştırma tekniklerini içeren bölüm 4.10'a atıflı olup Bölüm 4.7 ve 4.7.11 de bahsedildiği gibi dışa-sürüklenmenin geri kazanımının artırılması ile başarılır.

Aşırı dozlamada malzeme kaybını önlemek MET'tir. Bu aşağıdaki yollarla elde edilir:

- işleme giren kimyasalların derişimlerinin izlenmesi
- kayıt ve kıyaslama kullanımı (bkz. Bölüm 5.1.1.4)
- ölçütlerden sorumlu kişiye sapmaları rapor etmek ve gerektiğinde çözeltiyi en uygun sınır değerlerde tutmak için gereken ayarlamaları yapmak.

Bu, en çok analitik denetimi (genellikle İstatistiksel Süreç Denetimi, SPC (Statistical Process Control) ve otomatik dozlama (bkz. Bölüm 4.8.1) kullanılarak elde edilir.

5.1.6.2 Tekrar- kullanım

Bölüm 4.12'de anlatılan tekniklerin kullanımı ve dışa-sürüklenmenin geri kazanımı (Bölümler 4.7, 5.1.6.4 ve 5.1.6.3) ile birlikte metali anot malzemesi olarak geri kazanmak MET'tir. Bu, su kullanımının azaltılmasına ve daha fazla durulama aşaması için su geri kazanımına çok yardımcı olabilir.

5.1.6.3 Malzeme geri kazanımı ve döngü oluşturma

İlk durulamada kullanılan durulama suyunun süreç çözeltisine geri verilmesiyle süreç malzemelerini korumak MET'tir. Bölüm 4.7, 4.7.8, 4.7.10, 4.7.11 ve 4.7.12'de açıklanan tekniklerin bir bileşimi ile bu başarılabilir. Çoğu modern sistem daha fazla bakım gerektirmesine rağmen (genellikle çevrimiçi), çözeltinin korunmasını artırabilir. Metallerin birikmesini kontrol etmeye yönelik uygun yöntemler Bölüm 5.1.6.5'te ele alınmış ve diğer bakım yöntemleri Bölüm 5.1.7'de verilmiştir.

Tüm aalzemelerin durulama suyu ile geri döndürülmesi durumunda, işlem hattında bu süreç için kapalı döngü oluşturulur (bkz. Bölüm 4.7.11). Döngünün kapatılması (oluşması) sadece bir süreç hattındaki bir kimyasal işlem içindir, tüm süreç hatlarını yada işletmeyi etkilemez.

Aşağıdakiler için kapalı malzeme döngüsü oluşturmak MET'dir :

- altı-değerlikli sert krom
- kadmiyum.

İşlem kimyasalları için kapalı döngü oluşturulması, kademeli durulama, iyon değişimi, membran teknikleri, buharlaştırma gibi tekniklerin uyumlu bir bileşimi uygulanarak sağlanabilir (bkz. Bölüm 4.7.11).

Kapalı döngü sıfır deşarj değildir: süreç çözeltisine uygulanan arıtma işlemlerinden ve süreç suyu devrelerinden (iyon değiştirme rejenerasyonu gibi) küçük boşaltımlar olabilir. Kapalı döngüleri bakım dönemlerinde işe yarar tutmak mümkün olmayabilir. Atıklar ve egzoz gazları/buharları da üretilecektir. Ayrıca işlem hattının diğer kısımlarından da boşaltım olabilir.

Döngüyü oluşturmak (kapalı döngü), hamadde için yüksek bir fayda oranı oluşturur ve özellikle şunları yapabilir:

- hammadde ve suyun kullanımını (ve dolayısıyla maliyetini) azaltmak
- bir nokta-kaynaklı arıtım tekniği olarak, düşük salınım sınır değerlerine ulaşmak
- boru (hat) sonu atık su arıtımı ihtiyacını azaltmak (örneğin, siyanür içeren akışkan ile nikelin temasını önlemek)
- soğutma sistemleri yerine buharlaşma bağlantılı sistem kullanarak genel enerji kullanımını azaltmak
- atık su ile boşaltılabilecekken geri kazanılan malzemelerin işlenmesi için gerekli kimyasalların kullanımını azaltmak
- kullanılan yerlerde PFOS gibi koruyucu malzemelerin kaybını azaltmak.

Aşağıdaki bazı alt başlıklar kapalı döngü başarıyla gerçekleştirilmiştir:

- değerli metaller
- kadmiyum
- tambur nikel kaplama
- dekoratif raf kaplaması için bakır, nikel ve altı değerlikli krom
- altı-değerlikli dekoratif krom
- altı-değerlikli sert krom
- PCB'lerden bakır kazınması.

Detaylar Bölüm 4.7.11'de verilmiştir; nikel için (ters ozmoz kullanımı) bkz. Bölüm 4.7.11.5; ve krom için (buharlaştırma kullanımı) Bölüm 4.7.11.6'ya bakınız.

5.1.6.4 Geri dönüşüm ve geri kazanım

Kayıpların azaltılması ve önlenmesi için teknikler uyguladıktan sonra (bkz. yukarıda Bölüm 5.1.6.4), aşağıda sıralananlar MET'dir (Bölüm 4.17.3'e bakınız):

- geri kazanımı veya yeniden kullanımı kolaylaştırmak için atıklar ve atık suları işlem aşamasında veya atık su arıtımında tespit ve ayırmak
- Bölüm 4.12 ve 4.15.7'de açıklandığı gibi atık sulardan metallerin geri kazanımı ve/veya geri dönüşümü
- alüminyum yüzey işlemlerinde ortaya çıkan alüminyum hidroksit süspansiyonunun atık su arıtma tesislerindeki son atıklardan fosfatın çötürülmesi için kullanılması gibi, kalitenin ve miktarın izin verdiği yerlerde malzemelerin harici olarak yeniden kullanılması
- örneğin aşındırma çözeltilerinde harcanan fosforik ve kromik asitler gibi malzemeleri

tesis dışında (haricen) geri kazanmak
- metallerin tesis dışında geri kazanımı.

Genel verimlilik, tesis dışı geri dönüşüm ile artırılabilir. Ancak, bu üçüncü yol, kendi üretim- ortam etkileri veya geri kazanım verimleri yönünden TWG tarafından onaylanmamıştır.

5.1.6.5 Hammadde kullanımını optimize etmek için diğer teknikler

Farklı elektrot verimleri
Anot verimliliğinin katot verimliliğinden daha yüksek olduğu ve metal derişiminin sürekli arttığı elektro kaplamada, metal derişimini aşağıdaki elektrokimyalara göre denetlemek MET'dir (bkz. Bölüm 4.8.2):

- inert anotlar kullanılarak elektro kaplamada metalin dış çözünmesi. Şu anda, ana uygulama alkali siyanür içermeyen çinko kaplama içindir
- bazı çözünür anotların, ayrı akım devresi ve denetimi olan membran anotlar ile değiştirilmesi. Membran anotlar kırılabilir ve bu tekniğin, kaplama yapılacak parçaların şekil ve boyutlarının sürekli olarak değiştiği (ve membranlarla temas edip membranı kırılabildiği) alt-yüklenici kaplamalarında kullanılması mümkün olmayabilir.
- tekniğin uygulanabildiği yerlerde çözünmez anotların kullanılması.

5.1.7 Genel süreç çözeltisi bakımı

Özellikle kapalı malzeme döngüsünde yada buna yakın çalışan sistemlerdeki çıktı kalitesinin korunması kadar işlem banyosunun ömrünü uzatmak da MET'dir (bkz. Bölüm 5.1.6.3) ve aşağıdakiler vasıtasıyla gerçekleşir:

- kritik denetim parametrelerinin belirlenmesi
- kirletici maddelerin uzaklaştırılması ile belirlenen kabul edilebilir sınırlar içinde banyo ömrü sağlanması.

Uygun süreçler Bölüm 4.10 ve 4.11'de açıklanmaktadır.

5.1.8 Atık su salınımları

Tekniklere genel bir bakış Bölüm 4.16'da tartışılmıştır. Atık su arıtma ve boşaltımları için özel MET aşağıda verilmiştir.

5.1.8.1 İşlenecek akışların ve malzemelerin en aza indirilmesi

Tüm süreçlerde su kullanımının en aza indirilmesi MET'dir, ancak su kullanımının azaltılmasının, işlenmesi zor anyon derişimlerinin artmasıyla sınırlı kalabildiği yerel durumlar vardır, bkz. Bölüm 5.1.5.

Özellikle öncelikli maddeler olmak üzere malzemelerin kullanımını ve kaybını ortadan kaldırmak ya da en aza indirmek MET'tir. Bunun için Bölüm 4.6 ve 4.7'ye bakınız (kapalı malzeme döngüsünü oluşturmak için su ve hammadde kullanım tekniklerine bakınız, Bölüm 5.1.6.3). Bazı tehlikeli maddelerin ve/veya bunların yerini alabilen maddelerin denetimi Bölüm 5.2.5'te açıklanmıştır.

5.1.8.2 Sorunlu akışların sınanması, tanımlanması ve ayrıştırılması

Kimyasal çözeltilerin türlerini veya kaynaklarını değiştirirken üretime geçmeden önce mevcut (bina içi) atık su arıtma sistemlerinde (Bölüm 4.16.1'de açıklandığı gibi) etkilerini denemek MET'tir. Deneme olası bir sorunu gösteriyorsa:

- çözüm reddedilir, veya

- sorunla başa çıkmak için atık su arıtma sistemi değiştirilir.

Aşağıda verilenler gibi diğer akışlarla birleştirildiğinde sorunlu olduğu bilinen akışları tanımlamak, ayırmak ve arıtmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.16.1 ve 4.16.2):

- yağlar ve boyalar (bkz. Bölüm 4.16.3)
- siyanür (Bölüm 4.16.4'e bakınız)
- nitrit (Bölüm 4.16.5'e bakınız)
- kromatlar (CrVI) (bkz. Bölüm 4.16.6)
- kompleksleştirici katkılar (Bölüm 4.16.8)
- kadmiyum (Not: işlemek için kadmiyum akışını ayırmak Parcom Tavsiyesi [12, PARCOM, 1992] iken, kadmiyum süreçlerini kapalı bir döngüde suya boşaltım olmaksızın çalıştırmak MET'dir, bkz. Bölüm 5.1.6.3).

5.1.8.3 Atık suyun boşaltılması

Bölüm 4.16.13'e göre atık suyu izlemek ve boşaltmak MET'tir.

Tablo 5.2'de verilen salınım seviyeleri, yüzey işleme tesislerinin bir örneğinde elde edilmiştir. Bunlar, Bölüm 3.3.1 ile Tablo 3.20'den türetilmiştir ve 4.5 ile 4.12 arasındaki Bölümlerde ve Bölüm 4.16'da anlatılan süreç içi tekniklerin bileşimlerini kullanan bir MET bileşimi oluşturulduğunda elde edilebileceklerinin göstergesidir. Bahsedilen süreç içi teknikler, atık su ve atık gaz arıtma/yönetimi ile ilgili BREF'de de anlatılmıştır [87, EIPPCB,]. Tehlikeliler yerine daha az tehlikeli süreç ve maddelerin kullanılması için MET, Bölüm 5.2.5'te verilmiş ve Bölüm 4.9'da tartışılmıştır.

Özel bir tesis için bu derişim seviyeleri, tesisten yayılan yükler, örneğin çıktılar gibi tesisin teknik özellikleri ile olduğu kadar diğer MET'lerde özellikle su tüketimini azaltıcı önlemler ile de bağlantılı olarak düşünülmelidir. Özellikle, akışı azaltmaya yönelik önlemlerin, çözünmüş tuzların artan derişiminin çinko gibi bazı metallerin çözünürlüğünü arttırdığı noktaya kadar besleme yükünü azaltabileceğine dikkat edilmelidir (bkz. Bölüm 3.3.1 ve 5.1.5.1).

Bölüm 3.3.1'de, bu aralıkların alt sınırları bazı tesislerde düzenli olarak karşılanabilirken, normal çalışmanın % 100'ü için % 100 güven ile karşılanamayacağı görülebilir.

MET, bir değişken için optimize edilebilir, ancak bu, diğer değişkenler için uygun olmayabilir (örneğin, atık su arıtımında metallerin çökeltilmesi ve çökmesi, ayrı ayrı metaller için optimize edilemez). Bu durum, aralıklardaki en düşük değerlerin hepsinin aynı anda karşılanamayacağı anlamına gelir. Yani, alana özgü veya maddeye özgü durumlarda, ayrı işlem (ler) gerekebilir.

Herbir tesis için sadece ilgili maddelerin (yani, kurulumdaki süreçlerde kullanılan ve çıkan) geçerli olduğunu not ediniz.

5.1.8.4 Sıfır boşaltım teknikleri

Sıfır boşaltım, tekniklerin bir karışımına dayanan ve Bölüm 4.16.12'de tartışılan bütün bir tesis için sağlanabilir.

Sıfır boşaltım, genellikle yüksek güç tüketimi içerdiği ve atılması zor atıklar üretebildiği için MET değildir. Sıfir boşaltım elde etmek için gerekli tekniklerin bileşimi, sermaye ve işletme maliyetleri açısından da yüksektir. Genellikle özel nedenlerle izole safhalarda kullanılırlar.

Tablo 5.2: Bazı tesisler için bazı MET'lerle ilişkili salınım aralıkları.

MET aralığı kullanan bazı tesislerle ilgili salınım seviyeleri Bu değerler, işlemden hemen sonra, soğutma suyu, diğer işlem suları veya su emme gibi herhangi bir seyreltmeden önce alınan ve analizden önce filtreden geçirilmeyen günlük karışımlar içindir.				
	Jig, yuvarlak boru, küçük ölçekli rulo, otomotiv, PCB ve büyük ölçekli çelik rulo olmayan diğer faaliyetler		**Büyük ölçekli çelik rulo kaplama**	
Bütün değerler mg/l'dir	**Genel kanalizasyona (PS) veya yüzey sularına (SW)**	**Sadece yüzey suları boşaltımları için geçerli olan ek belirleyiciler**	**Kalay veya ECCS**	**Zn veya Zn-Ni**
Ag	0.1 – 0.5			
Al		1 – 10		
Cd	0.1 – 0.2			
CN serbes	0.01 – 0.2			
Cr(VI)	0.1 – 0.2		0.0001 – 0.01	
Cr hepsi	0.1 – 2.0		0.03 – 1.0	
Cu	0.2 – 2.0			
F		10 – 20		
Fe		0.1 - 5	2 - 10	
Ni	0.2 - 2.0			
P olarak fosfat		0.5 - 10		
Pb	0.05 - 0.5			
Sn	0.2 - 2		0.03 - 1.0	
Zn	0.2 - 2.0		0.02 - 0.2	0.2 - 2.2
KOİ		100 - 500	120 - 200	
HC hepsi		1 - 5		
VOX		0.1 - 0.5		
Asılı katı maddeler		5 - 30	4 – 40 (sadece yüzey suları)	

5.1.9 Atık

Atıkların en aza indirilmesi için MET, Bölüm 5.1.5'de ve 5.1.6'da sırasıyla, malzeme geri kazanımı ve atık yönetimi için verilmiştir.

5.1.10 Hava salınımları

Buharlı yağdan arındırma teçhizatından trichlorethylene ve methylene chloride gibi VOC salınımları için, çözücülerin kullanıldığı yüzey işleme [90, EIPPCB], ve kimya sektöründe atık su ve atık gaz yönetimi/işlemleri [87, EIPPCB], yanı sıra Solvent Salınım Yönergesi [97, EC, 1999] hakkındaki referans belgelere bakınız.

Hava tahliyesine ihtiyaç duyulan geçici salınımlar, yerel çevresel etkilere ve şartlara sahip olan maddeler ve/veya faaliyetler Tablo 5.3'de listelenmiştir. Bunlar, bazı durumlarda işyerindeki sağlık ve güvenlik ile ilgilidir.

Diğer işlemlerde dışa çekiş (atım) gerektirebilir ve herbir süreç açıklamaları 2. ve 4. bölümlerde verilmiştir.

Dışa çekiş uygulandığında, boşaltılacak hava miktarını en aza indirmek için Bölüm 4.18.3'te açıklanan teknikleri kullanmak MET'tir.

Tablo 5.3: Kaçak salınımların önlenmesini gerektirebilecek çözeltiler ve faaliyetler

Çözelti tipi veya aktivite	Hava-çekere ihtiyaç duyan çözeltiler	
Bütün durumlarda:		
Siyanür		
Kadmiyum		
Aşağıdaki özelliklerden bir veya daha fazlasına sahip altı-degerlikli krom :	• galvanik çözeltiler • ısıtmalı veya kendinden -ısıtmalı • hava ile çalkalamalı	
Nikel çözeltileri	Hava ile çalkalandığında	
Amonyak	Amonyakın bir bileşen ya da parçalanma ürünü olduğu yerlerde amonyak yayan çözeltiler	
Parlatma ve cilalama gibi toz üreten aktiviteler		
Çözünmez anod kullanımı	Genel olarak: hidrojen ve /veya oksijen parlama riskiyle birlikte oluşur.	
Asit çözeltileri		
	Çekişe ihtiyaç duymayan çözeltiler	Çekişe ihtiyaç duyan çözeltiler
NO_X salınımı yayan Nitrik asit süreçleri		Nitrojen oksit oluşturan- herhangi bir asitin havaya salınmasıyla sonuçlanan metal yüzey işlemelerine yönelik süreçler şunları içerir: • aluminyumun kimyasal parlatılması • bakır alaşımlarının kimyasal parlatılmasında parlak daldırma • hidroklorik asit de içeren nitric asit kullanarak dekapaj (asitle temizleme) • nitrik asit kullanarak yerinde temizlik
Hidroklorik asit kullanılarak asitleme ve sıyırma	Ortam sıcaklıklarında ve % 50v/v teknik derecenin altındaki derişimlerde su ile kullanılan hidroklorik asit, genellikle sağlık ve güvenlik nedenleriyle çekiş gerektiren HCl gazı veya buharını üretmez.	Daha yüksek derişimlerde ve /veya yüksek sıcaklıklarda kullanılan hidroklorik asit, sağlık ve güvenlik nedenlerinden dolayı ve işyerinde korozyonu önlemek için çekiş gerektiren önemli miktarda HCl gazı ya da dumanı üretir. (Teknik olarak HCL % 31 – 36 'dir, % 50 seyreltme yaklaşık % 15 - 18 HC1 çözeltisine eşittir. Bu değerden sert çözeltiler çekiş gerektirir).
Sülfürik asit kullanılarak asitleme ve sıyırma	60° C'nin altındaki sıcaklıklarda kullanılan sülfürik asit, genellikle sağlık ve güvenlik nedenleriyle çekiş gerektiren asit buharı üretmez.	60 ° C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kullanılan sülfürik asit, sağlık ve güvenlik nedeniyle ve işyerinde korozyonu önlemek için, çekiş gerektiren küçük aerosol zererecikler açığa çıkarır.
Hidroflorik asitle asitleme		Bütün durumlarda
Alkali çözeltiler		
Sulu alkali temizleme	Alkali temizlik kimyasalları uçucu değildir ve sağlık ve güvenlik nedenleriyle veya yerel çevresel koruma için duman çeker gerektirmez.	60 ° C'nin üzerinde çalışan alkali temizlik tankları, operatörün rahat etmesi ve korozyonu önlemek için önemli miktarda su buharı üretebilir.

Tablo 5.4'te verilen salınım seviyeleri, yüzey işleme tesislerinin bir örneğinde elde edilmiştir. Bunlar, Bölüm 3.3.3'te ve Tablo 3.28'den türetilmişlerdir ve atık su ve atık gaz arıtma/yönetimi üstüne BREF'de

[87, EIPPCB,] ve Bölüm 4.18'de tanımlanan süreç içi tekniklerin bir bileşimi kullanılarak elde edilebilecek şeylerin bir göstergesidir. Tehlikeliler yerine daha az tehlikeli olan madde ve süreçlerin uygulanması için MET, Bölüm 5.2.5'te verilmiştir ve Bölüm 4.9'da tartışılmıştır.

Tablo 5.4: Bazı tesisler tarafından havaya salınım aralıkları.

Salınımlar mg/Nm^3	Bazı tesisler için salınım aralıkları mg/Nm^3	Bazı büyük ölçekli çelik rulo faaliyetleri için salınım aralıkları mg/Nm^3	Yerel çevre gereksinimlerini karşılamak için kullanılan bazı tekniklerle ilgili salınım aralıkları
Azot oksit (NO_2 oluşturan bütün asitler)	<5 – 500	nd	Gaz yıkama veya tutma (adsorption) kuleleri alkali ovucularla genellikle yaklaşık 200 mg/l' ve daha düşük değerler verir
Hidrojen florid	<0.1 – 2	nd	Alkali gaz ovucu
Hidrojen klorid	<0.3 – 30	Kalay veya krom (ECCS) süreçi 25 – 30	Sulu ovucu Bkz. Not 2
SO_x as SO_2	1.0 – 10	nd	Alkali gaz ovucu ile biten ters akımlı kule
N - NH_3 olarak Amonyak	0.1 – 10 Not: Veriler elektrik akımsız nikelden alınmıştır. PCB üretimi için very yoktur	nd	Islak ovucu
Hidrojen siyanür	0.1 – 3.0	nd	Hava çalkalama Düşük sıcaklık süreçleri Siyanür olmayan süreçler Aralığın alt sınırı alkali ovucu kullanılarak erişebilinir.
Çinko	<0.01 – 0.5	Çinko veya çinko nikel süreçi 0.2 – 2.5	Sulu ovucu Bkz. Not 2
Bakır	<0.01 – 0.02	nd	Bkz. Not 2
Krom olarak CrVI ve bileşikleri	Cr(VI) <0.01 – 0.2 Hepsi Cr <0.1 – 0.2	nd	Cr (VI) 'un yerine Cr (III) veya kromsuz teknikler kullanılması (bkz. Bölüm 5.2.5.7) Damlacık ayırıcı Ovucu veya emme kulesi
Nikel olarak Ni ve nikel bileşikleri	<0.01 – 0.1	nd	Eşanjörde yoğuşma Su veya alkali ovucu Filtre Bkz. Not 2
Partikül malzemeler	<5 – 30	Kalay yada krom (ECCS) süreçi 1 – 20	Kuru partikül uygulamalar için, aralığın alt ucuna ulaşmak gerekebilir, ve aşağıdakiler ile sağlanabilir: Islak ovucu Siklon Filtre Islak işlemler için, ıslak veya alkali ovucular, aralığın alt ucuna ulaşmayı sağlar. Not 2'ye bakınız.
Note 1: nd = Veri yok Note 2: Bazı durumlarda, bazı kullanıcılar bu aralıkları EOP olmadan sağlar.			

5.1.11 Gürültü

Yerel topluluktaki önemli gürültü kaynaklarını ve potansiyel hedefleri tanımlamak MET'tir. Uygun denetim önlemleri alınarak etkilerinin önemli olacağı yerlerde gürültüyü azaltmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.19), örneğin:

- etkili tesis çalışması, örnek olarak:
  - kepenk kapılarının kapanması
  - teslimatları en aza indirmek ve teslimat sürelerini ayarlamak, bkz. Bölüm 4.18
- büyük fanlara susturucu montajı, yüksek yada tonlu vs. gürültü seviyelerine sahip teçhizatlar için uygulanabilir yerlerde akustik muhafazaların kullanımı gibi mühendislik denetimleri.

5.1.12 Yeraltı sularını koruma ve tesis kapatma (hizmet dışı bırakma)

Yeraltı sularını korumak ve tesisin hizmet dışı bırakılmasına aşağıdakiler vasıtasıyla yardımcı olmak MET'dir:

- tesisin tasarımı veya yükseltilmesi sırasında olası kapatılmasını dikkate almak, bkz. 4.1.1 (h).
- Bölüm 5.1.2'de tarif edilen tasarım çalışmalarını, kaza önleme ve taşıma tekniklerini kullanarak, hazırlanan özel alanlara malzemelerin yerleştirilmesi.
- tesisde öncelikli ve tehlikeli kimyasalların geçmişini (bilindiği kadarıyla), nerede kullanıldıklarını ve saklandıklarını kaydetmek (bkz. Bölüm 4.1.1.1).
- bu bilgileri yıllık olarak EMS ile uyumlu hale getirmek (bkz. Bölüm 4.1.1).
- tesisatın kapatılmasına, teçhizatların, binaların ve kalıntıların giderilmesine yardımcı olmak için edinilen bilgileri kullanmak, bkz. 4.1.1 (h).
- yeraltı sularının veya toprağının potansiyel kirlenmesi önlemek için iyileştirici tedbirler almak (bkz. Bölüm 4.1.1).

5.2 Özel süreçler için MET

Bölüm 5.1'deki genel MET, askı, tambur ve manuel hatlar için geçerlidir. Aşağıdaki özel MET de geçerlidir.

5.2.1 Askılama

Askı (raf) hatlarında, işlenen parçaların kaybını en aza indirmek ve akım taşıma verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için askılamayı düzenlemek, MET'dir, Bkz Bölüm 4.3.

5.2.2 Askı hatları – dışa-sürüklenmeyi azaltma

Aşağıdaki tekniklerin bir bileşimi ile askı hatlarındaki işlem çözeltilerinin dışa-sürüklenmesini önlemek MET'dir (bkz. Kısım 4.6.3 ve herbir referans):

- süreç sıvılarının tutulmasını önlemek için iş parçalarını bir açıyla askılayacak ve fincan şekilli bileşenleri ters askılayacak şekilde düzenlenleyiniz
- askıları çıkarırken süzülme süresini en üst düzeye çıkarınız. Süzülme askıları için referans değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Bu, aşağıdakilerle sınırlı olacaktır:
  - işlem çözeltisinin türü
  - gerekli kalite (uzun süzülme süreleri süreç çözeltisinin alttaş üzerinde parçalı kurumasına neden olabilir)
  - otomatik fabrikalar için mevcut taşıyıcı süresi
- düzenli olarak askıları kontrol ediniz ve koruyunuz, böylece işlem solüsyonunu tutacak çatlak veya çatlaklar olmaz ve askı kaplamaları hidrofobik özelliklerini korur.
- müşterilerle birlikte, süreç çözeltisini tutan yüzeyleri en aza indirecek yada süzülme delikleri sağlayacak parçalar üretilmesi için düzenleme yapınız.
- tanklar arasındaki süzülme kanallarını, işlem tankına geri çevrilecek biçimde ayarlayınız.

- fazla işlem çözeltisini püskürtme-durulama, buğu veya hava püskürtme kullanarak işlem tankına geri döndürünüz (bkz. Bölüm 4.6.6 ve 4.7.5). Bu aşağıdakilerle sınırlı olabilir:
  - işlem çözeltisinin türü
  - gerekli kalite.

Püskürtme, aşırı püskürtmeye, kimyasal aerosollere ve hızla kurutma sonucu hatalara neden olabilir. Bunların üstesinden aşağıdakiler ile gelinebilir:

- bir tankta yada başka bir muhafazada püskürtmek
- düşük basınçlı püskürtmeler (sıçrama durulama) kullanmak.

Lejyonella bakterilerinin aerosollere bulaşma olasılığı vardır. Bununla birlikte, bunlar tasarım ve bakım ile kontrol edilebilir.

5.2.3 Tambur hatları - dışa-sürüklenmeyi azaltma

Aşağıdaki tekniklerin bir bileşimi ile tambur işlem hatlarındaki süreç çözeltilerinin dışa-sürüklenmesini önlemek MET'dir (bkz. Bölüm 4.6.4):

- tamburları pürüzsüz bir hidrofobik (su tutmayan) plastikten inşa etmek ve düzenli olarak yıpranan alanlar, hasarlar, işlem solüsyonunu tutabilen girintiler veya çıkıntılar için gözden geçirmek
- tamburlarda olası kılcal deliklerinin etkilerini en aza indirmek için gövdelerinin gerekli olan panel kalınlığına göre yeterli kesit alana sahip olmasını sağlamak
- tambur gövdelerindeki deliklerin oranının, mekanik mukavemeti korurken, süzülme için mümkün olduğunca yüksek olmasını sağlamak
- deliklerin elekli tapalarla değiştirilmesi (ağır iş parçalarında bu mümkün olmayabilir).

Tamburu çıkartırken, tamburlu işleme hatlarında süreç çözeltisinin dışarı atılmasını önlemek MET'dir:

- tamburdan süzülmeyi en üst düzeye çıkarmak için yavaşça çekmek, bkz. Tablo 4.3
- aralıklarla çevirmek (döndürmek)
- seyreltmek (tambur içinde bir boru kullanarak durulama)
- tanklar arasındaki süzülme yerlerindeki çözeltiyi işlem tankına geri akıtacak bağlantı yapılması
- mümkün olan yerlerde tamburun bir uçtan eğilmesi.

Tamburların süzülmesi (boşaltılması) için gösterge değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Bu teknikler tambur hatlarındaki dışa sürüklenmeyi azaltınca, sonraki ilk durulama işleminde geri kazanımın daha etkili olduğu not edilmelidir (bkz. Bölüm 5.1.5 ve 5.1.6).

5.2.4 Manuel Hatlar

Manuel hatların kullanılması sırasında aşağıdakileri yapmak MET'dir:

- askı işlemi sırasında Bölüm 4.3.3'teki askılama tekniklerini uygulayınız
- bölüm 5.1.5, 5.1.6'da açıklanan teknikleri ve Bölüm 5.2.2 ve 5.2.3'teki teknikleri kullanarak dışa-sürüklenme geri kazanım oranını artırınız.
- doğru süzülme süresini sağlamak ve püskürtme durulama verimliliğini arttırmak için herbir aktivitenin üstündeki tutuculardaki askıları veya tamburları destekleyiniz, bkz. Bölüm 4.7.6 ve 5.1.5.4.

5.2.5 Tehlikeli maddelerin denetimi ve/veya ikamesi (değiştirilmesi)

Daha az tehlikeli maddeleri kullanmak genel bir MET'dir (bkz. Bölüm 4.9).

Daha az tehlikeli madde ve/veya işlemlerin kullanılabileceği özel durumlar aşağıda verilmiştir. Tehlikeli bir madde kullanılmak zorunda olduğu yerlerde, tehlikeli maddenin kullanımını en aza indirmek ve/veya salınımını azaltmak için teknikler aşağıda açıklanmıştır. Bazı durumlarda, bu, işlem verimliliğinin iyileştirilmesi ve/veya faaliyetlerdeki malzemelerin kullanımının veya salınımınınn en aza indirilmesi ile bağlantılıdır.

5.2.5.1 EDTA

Aşağıdakilerden biri uygulanarak, EDTA ve diğer güçlü şelatlama (bağ oluşturucu) maddelerinin kullanılmasından kaçınmak MET'dir:

- glukonik aside dayalı olanlar gibi biyolojik olarak çözünebilen ikame maddeleri kullanmak (bkz. Bölüm 4.9.1)
- PCB üretiminde doğrudan kaplama gibi alternatif yöntemler kullanmak (bkz. Bölüm 4.15)

EDTA'nın kullanıldığı yerde, aşağıdakileri yapmak MET'dir:

- malzeme ve su tasarrufu teknikleri kullanarak ETDA salınımını en aza indirmek (Bkz. Bölüm 5.1.5 ve 5.1.6)
- Bölüm 4.16.8.'de tanımlanan teknikleri kullanarak atık sulara EDTA'nın bırakılmadığından emin olmak

Siyanür güçlü bir kenetleme (bağlama) maddesidir, fakat Bölüm 5.2.5.3'te ayrıca ele alınmıştır.

5.2.5.2 PFOS (perflorooktan sülfonat)

PFOS'un yerini alacak sınırlı ikame seçenekleri vardır ve sağlık ve güvenlik özellikle önemli bir faktör olabilir.

PFOS kullanıldığı yerlerde, aşağıdakiler tarafından kullanımını en aza indirmek MET'dir:

- yüzey gerilimini ölçerek PFOS içeren malzemelerin ilavelerini izlemek ve denetlemek (bkz. Bölüm 4.9.2).
- yüzen yalıtım plakaları kullanarak havaya salınımları en aza indirmek (bkz. Bölüm 4.4.3)
- Bölüm 4.18'de açıklandığı gibi tehlikeli dumanların havaya salınımlarını kontrol etmek.

PFOS kullanıldığında, malzeme döngüsünün tamamlanması (kapalı döngü) gibi malzeme koruma teknikleri ile çevreye salınmasını en aza indirmek MET'dir, bkz. Bölüm 5.1.6.3.

Anotlama tesislerinde, PFOS içermeyen yüzey aktif maddelerin kullanılması MET'dir, bkz. Bölüm 4.9.2

Diğer işlemlerde, PFOS'u saf dışı bırakmak MET'tir. Belirtilen bölümlerde ele alınan bu seçeneklerin sınırlamaları şunlardır:

- PFOS içermeyen işlemler kullanma: alkali siyanür içermeyen çinko elektro kaplama ikame maddeleri için Bölüm 4.9.4.2'ye ve altı değerlikli krom işlemleri ikame maddeleri için Bölüm 4.9.6'ya bakınız.
- işlemi veya ilgili tankı otomatik hatlar için kapalı devre yapmak, bkz. Bölüm 4.2.3 ve 4.18.2.

5.2.5.3 Siyanür

Tüm uygulamalarda siyanürün değiştirilmesi mümkün değildir, bkz. Tablo 4.9. Siyanürlü çözeltilerin kullanılması gerektiğinde, kapalı döngü teknolojisinin siyanür işlemleriyle kullanılması MET'dir 5.1.6.3.

Bununla birlikte, siyanürü yağdan arındırma MET değildir (bkz. Bölüm 4.9.5 ve 4.9.14).

Siyanür işlemi çözeltilerinin çalkalanması gerektiğinde, karbonat oluşumunu arttırdığı için düşük basınçlı çalkalama kullanmak MET değildir (bkz. Bölüm 5.1.3).

5.2.5.4 Çinko siyanür

Aşağıdakileri kullanarak çinko siyanür çözeltilerini değiştirmek MET'dir (bkz. Bölüm 4.9.4):

- optimum enerji verimliliği, azaltılmış çevresel salınımlar ve parlak dekoratif yüzeyler için asit çinko (bkz. Bölüm 4.9.4.3)
- metal dağılımının önemli olduğu yerlerde alkali siyanür içermeyen çinko (bkz. Bölüm 4.9.4.2, ancak PFOS içerebileceğine dikkat ediniz, bakınız Bölüm 5.2.5.2)

5.2.5.5 Bakır siyanür

Siyanür bakırının yerine asit veya pirofosfat bakır kullanılması MET'dir (bkz. Bölüm 4.9.5). Fakat aşağıdakiler hariç:

- çelik, döküm çinko, alüminyum ve alüminyum alaşımları üzerine kendiliğinden ince astar kaplama
- çelik yüzeylerde bakır astar kaplama yapılacağı yada diğer yüzeylerde bakır kaplamanın takip edeceği yerler.

5.2.5.6 Kadmiyum

Kapalı döngü sisteminde kadmiyumun kaplanması MET'dir, bkz. Bölüm 5.1.6.3.

Kadmiyum kaplama işlemlerini ayrı özel korumalı alanlarda suya salınım seviyelerinin ayrı olarak izlenmesiyle yürütmek MET'tir.

5.2.5.7 Altı-değerlikli krom

Altı-değerlikli krom için ikame madde Bölüm 4.9.8'de ve daha ayrıntılı olarak Ek 8.10'da ele alınmıştır: MET aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır. İkame madde için genel sınırlamalar vardır: trivalent krom, büyük ölçekli çelik kaplamada ekonomik anlamda kullanılmamaktadır ve sert krom uygulamaları için kullanılamaz. Kromik asit anotlamanın sınırlı kullanımı vardır; bunlar genellikle havacılık, elektronik ve diğer uzmanlık uygulamalarıdır. İkame madde yoktur.

5.2.5.7.1 Dekoratif krom kaplama

Dekoratif kullanımlar için, altı değerlikli krom yerine aşağıdakilerden birinin kullanılması MET'dir:

- üç değerlikli krom ile kaplama. Yüksek korozyon direncine ihtiyaç duyulduğunda, bu, arttırılmış nikel tabakası ve/veya organik pasivasyon üzerine üç değerlikli krom çözeltileri ile sağlanabilir (Cr (III) klorür esaslı çözeltiler için, bkz. Bölüm 4.9.8.3 ve Cr (III) sülfat esaslı çözeltiler için, bkz. Bölüm 4.9.8.4).

Yada:

- kaplama teknik özelliklerinin izin verdiği yerlerde kalay kobalt alaşımı gibi kromsuz bir teknikle yapılan kaplama, (bkz. Bölüm 4.9.9)

Bununla birlikte, altı değerlikli kromun dekoratif yüzeyler için kullanıldığı yerlerde örneğin müşterinin istediği özellikler aşağıdakiler gibi ise üretim/işlem bazında kullanım sebepleri olabilir:

- renk
- yüksek korozyon direnci
- sertlik veya aşınma direnci.

Teknik olarak kanıtlanmadığı için büyük ölçekli çelik ruloyu kaplamak için üç değerlikli krom kullanmak MET değildir. Elektrolit bileşiminin, hat hızı için yeterli olanın altında olması durumunda kaplama verimini azaltması muhtemeldir.

Altı-değerlikli krom gibi kaplama sistemleri önemli bir yatırımdır ve anotlar gibi özel teçhizatların yanı sıra özel çözeltileri de içerir. Çözeltiler, farklı müşteri talepleri için basitçe değiştirilemez. Bununla birlikte, altı değerlikli krom miktarını en aza indirmek için, soğuk bir krom tekniği kullanmak mümkündür (bkz. Bölüm 4.9.8.2). Aynı tesiste birden fazla dekoratif altı-değerlikli krom işlem hattı bulunduğunda, altı-değerlikli özellikler için bir veya daha fazla tek hat ve üç değerlikli krom ile bir veya daha fazla tek hat çalıştırma seçeneği mevcuttur.

Üç-değerlikli veya diğer çözeltilere geçilirken, komplekleştirici maddelerin atık su arıtma işlemi ile etkileşip etkileşmemesinin sınanması MET'dir, bkz. Bölüm 5.1.8.2.

5.2.5.7.2 Altı-değerlikli krom kaplama

Altı-değerlikli krom kaplama kullanıldığında, aşağıdakileri yapmak MET'dir:

- hava salınımlarını aşağıdakilerden biri veya bir bileşimi ile azaltmak (bkz. Bölüm 4.18):
  - kaplama sırasında, özellikle kaplama süreleri uzun olduğunda veya çalışılmayan dönemlerde, kaplama çözeltisinin üzerinin ya mekanik olarak ya da manuel olarak örtülmesi
  - kapalı döngü malzeme geri kazanım sistemi için buharlaştırıcıdaki buğuların yoğuşturulduğu hava çeker kullanınız. Kaplama işlemi ile etkileşen maddelerin, yeniden kullanımdan veya banyo bakımı sırasında uzaklaştırılmasından önce yoğunlaştırıcıdan çıkarılması gerekebilir (bkz. Bölüm 4.7.11.6).
  - yeni hatlar için veya işlem hattının yeniden yapılandırılmasında ve iş parçalarının bir örnek boyutta olduğu yerlerde, kaplama hattını veya kaplama tankının üstünü kapatınız (bkz. Bölüm 4.2)
- altı-değerlikli krom çözeltilerini kapalı döngü esasına göre kullanınız (bkz. Bölümler 4.7.11.6 ve 5.1.6.3). Bu, PFOS ve Cr (VI)'u süreç çözeltisinde tutar.

5.2.5.7.3 Krom dönüşüm (pasifleştirme) kaplamaları

Cr (VI) pasifleştirme kullanımındaki azalmalar, Ömür Boyu Araçları ve RoHS yönergeleri tarafından yönlendirilir [98, EC, 2003, 99, EC, 2000]. Ancak, bu BREF'i (2004) hazırlarken, TWG mevcut alternatiflerin yeni olduğunu ve MET olarak sonuçlandırılamayacağını bildirmekteydi. Üç-değerlikli pasifleştirmeler kullanılabilir, ancak daha yüksek enerji girdisi gerektirdiği gibi krom derişimi de on katına kadar çıkabilmektedir. Bunlar, ek kaplamalar kullanılmadan Cr (VI) sistemleri ile elde edilen kahverengi, zeytin suyu veya siyah renk pesifleştirmelerin yüksek olan korozyon direnciyle eşleşemezler. Krom olmayan sistemlerde veri yetersizdir ve çevreye zararlı maddeler içerebilirler.

5.2.5.7.4 Fosfo-kromat parlatma

Altı-değerlikli kromu, altı-değerlikli-olmayan krom sistemleri ile değiştirmek MET'dir, bakınız Bölüm 4.9.12.

5.2.6 Parlatma ve cilalama için ikame maddesi

Mekanik parlatma ve cilalama yerine asit bakır kullanmak MET'tir. Ancak, bu her zaman teknik olarak mümkün değildir. Artan maliyet, toz ve gürültü azaltma tekniklerine duyulan ihtiyaç ile dengelenebilir, bkz. Bölüm 4.9.13.

5.2.7 Yağ giderme için seçenekler ve ikame maddeler

Özellikle sözleşmeli veya iş atölyelerindeki yüzey işleme operatörleri, müşterileri tarafından iş parçaları veya yüzeylerin üzerindeki yağ veya gres türü konusunda her zaman iyi bilgilendirilmemektedir. Bir önceki işlemin müşterisi veya operatörüyle aşağıdakileri yapmak için irtibat kurmak MET'dir (bkz. Bölüm 4.3.2):

- yağ veya gres miktarını en aza indiriniz

ve/veya

- en iyi çevre dostu yağ giderme sistemlerinin kullanılmasına izin veren yağları, gresleri veya işlemleri seççiniz.

Aşırı yağ bulunan yerlerde, yağı çıkarmak için santrifüj (Bölüm 4.9.14.1) ya da hava bıçağı (Bölüm 4.9.15) gibi fiziksel yöntemler kullanmak MET'tir. Alternatif olarak, büyük, kalite- kritik ve/veya yüksek değerli parçalar için, el ile silme kullanılabilir (bkz. Bölüm 4.9.15).

5.2.7.1 Siyanürlü yağ giderme

Siyanür yağ gideriminin yerine diğer teknik(ler) kullanılması MET'dir, bkz. Bölüm 5.2.5.3 ve 4.9.5.

5.2.7.2 Çözücülü yağ giderme

Çözücülü yağ giderme işlemi, bu sektördeki tüm durumlarda sonraki işlemlerin su bazlı olması ve uyumsuzluk sorunları olmaması nedeniyle, diğer tekniklerle (bkz. Bölüm 4.9.14 ve özellikle 4.9.14.2) değiştirilebilir. Tesisin kurulum seviyesinde çözücü bazlı sistemlerin kullanılması için yerel nedenler olabilir, örneğin:

- su bazlı bir sistem işlem yapılan yüzeye zarar verebilirse
- özel bir müşterinin özel bir kalite şartı varsa.

5.2.7.3 Sulu yağ giderme

MET, sulu yağ giderme sistemlerinde, çevrim dışı veya çevrim içi, çözeltinin yenilenmesi ve/veya sürekli bakımıyla, uzun ömürlü sistemler kullanılarak kimyasalların ve enerjinin kullanımını azaltmaktır (bkz. Bölüm 4.9.14.4, 4.9.14.5 ve 4.11. 13).

5.2.7.4 Yüksek başarımlı yağ giderme

Yüksek başarımlı temizlik ve yağ giderme gereksinimleri için, ya tekniklerin bir bileşimini (bkz. Bölüm 4.9.14.9) ya da kuru buz veya ultrasonik temizlik gibi özel teknikleri (bkz. Bölüm 4.9.14.6 ve 4.9.14.7) kullanmak MET'tir.

5.2.8 Yağ giderme çözeltilerinin bakımı

Malzeme kullanımı ve enerji tüketimini azaltmak için, yağ giderme çözeltilerinin ömrünü uzatma ve bakımı için tekniklerin biri veya bir bileşimini kullanmak MET'tir. Uygun teknikler Bölüm 4.11.13'te verilmiştir.

5.2.9 Asitleme ve diğer güçlü asit çözeltileri – çözeltilerin ömrünü uzatma ve geri kazanım teknikleri

Asitleme için asit tüketiminin yüksek olduğu durumlarda, Bölüm 4.11.14'deki tekniklerden biri kullanılarak asit ömrünü uzatmak, veya bazı organik bileşikleri oksitlemek ve metalleri uzaklaştırmak için elektroliz kullanarak elektrolitik asitleme asitlerinin ömrünü uzatmak MET'dir (bkz. 4.11.8).

Asitleme ve diğer güçlü asitler de dışarıda yeniden kullanılabilir veya toplanabilir, bkz. Bölüm 4.17.3 ve 5.1.6.4, ancak her durumda MET olmayabilir.

5.2.10 Altı-değerlikli kromlama çözeltilerinin geri kazanımı

Sadece gümüş içeren siyah kromatlama çözeltileri gibi pahalı ve yoğunlaştırılmış çözeltilerde altı-değerlikli kromun geri kazanılması MET'tir. Sektör için normal ölçekte kullanılan iyon değişimi veya membran elektroliz teknikleri gibi uygun teknikler Bölüm 4.10, 4.11.10 ve 4.11.11'de belirtilmektedir. Diğer çözeltiler için, yeni kimyasallar oluşturma maliyetleri sadece 3 - 4/l EUR'dur (litresi 3-4 EUR).

5.2.11 Anotlama

Genel MET'e ek olarak, kimyasallar ve işlemler için (yukarıda açıklanan) ilgili her türlü spesifik MET anotlama için uygulanır. Ayrıca, aşağıdaki MET özellikle anotlama için uygulanır:

- ısı geri kazanımı: Bölüm 4.4.3'te açıklanan tekniklerden birini kullanarak anotlayıp mühürleme banyolarından gelen ısının geri kazanımı MET'tir.
- kostik aşındırma banyosu geri kazanımı: kostik aşındırma banyosu geri kazanımı aşağıdakiler olursa MET'dir (bkz. Bölüm 4.11.5) :
  - kostik çözeltilerinin yüksek bir tüketimi varsa
  - alümina çökelmesini önlemek için hiçbir katkı maddesinin kullanımı yoksa.
  - aşındırılmış yüzey gerekli özellikleri karşılarsa
- kapalı döngü durulama: iyon değişim filtreli kapalı durulama su döngüsü kullanmak anotlama için MET değildir, çünkü iyon değişimi, kimyasalların uzaklaştırılmasında olduğu gibi, geri kazanılması için gerekli kimyasallar da benzer çevresel etkiye ve miktarlara sahiptir.
- PFOS içermeyen yüzey aktif maddeleri kullanınız (bkz. Bölüm 5.2.5.2).

5.2.12 Sürekli rulo - büyük ölçekli çelik rulo

Bölüm 5.1'de açıklanan genel MET'e ek olarak, işlemler ve kimyasallar için (yukarıda Bölüm 5.1 ve 5.2'de açıklanan) ilgili her türlü MET, büyük ölçekli çelik rulo kaplaması için geçerlidir. Aşağıdaki MET özellikle rulo işleme için geçerlidir:

- sabit süreç optimizasyonunu sağlamak için gerçek zamanlı işlem denetimini kullanınız (bkz. Bölüm 4.1.5).
- motorları değiştirirken veya yeni taçhizat, hat veya tesisatlar için enerji verimli motorlar kullanınız (bkz. Bölüm 4.4.1.3).
- işlem çözeltilerinden dışa-sürüklenmeyi önlemek veya durulama suyunun içe-sürüklenmesi ile işlem çözeltilerinin seyreltilmesini önlemek için sıkma silindirlerini kullanınız (bkz. Bölüm 4.6 ve 4.14.5).
- elektrolitik yağ giderme ve elektrolitik asitleme işlemlerinde düzenli aralıklarla elektrotların polaritesini değiştiriniz (bkz. Bölüm 4.8.3).
- kapalı bir elektrostatik yağlayıcı kullanarak yağ kullanımını en aza indiriniz (bkz. Bölüm 4.14.16).
- elektrolitik işlemler için anot-katot aralığını optimize ediniz (bkz. Bölüm 4.14.12)
- parlatma ile iletken-silindir başarımını optimize ediniz (bkz. Bölüm 4.14.13).

- şeridin kenarında oluşan metal birikimini gidermek için kenar parlatıcıları kullanınız (bkz. Bölüm 4.14.14)
- sadece bir tarafı kaplarken saçaklanmayı önlemek için kenar perdeleri kullanınız (bkz. Bölüm 4.14.15).

5.2.13 Baskılı devre kartları (PCB'ler)

Bölüm 5.1'de açıklanan genel MET'e ek olarak, süreçler ve kimyasallar için (yukarıda Bölüm 5.2 ve Madde 5.3'te açıklanan) ilgili herhangi bir MET, baskılı devre kartı üretimi için geçerlidir. Aşağıdaki MET özellikle PCB imalatı için geçerlidir:

- durulama: Adımlar arasında durulama yapılırken, Bölüm 4.6, 4.7 ve özellikle Bölüm 4.7.5'te diğer işlemler için açıklanan çoklu durulama ve püskürtme tekniklerini, dışa-sürüklenmeyi azaltmak için sıkma (silme) silindirlerini kullanınız.
- iç katmanların üretilmesi: Bu alan, müşterinin istediği özellikleri yönlendiren teknolojik ilerlemeler ile hızla değişmektedir. Oksit bağlamaya alternatif teknikler gibi düşük çevresel etkilere sahip teknikleri kullanınız, bkz. Bölüm 4.15.1.
- kuru rezistler: Kuru rezisti banyo ederken (Bölüm 4.15.5'e bakınız):
  - taze film banyosu çözeltisi ile durulayarak dışa-sürüklenmeyi azaltınız
  - film banyosu çözeltisisinin püskürtülmesini optimize ediniz
  - film banyosu çözeltisinin derişimlerini kontrol ediniz
  - ultrafiltrasyon gibi yöntemlerle, banyo edilmiş rezisti akışkandan ayırınız
- genel aşındırma: 4.6 ve 4.7.10. Bölümlerinde açıklanan dışa-sürüklenme ve çoklu durulama tekniklerini kullanınız. İlk durulama işlemini aşındırma çözeltisine geri veriniz
- asitle aşındırma: Asit ve hidrojen peroksit derişimini düzenli olarak control ediniz ve optimum derişimini sağlayınız (bkz. Bölüm 4.15.6).
- alkali aşındırma: Aşındırıcı ve bakır seviyesini düzenli olarak izleyiniz ve optimum derişimini sağlayınız. Amonyakla aşındırma işlemi için, aşındırma solüsyonunu rejenere ediniz ve Bölüm 4.15.72de açıklandığı gibi gibi bakırı geri kazanınız (bkz. Bölüm 4.15.7).
- rezist sıyırma: akış miktarına göre filtrasyon, santrifüj veya ultrafiltrasyon ile akışkandan rezisti ayırınız (Bölüm 4.15.8'e bakınız).
- aşındırma (kalay) rezistini sıyırma: Durulama sularını toplayınız ve ayrı ayrı yoğunlaştırınız. Kalay bakımından zengin çamuru çökeltiniz ve dışarıya geri kazanım için gönderiniz (bkz. Bölüm 4.15.9).
- harcanan çözeltilerin bertarafı: Bir çok çözelti, aşağıdakiler için kullanılanlar gibi komplekstirici maddeleri içerir:
  - daldırma veya doğrudan kaplama
  - iç katmanlar için siyah veya kahverengi oksit işlemi

  Bölüm 4.15.10'a göre değerlendirmek ve bertaraf etmek MET'tir.

- lehim maskesinin uygulanmasından kaynaklanan hava salınımlarını azaltmak: yüksek katılar, düşük VOC reçineler kullanınız (bkz. Bölüm 4.15.11).

6 METAL VE PLASTİK YÜZEY İŞLEMLERİ İÇİN GELİŞEN TEKNİKLER

Bu belgede tanımlanan gelişen teknik, herhangi bir sanayi sektöründe henüz ticari olarak uygulanmamış olan yeni bir teknik olarak anlaşılır. Bu bölüm, yakın gelecekte ortaya çıkacak ve elektrolitik veya kimyasal işlemlerle plastik ve metallerin yüzey işlemlerinde uygulanabilen teknikleri içermektedir.

6.1 Bütünleşmiş-İşlemli-otomatik kaplama

Açıklama
İşlem maliyetlerini ve çevresel etkileri en aza indirmek için elektro kaplama süreçlerini üretim hattına entegre etmek için bir proje başlatılmıştır (Almanca'da FIO olarak adlandırılır).

Bu teknoloji, özellikle çok sayıda üretilen silindirik iş parçalarına uygundur. Anot, iş parçasının (katot) etrafına uyacak şekilde şekillendirilerek katot ile anot arasında çok küçük bir boşluk bırakılır ve böylece son derece yüksek bir alan (elektrik) yoğunluğu oluşturulur. Kaplama sırasında, anot hızla döndürülür, bu da elektrolit içinde türbülans oluşturur ve sınırlayıcı faktör olan difüzyon tabakasına iyon taşınmasını önler.

Bu iki faktörün bileşimi, elektro kaplamanın hızlanmasına izin verir ve sürecin bir üretim hattına entegre edilmesini sağlar.

Otomatik sızdırmaz bir sistem, elektroliti gönderir ve kirlendiğinde uzaklaştırır. Uzaklaştırılan elektrolitleri işleyebilen bir merkezi arıtma sistemi, üretim hattı atıklarını ve atık suları üretim hattından uzak tutar. Sürecin otomasyonu ise personelin herhangi bir kimyasal maddeye maruz kalmaması anlamına gelir.

Elde edilen çevresel faydalar
İşlem hattında atık ve atık su içermeyen kaplama.
Yağ giderme ve asit yenileme gibi kirlilik yüklü süreç üretim adımlarının kaldırılması.

Çapraz-ortam etkileri
Veri yok

Uygulanabilirlik
Operatörler ve kimyasal tedarikçiler arasında yakın işbirliği (karşılıklı bağımlılık). Bu işlem tescilli kimyasalların kullanılmasını gerektirir ve kullanılan tüm kimyasallar tedarikçiye iade edilmelidir.

Uygulama için itici güç
İş parçalarının kaplanması için üretim hattından kaplama hattına alınması, daha sonra işlenmesi veya montajı için geri gönderilmesi gerekmektedir. Bu, yağlama, yağ giderme ve dekapaj gibi , kirletici yükler üreten aşamaların sayısını artırmanın yanı sıra, ilave işler yaratır.

Ekonomi
Veri yok.

Örnek tesisler

Şu anda, FIO tekniği kullanımda değil. Ancak, pilot girişimler Alman Bilim ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenmiştir:

- KVS plastics processing and service GmbH: FIO tekniğinin geliştiricileri ve üreticileri olan KVS, piyasada FIO kuramamıştır. En büyük sorunu ise kullanıcı ve kimyasal madde tedarikçisi arasındaki karşılıklı bağımlılıktı. Birçok kullanıcı için, kimyasal tedarikçiye bağımlılığın çok yüksek bir risk olduğu düşünülmektedir.
- Siemens şirketi, -Merkezi Üretim ve Lojistik Departmanı: Bakır boruların gümüş kaplanması, deneme amaçlı üretim sürecine entegre edildi. Bu umut verici başlangıç, üretim bölümünün başka bir şirkete satışı nedeniyle seri üretime geçemedi.
- Bosch: Prosedür teknik olarak uygulanabilirdi, ancak bilinmeyen sebeplerden dolayı seri üretime geçilmedi. Araştırma projesinin bazı sonuçları (bazı geri dönüşüm teknolojileri) şirkette halen kullanılmaktadır.

Kaynak literatür

BMBF Verbundvorhaben (ortak proje) 'İmalat bütünleşmiş yüzey işleme (FIO)' FKZ 01ZH9503; 01ZH9504 / 4; 01ZH95098 [104, UBA, 2003]

6.2 Değiştirilebilen darbe akımı kullanarak sert krom uygulamalarında altı-değerlikli krom yerine üç-değerlikli krom kaplama

Açıklama

Süreç, krom sülfat bazlı basitleştirilmiş üç değerlikli bir krom elektro kaplama çözeltisi kullanır. Mevcut dalga şekli tescillidir (patent beklemede) ve darbeli-ters akım içerir. Krom, 250µm'ye kadar başarılı bir şekilde biriktirilmiştir ve herhangi bir kalınlık elde edilebilir. Sertlik, kaplama hızı ve kalın kaplamalar için son-parlatma (post-finishing), altı değerlikli çözeltilerden elde edilen krom ile aynıdır. İnce tabakalar için renk, altı değerli kromda olduğu gibi aynıdır (krom- mavi). Süreç, daha düşük konsantrasyonlar, daha yüksek akım verimliliği ve sülfat ve klorürün önceki herhangi bir nikel kaplama aşamasından sızma toleransı gibi Cr III çözeltilerinin avantajlarına sahiptir. Organik katkı maddelerinin olmaması, aktif karbon ile çözelti bakımını azaltacak veya ortadan kaldıracaktır.

Tablo 6.1: Geleneksel Cr (VI) ve değiştirilebilen darbe akımlı Cr (III) ile sert krom kaplamaların karşılaştırılması.

	Kaplama oranı µm/min	Akım verimliliği	Son sertleştirmeden önceki sertlik (VHN*)	İşlem sırası
Otomotive OEM** Cr(VI)	0.8	24 %	772	• 3-aşamalı ön temizleme • Kaplanma • 1-aşama son uygulama
Cr(III) süreçi	1.2	30 %	777	• 3-aşamalı ön temizleme • Kaplanma • 1-aşama son uygulama
Not:	* VHN = Vıckers sertlşık Numarası (sertlik ölçümü) ** OEM = Orijinal techizat üreticileri			

Elde edilen çevresel faydalar

Azaltılmış atık gaz ve atık su işlemleriyle altı değerlikli krom çözeltilerinin yerini alır. Çözelti konsantrasyonları mevcut Cr (III) kimyası ile aynıdır ve Cr (VI) çözeltilerinden on kat daha azdır.

Daha yüksek akım verimliliği nedenle daha az güç tüketimi.

Hiçbir klorür elektroliti olmamasından ötürü klor üretimi yok.

Klor oluşumunu baskılamak için organik katkı maddeleri ya da buğu oluşumunu baskılamak ya da atımı artırmak gibi etkileriçin PFOS gibi katkı maddeleri gerektirmez.

Kapalı döngü sistemi olarak çalıştırılabiliyorsa, gelişimin bir sonraki aşaması onaylanacaktır.

Çapraz ortam etkileri
Yok

Çalışma verileri: Gelişme durumu
Süreç üç temel projede patentli ve üretim öncesi doğrulama aşamasındadır:

- aşındırıcı bulamaçlarla çalışan pompalar için (madencilik, petrol arama ve çimento işleme gibi) 11" (28 cm) rotorların karşılaştırmalı testi (Cr (VI) kaplama bileşenlerine karşı). Tamamlanma: İlkbahar 2004
- büyük-çaplı çelik haddeleme silindirleri. Tamamlanma: Yaz 2004
- Üretim Bilimleri Ulusal Merkezi'nin de dahil olduğu ABD Savunma Bakanlığı ile askeri bakım depoları içeren, onaylanmış bir Bakım Teknolojisi (CTMA) projesi ile askeri şartnamelere uygunluk (Michigan, ABD; CTMA, askeri uygulamalarda sağlık, güvenlik ve çevresel riskleri azaltan yeni teknikleri desteklemektedir). Tamamlanma: 2005 .

Uygulanabilirlik
Amaçlanan uygulanabilirlik, sert krom uygulamaları için Cr (VI) elektro kaplamanın tamamen yer değiştirmesidir.

Ekonomi
Gelecekteki muhtemel işletme maliyetleri: Sistem şu anda mevcut CrIII kimyasından biraz daha pahalı olan krom sülfat esaslıdır (artan kullanım piyasa fiyatını düşürebilir). Bununla birlikte, hiçbir organik katkı maddesi kullanılmaması maliyet ve bakımı azaltır. Elektrik maliyetlerinin mevcut maliyetlerin yarısı kadar olması muhtemeldir. Azaltılmış sıvı arıtma kimyasalları ve üretilen atıklarda olası azalma.

Gelecekteki muhtemel sermaye maliyetleri: Güç kaynağı: geleneksel bir DC kaynağının maliyetinin iki katına kadar. Atık gaz ve atık su arıtma ekipmanı gereksinimlerini azaltma.

Uygulama için itici güç
Altı değerlikli krom elektro kaplama çözeltilerinin kullanımı yerine alternatiflerin geliştirilmesi, işyerinde sağlık ve güvenlik ve çevresel toksisite yönünden gerekir (üzerine krom metal kaplanmış bir yüzeyin herhangi bir olumsuz sağlık etkisi yoktur). Bölüm 4.9.6'ya bakınız.

Örnek tesisler
Uygulama verilerine bakınız

Kaynak literatür
http://www.nttc.edu/resources/funding/awards/epa/pollution00/Phase2/renz.asp http://www.newmoa.org/prevention/p2tech/ [108, NEWMOA, 2003]

6.3 Krom (VI) dönüşüm katmanları yerine krom (III) dönüşüm kaplamaları kullanılması

Açıklama
Bölüm 4.9.6, Cr (VI) pasivasyon işlemlerinde değiştirilecek olguları açıklamaktadır. Bunlar aşağıda uygulama için İtici güçte özetlenmiştir.

Elde edilen çevresel faydalar
Atık su deşarjlarında Cr (VI) azaltılması.

Çapraz ortam etkileri
Daha yüksek işlem sıcaklığı ve enerji kullanımı.
Ek organik (lak) tabaka gerektirebilir.
Kompleksleştirici maddeler atık su arıtma tesisinde olumsuz etkilere sahip olabilir.

Çalışma verileri
Bilim ve Araştırma Bakanlığı tarafından desteklenen bir araştırma projesinde, SurTech GmbH elektro kaplamalı demir üzerinde 300 nm kalınlığında krom (III) tabakaların (Chromitierung denir) üretimi için bir prosedür geliştirdi. Dönüşüm tabakası hiç altı değerlikli krom içermez ve yeşilimsi bir görünüme sahiptir. Bu yeşil renk (girişim saçaklarından ötürü) organik bir katman eklendikten sonra kaybolur. “Chromitierung” tabakasının yeterli kalınlığına, solüsyondaki yüksek bir krom konsantrasyonu, 60 °C'ye çıkan çalışma sıcaklığı ve uygun kompleks ligandların kullanılması ile ulaşılır. “Chromitierung” dönüşüm katmanına, koyu pigmentler kullanılarak siyah Cr (VI) kromat parlaklığı ile karşılaştırılabilir bir siyah renk verilebilir. Nikel veya kobalt ile elektroliz edilen iş parçaları da krom (III) tabakaları ile işlenebilir.

Tuz püskürtme testlerinde her iki sistemin korozyon koruması yaklaşık olarak eşittir.

Uygulama için itici güç
Altı değerlikli krom elektro kaplama çözeltilerinin kullanımı yerine alternatiflerin geliştirilmesi, işyerinde sağlık ve güvenlik ve çevresel toksisite yönünden gerekir (üzerine krom metal kaplanmış bir yüzeyin herhangi bir olumsuz sağlık etkisi yoktur). Bölüm 4.9.6'ya bakınız.

Örnek tesisler

Uygulama için itici güç
Cr (VI) kullanımıyla ilişkili mesleki sağlık sorunlarına ek olarak, pasifleştirme (dönüşüm) tabakası olarak Cr (VI) 'nın kullanımı, ELV Yönergesi ile yeni araçlarda kısıtlanması ve RoHS Yönergesiyle elektrikli ve elektronik uygulamalarda yasaklanması nedeniyle baskı altındadır. Bakınız 4.9.6'.

Kaynak literatür
Alman Bilim ve Teknoloji Bakanlığı'nın bir araştırma projesi, “replacement of Chromium-VI in zinc passivations" Foerderkennzeichen 01ZH9414/7 [98, EC, 2003], [99, EC, 2000]
http://www.faradaytechnology.com/tech-briefs/Cr(III)%20Electroplating%20TECH%20Brief.pdf

6.4 Organik elektrolitler ile alüminyum ve alüminyum alaşımlı kaplama

Açıklama
Çelik üzerine üretim seviyesinde alüminyumun kaplayabilme olasılığı, böyle bir sistemin sunduğu yüksek korozyon koruması nedeniyle caziptir. Bu kaplama çinko ve benzer metallerin pasivasyonunda kullanılan kromun da dahil olduğu kadmiyum, çinko ve nikel gibi daha zehirli metallerin yerine kullanılabilir.

Ancak, sulu bir çözeltiden çelik iş parçaları üzerine saf alüminyum elektrokaplanması (elektroplate) mümkün değildir.

Şimdiye kadar endüstriyel olarak çözülmeyen problem, iş parçasının üzerine ısıl olarak baskı yapmadan eşit, saf bir alüminyum tabaka uygulamaktır. Elektromotor element serisindeki alüminyum için -1,7 V'luk negatif potansiyel nedeniyle, elektro-kaplama atölyesinde sulu bir çözeltiden elektro-kimyasal kaplama mümkün değildir.

Sulu olmayan çözücülerin kullanıldığı elektro kaplama teknolojisi, yıllardır laboratuvar ve pilot ölçeklerde tanımlanmıştır. Almanya'da ilk defa endüstriyel ölçekte alüminyum veya alüminyum-magnezyum alaşımları ile kaplama geliştirilmiştir. Bu da, teknolojinin ekonomik olarak uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

1500 x 600 mm'ye kadar iş parçaları alabilen 3 m^3 işlem tanklı bir üretim tesisi kurulmuştur. Üç vardiyalı bir çalışmada günde en fazla 30 raf'lık bir uygulama yapılabilmesi orta büyüklükte bir elektro kaplama ünitesinin kapasitesine karşılık gelir.

Geleneksel bir ön işlemden sonra (yağ alma, asitle yıkama), iş parçaları esterlerin çok kaynatıldığı bir banyoda kurutulur. Elektrolitlerin hava ve su ile yüksek tepkimesi nedeniyle, işlem aşaması tamamen kapalı bir tesiste gerçekleştirilmelidir. Askılar bir hava kilidi ile işleme kazanına yerleştirilir.

Elde edilen çevresel faydalar
Kadmiyum, çinko ve nikel gibi daha toksik metallerin alüminyum ile ikamesi.
Elektrolit, durulama veya herhangi bir sonraki atık su ve atıktan dışarı sızıntı yoktur.

Çapraz ortam etkileri
Elektrolitlerin yüksek tepkimesi nedeniyle, tesisin kaplama ünitesi tamamen kapalı bir sistem olmalıdır.

Suya, havaya ve / veya atıklara yönelik salınımlar şunlar olabilir:

- geleneksel yağ giderme ve asitli yıkama atık suları,
- hava-kilidi ve yayılma (diffuse) kaynaklarından toluene,
- kullanılmış elektrolitler gibi atıklar.

Kullanılmış işlem çözeltisiyle uğraşmak zordur ve toluen v.b. ilişkili salınımların oluşabileceği tesis dışında bir yerde yapılır.

Çalışma verileri
Bir elektrolit olarak, toluen içinde çözülmüş bir alüminyum alkil kompleksi kullanılır. Anotlar süper saf alüminyum veya alüminyum/magnezyum alaşımından oluşur. Akım verimi neredeyse % 100'dür ve biriktirme hızı saatte yaklaşık 10 μm 'dir. Elektrolitlerin servis ömrü yaklaşık altı aydır. Halen ağırlıklı olarak otomotiv endüstrisi için vida, somun, yay vb. çelik parçalar kaplanır. Yüksek derecede yanıcı ve patlayıcı elektrolitlerin kullanılması, normal elektro kaplama atölyesinde kullanılanlardan çok farklı, tamamen yeni güvenlik önlemlerini gerektirir.

Ekonomi
Veri yok

Uygulama için itici güç
Alüminyum kaplama ile sağlanan yüksek korozyon koruması.
Daha zehirli metal yerine alüminyum kaplama yapılması.

Örnek tesisler
Kaynak literatüre bakınız.

Kaynak literatür
Alman Federal Bilim ve Teknoloji Bakanlığı tarafından finanse edilen projeler "Teknik öneme sahip tüm temel malzemeler üzerinde alüminyum kaplamaların elektro-biriktirilmesi için düşük atık teknolojisinin geliştirilmesi ve test edilmesi" (Sedec Galvano Alüminyum KG; FKZ 01ZH 0326 ve FKZ 01ZH8501) ve UBA-Projesi: "Yüksek saflıkta alüminyum tabakaları metal parçalara yerleştirmek için çevre dostu bir elektro kaplama sürecin geliştirilmesi ve uygulanması" (Aluminal Oberflächentechnik GmbH; FKZ 30441-5 / 41). [104, UBA, 2003]

6.5 Baskılı devre kartları

6.5.1 Doğrudan lazer görüntüleme

Delik hizalamada sorunlara neden olan, iç ve dış katmanlarda birincil görüntülerin üretiminde yanlış hizalama veya distorsiyon ile önemli sorunlar ortaya çıkabilir. Birincil görüntüleme için Lazerle doğrudan görüntüleme kullanılır, ancak bu teknik yüksek hacimli üretim için çok yavaştır. Esas olarak prototip ve daha küçük serilerin üretimi için kullanılır.

Lazerle doğrudan görüntüleme lehim maskesi görüntülemek için de geliştirilmektedir, ancak lazerle görüntülenebilir lehim maskeleri şu anda mevcut değildir (2004 ortasında).

Çevresel faydalar
Görüntüleme işlemi için film gerekmez
Diazo gümüş halojenür filmlerden kaynaklı film banyosu ve durulama işlemleri yok
Daha hassas görüntüleme ve daha iyi malzeme kullanımı ile daha az hasarlı parça.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003] [159, TWG, 2004]

6.5.2 Yüksek yoğunluklu ara bağlantılar (HDI)

Açıklama
HDI teknolojisi, elektronik alt gruplarda daha yüksek tabakalama yoğunluğuna ulaşır. Daha küçük delik çapları ve daha küçük iz genişliği sağlayan, yeni bir delik oluşturma tipi kullanılarak yoğun bir birincil görüntü elde edilir.
Lazer, plazma veya foto-işlemler ile daha küçük delikler oluşturulabilir. Gelişme, 1990'ların başlarında başlamış ama hala sonuçlanmamıştır.

Çevresel yarar
Az malzeme gerektiren daha küçük alt-montajlar.

Kaynak literatür
[122, UBA, 2003]

6.5.3 Gömülü pasifler

Açıklama
Gömülü pasifler, daha fazla işlevsellik ve gelişmiş yüksek frekans performansı sağlayan daha küçük kartların üretilmesini derçekleştiren bir teknolojidir. Prensip, ayrı dirençleri ve kapasitörleri yüzeyden ayırmak ve bunları bir PCB'nin iç katmanlarına yerleştirmektir. Gömülü pasifler için, ince laminat malzeme tipinden çeşitli macun çözeltilerine kadar pek çok farklı teknoloji mevcuttur.

Kaynak literatür
[159 TWG, 2004]

7 SONUÇLAR

7.1 İş planlaması

TWG'nin ilk genel kurul toplantısı Nisan 2002'de yapılmıştır. İlk taslak 2003 yılı Ağustos ayında istişare için gönderildi. Yorumlar değerlendirilmiş ve dokümana dahil edilmiştir. MET taslakları da dahil olmak üzere ikinci taslak 2004 yılı Nisan ayında gönderilmiştir. TWG'nin son genel kurul toplantısı Eylül 2004'te yapılmıştır. Son toplantıdan sonra, MET ile ilişkili su ve havaya yönelik salımlar için ek veriler sağlanmıştır. MET sonuçlarına ve sonuç bildirimlerine ve yönetici özetine ilişkin değiştirilmiş bölümler hakkında kısa istişareler yapılmıştır.

7.2 Bilgi kaynakları

Üye devletler ve endüstri tarafından birçok belge gönderildip toplamda 160'ın üzerinde bilgi kaynağı kullanılmıştır. Endüstri ve Almanya'dan alınan MET belgeleri, MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler de dahil olmak üzere ilk bölümler için köşe taşları olarak kabul edilebilir (Bölüm 4). Bunlar, Fransa, İspanya Belçika, Hollanda ve Birleşik Krallık'ta iyi çevre uygulamaları ve MET rehberliği ile desteklenmiştir. Su kullanımı, atık su arıtımı ve salımlar ile diğer belirli teknikler ve bunların örnek tesislerdeki uygulamaları hakkında değerli bilgiler, Fransa ve İtalya tarafından sağlanmıştır. Sanayi dernekleri de belirli alanlar ve teknikler hakkında önemli bilgiler sağlamıştır. Almanya, birden fazla en iyi uygulama tekniğini kullanan tesisler hakkında araştırma sonuçları sağlamıştır. Diğer ülkeler belirli teknikler hakkında ayrıntılı bilgi vermişler ve Birleşik Krallık (OECD görev gücü için proje lideri olarak) PFOS (perflorooktil sülfonatlar) zehirliliği hakkında yeni veriler sağlamıştır. Yeni Üye Devletlerden Çek Cumhuriyeti ve Macaristan, TWG üyelerine destek vermiş ve belirli konularda bilgi sağlamıştır. İngiltere, İspanya, Fransa ve Belçika'da saha ziyaretleri yapılmıştır. Proje boyunca endüstri ve düzenleyici kurumlardaki uzmanlarla genellikle iyi ve açık iletişim vardı. Danışma turları bu uzmanlardan, tekniklerin uygulanabilirliği ve uygulanmasına dönük ve ek çalıştırma verilerine ilişkin özel geri bildirimler sağlamıştır.

Bazı alanlarda sınırlı MET sonuçlarına sahip olan nicel verilerin eksikliği vardı. Ayrıca, Üye Devletlerden tüketim ve salımlar hakkında çok az veri (belirtilen istisnalar) sağlanmıştır. Bu konular, gelecekteki çalışmalar için Öneriler bölümünde aşağıda tartışılmıştır.

Bu belgedeki verilerin kalitesi tutarlılık ve bütünlükten yoksun olup, bir sonuca varılmasını zorlaştırmaktadır: örneğin, Bölüm 3 ve 4'te belirtilen tüketim ve salım seviyeleri, AB-15'teki belirli süreçler için oluşturulan anket verilerinden başlayıp çeşitli örnek tesisler içeren veya belirli tesisler için belirli verilere kadar taramayı içerir. Sürecin türü veya çıktısı gibi önemli işlem verileri genellikle verilmemiştir ve anketlerdeki veriler eksik kalmıştır. Bu sektör için MET türetilirken, teknikleri ölçmek ve karşılaştırmak için en yararlı parametreler, m^2 başına tüketim veya salınımdır. Bununla birlikte, endüstri parça yüzeylerini işlemesine rağmen, herhangi bir tesisteki işlemler için yüzey alanı verimi konusunda çok az veri bulunmaktadır. Bu, işlenen parçaların karmaşık şekillerinin alanını ve birçok tesiste işlenen parça çeşitliliğini hesaplamadaki güçlükten kaynaklanmaktadır. Zaman içinde tüketilen veya salınımlanan birimler (örneğin, saat başına), kullanılan metalin kilogramı (alt tabaka değil, metal tabaka) ya da alt tabaka tonu da verildiğinde yararlıdır. Yinede, aynı zamanda yeter veriye sahip net bilgiye ihtiyaç duyar.

Sağlanan veriler genellikle işlem hatları veya tesislerle ilgilidir ve bir işlem hattı içindeki tek tek tekniklere uygulanmaz. Tek işlem için özel verilerin eksikliği, su kullanımı ve işlem malzemesi verimliliği değerleri anlamında olup, bunlar MET bileşimleri ile ilişkilendirilmiştir. Su ve havaya salım seviyeleri de MET bileşimlerinin birkaçı ile ilişkilidir.

Sanayi çok sayıda KOBİ içerdiğinden endüstride süreç geliştirme, işlem kimyasalları ve techizat tedarikçileri tarafından yönlendirilmektedir. Ancak, bireysel uzmanlar ve şirketler (özellikle krom kaplama) haricinde, tedarikçiler genel olarak bilgi alışverişine katkıda bulunmamışlardır. Bu durum, bazı işlemler ile son gelişmeler ve özellikle eski verilerin yerine aşağıdakilerin kullanılması hakkındaki bilgileri sınırlamıştır. Bunların bazıları, daha az zehirli kimyasallar ve süreçler, farklı teçhizat türleri (işlem çözeltilerinin çalkalanması, özellikle boşaltılması gibi), süreçlerin veya binaların soğutma ve ısıtma sistemleri ve kullanımdan veya tekrar kullanımdan önce su arıtılmasıdır.

Üç-degerlikli krom ile altı-değerlikli krom için elektro kaplamada ikame konusunda önemli bilgi değişimi ve validasyonu vardır. Bununla birlikte, altı-değerlikli krom ile pasifleştirme için ikame seçenekleri hakkındaki veriler birkaç operatörle sınırlıdır. Bazı irdelemeler yapılmasına rağmen, Krom VI ile elektro kaplama ile ilgili çevresel problemleri ele alan AB Ecochrome projesinden geri dönüş alınmamıştır.

Özellikle baskı endüstrisi için levhaların üretiminde yüksek verim olduğuna dair kanıtlar olmasına rağmen, alüminyumun bobin olarak büyük çapta anotlanması konusunda hiçbir bilgi alınmamıştır.

TWG üyeleri tarafından sağlanan bilgiler doğrulanırken, Avrupa'da çok az kamuya-açık veriler bulunabilir. Bilgiler, bilgi kaynağı ile doğrudan, bireysel uzmanlar veya şirketler ya da ağırlıklı olarak US'dan gelen verilerle doğrulanmıştır.

7.3 Ulaşılan Uzlaşma Derecesi

TWG toplantısının başlangıcında TWG, 30m^3 eşiğini sektör ve bilgi değişiminin amaçları için tartıştı ve bunun, kuruluşlardaki tüm işlem tanklarının hacminin toplamı olduğunu kabul etti. Yağ giderme faaliyetlerini içerenler üzerinde farklı görüşler olsa da, bu işlem püskürtme sistemlerini de içerir. Ancak, bu işlemin, bir kuruluşun belgesinde hangi süreçlerin ele alınacağının belirlenmesinden daha çok bir izin gerektirip gerektirmediğinin belirlenmesinin daha önemli olduğu şeklinde yorumlanması kabul edilmiştir. Bu nedenle bu işlem, herhangi bir ölçekte meydana gelebilecek süreçleri kapsamaktadır, çünkü "elektrolitik veya kimyasal" tanımlarına uyan herhangi bir işlem tankının hacimleri birlikte değerlendirilmiştir (IPPC Yönergesinin Ek I'ine bakınız).

Bunların hepsinde iyi bir genel kabul seviyesi vardır. Çalışmanın sonuçları Eylül 2004'teki son TWG toplantısında kararlaştırılmış ve farklı görüşler olmaksızın tüm MET sonuçları için tam bir anlaşma sağlanmıştır.

7.4 Gelecek çalışma için öneriler

Bilgi değişimi ve bunun sonucu, örneğin bu belge, metallerin ve plastiklerin yüzey işleminden kaynaklanan kirliliğin bütünleşmiş önleme ve kontrolünü sağlamada önemli bir adım sunmaktadır. Ancak, bazı konularda daha iyi bilgiler, daha kesin ve dolayısıyla daha yararlı MET sonuçlarının çıkarılmasına olanak sağlayacaktır. Bazı konular Bölüm 7.2'de tanımlanmıştır ve bilgi değişimi sırasında tespit edilen diğer konularla birlikte aşağıda sunulmuştur.

İşlem çözeltileri ve teknik gelişme hakkında güncel bilgiler

- PFOS yeni tanımlanmış sorunlu bir kirletici olduğundan AB ve uluslararası çapta kontrol altında alınması muhtemeldir. Bu madde özellikle altı-değerlikli krom kaplama ve alkali siyanürsüz çinko kaplamada oluşan buğuların giderilmesinde ve diğer işlemlerde kalitenin arttırılmasına yönelik köpük önleyici ve yüzey aktifleme maddesi olarak kullanılır. PFOS kullanım ve salım seviyelerinin yanı sıra kullanım uygulamalarındaki seçeneklerin etkinliği hakkında da bilgi toplanmalıdır.
- Bir elektroliz çinko tabakasında altı değerlikli krom (Cr (VI)) pasifleştirme en çok kullanılan uygulamalardan biridir. Bununla birlikte, otomotiv, elektronik ve elektrikli eşya endüstrileri için parçaların yüzeyinde kalan Cr (VI) miktarı artık (günümüzde) iki

Yönerge tarafından kontrol edilmektedir. Eldeki veriler, mevcut alternatiflerin zehirlilik ve / veya daha yüksek enerji gereksinimleri gibi ortam etkilerine sahip olduğunu göstermiş ve TWG alternatifler işlemler için hiçbir MET'e ulaşılamayacağı sonucuna varmıştır. Yeni geliştirilen seçenekler ve ilgili tüketim ve salınım seviyeleri hakkında bilgi gereklidir.

- AB Ecochrome projesinde veriler toplanmalıdır.

Elde edilen çevresel faydalar, ekonomi ve çapraz-ortam etkileri hakkında nicel veriler

- Sanayi ve Üye Devletler, özellikle soğutma sistemleri ve su kullanımı/tekrar kullanım gibi teknikler için bu alanlarda veri toplayıp paylaşmalıdır. Isıtma teknikleri için, tüm seçenekler üzerinde tam çalışma verileri de gereklidir (bkz. Bölüm 4). Bu, daha belirli ve daha yararlı MET'lerin sonuçlandırılmasını ve desteklenmesini (MET'ın yeni veya mevcut tesisler için geçerli olup olmadığı gibi) sağlayacaktır. Bu tipte verilerin toplanması, birden fazla Üye Devleti kapsayan projeler gerektirebilir (muhtemelen "kulüp" yaklaşımı ile düzenlenmiş öneriler için, aşağıdaki "gelecekteki çalışmalar için devir" bölümüne bakınız).

Nicel tüketim ve salım verileri

Sanayi ve Üye Devletlerin tüketim ve salımlara ilişkin teknikler hakkında daha fazla bilgi toplaması gerekir (Ek 8.5'te rapor edilenler gibi). Eldeki veriler, bazı süreçlerin nispeten verimsiz olduğunu göstermektedir. Özellikle ham verilerle karşılaştırılabilir standart veri setleri, belirli bir MET'in yanı sıra iyi tanımlanmış MET grupları ile ilişkili işletim seviyelerini belirlemek için belirli bir tekniği çalıştıran birden fazla kuruluştan toplanmalıdır. Yine, bu, birden fazla Üye Devleti (muhtemelen bir "kulüp" yaklaşımı olarak düzenlenmiş, bkz. aşağıdaki "gelecekteki çalışma için devir"ı) kapsayan projeler gerektirebilir ve bireysel süreçlerin verimliliği hakkındaki daha iyi bilginin yanında, MET'in sonuçlarıyla ilgili olarak daha faydalı tüketim ve salınım seviyelerine izin verebilecektir.

İşlem optimizasyonu için yazılım

Standart formülleri kullanan süreç optimizasyonu için en az bir yazılım paketi bildirilmiştir ve çoğu parametresi değiştirilebilir. Benzeri diğer yazılım paketleri tanımlanmalıdır. Bu tür bir yazılım, finansal taahhütlerden önce kullanıcıların bir dizi MET'ı simüle etmelerini (benzeştirmelerini) sağlar ve bu tür yazılımlara ingilizce dışındaki dillerde de ve bir dizi etkinlik ve senaryoları ile oluşturulmasına ihtiyaç vardır.

Ortaya çıkan süreçlerin ve tekniklerin gelişimi ve uygulanması hakkında güncelleme

Veriler, Bölüm 6'da belirtilen tekniklerin uygulanması ve başarısı için izlenmelidir. Daha sonra, MET'in belirlenmesi ve yöntemlerin teknik ve ekonomik olarak uygulanabilir hale geldiği koşullar için bilgi değiş-tokuşu yapılabilir.

Diğer öneriler

Belge amacının ötesinde, aşağıdaki öneriler bilgi alışverişinden ortaya çıkmış olup endüstrinin MET'lere ulaşmasında olduğu kadar genel sürdürülebilirliğini artırmasında da yardımcı olacaktır. Üye devletlerin, düzenleyicilerin ve sanayinin bu girişimleri benimsemeleri tavsiye edilir.

- **Sektör için çevresel hedefler ve Ar-Ge stratejisi**
  Yüzey işleme sektörü birçok farklı endüstriye hizmet eder ve araştırma, geliştirme ve diğer projeler için farkındalık yaratma ve finansman sağlamaya odaklanma konusunda birleşik bir ses çıkarmaz. Sektördeki çoğu işletmeci KOBİ'dir ve Ar-Ge büyük ölçüde tedarikçiler tarafından gerçekleştirilmektedir. ABD'de bu sorunun üstesinden gelmek için, işletmecileri, tedarikçileri, endüstri profesyonellerini ve düzenleyicileri temsil eden bir çalışma grubu iki stratejik belge üretmiştir. Paralel belgeler Avrupa'da kolayca geliştirilebilir ve bu, belgenin gelecekteki taslakları için veri sağlamanın yanı sıra sürdürülebilirliğe yönelik genel ilerlemeye yardımcı olabilecek MET uygulamalarından faydalanacaktır. Bunlar:
  - sektör için stratejik çevresel hedefler. Belirli çevresel hedeflerin kısa bir listesi (ABD'de yedi tane tanımlanmıştır), bir bütün olarak sektörün MET kullanarak elde

edebileceği çevresel faydaların bir özetini, öncelikler ve bunların elde edilebileceği zaman ölçekleriyle birlikte sağlayabilir.
- endüstri araştırma öncelikleri listesi. Üniversitelere, araştırma kurumlarına, diğer araştırma programları gibi benzerlerine yol göstermekiçin sektörün araştırma önceliklerini içeren kamuya açık bir AB listesi. Bu liste dokümandaki bilgi boşluklarını tanımlamalıdır.

- **Gelecekteki işler için devir**

Avrupa'da, birçok kooperatif veya "kulüp" etkinliği zaten KOBİ'lere çevresel hedefler sağlamada yardımcı olmaktadır. Bu "kulüp" yaklaşımı, tanımlanan daha fazla işleri devretmek için kullanılabilir:
- Birleşik Krallık ve Hollanda'da, KOBİ'lerin çevre izinleri ve düzenlemeleri için danışmanlık tavsiyelerinin maliyetini paylaşma gibi karşılıklı faydalar elde etmelerini sağlayacak "kulüp" etkinlikleri düzenlenmiştir. Her iki durumda da, düzenleyicilere önemli zaman tasarrufu da sağlayacak biçimde düzenleyicilerle işbirliği içinde olmuştur.
- İtalya'da, ECOMETAL tüm metal yüzey işleme sektörünü sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde hareket ettirmeyi amaçlayan kar amacı gütmeyen bir konsorsiyumdur. Bu tür girişimler burada bazı teklifleri sunmak için kullanılabilir.

- **Üçüncü tarafın geri kazanım ekonomik canlılığının arttırılması**

Bu belgenin kapsamı dışında olmasına rağmen, üçüncü taraf geri kazanımı ve atıklar birçok durumda kullanılmak zorundadır. İşin parçalanmış niteliği, atıkların tehlikeli şekilde yok edilmesine yol açmaktadır, çünkü miktarlar ekonomik olarak uygun bir geri kazanımdan düşüktür. Atık çeşitleri, miktarları ve konumları daha büyük miktarlarda geri kazanılabilmeleri için tanımlanmalıdır. Bu gelişme kendini "kulüp" yaklaşımına da taşıyacaktır. Düzenleyicilerin yer alması, atıkların sınır ötesi taşınması, atılmaması ve geri kazanım için faaliyetlerin tanınması gibi düzenleyici konulara yardımcı olacaktır.

- **Sonsuz geri dönüşüm kavramı geliştirilmesi**

Kar amacı gütmeyen İtalyan bir konsorsiyum olan ECOMETAL, malları 'sınırsız geri dönüştürülebilir' olarak etiketlemek için bir proje başlatmıştır. Bu projenin amaçları:
- metalden üretilmiş malların geri dönüşümü hakkında bilgi güncelleme
- geri dönüştürülmüş metallerin yüzdesini artırabilecek alternatif işlemleri araştırma
- metal bileşenlerin üreticiler, uygulayıcılar ve tüketiciler için geri dönüştürülebilir olduğunu onaylamaktır.

İlk iki görev için tasarlanan çıktı, basit ve ekonomik teknikleri kullanarak, hem temel hem de son metallerin geri dönüşüm için uygun olması gereken özellikleri belirleyen protokollerin geliştirilmesidir.

- **Yeni tekniklerin kabul edilmesini arttırmak için başarım-temelli standartların geliştirilmesi**

  Sektörün müşterileri tarafından ikame tekniklerinin ve süreçlerinin kabul edilmesi karşısında bir engel bu bilgi alışverişi sırasında tespit edilmiştir: yüzey işleme için süreçi düzenli olarak sözleşmeler belirler. Süreçin belirlenmesi, daha az toksik malzeme kullanımı ve / veya daha düşük enerji tüketimi gibi diğer çevresel faydalara sahip olan ikame süreçlerinin kullanıma alınmasını kısıtlar. Gerçekte gereksinimler, korozyon direnci, renk ve sertlik gibi başarımlar içindir. Başarıma dayalı standartlar geliştirmek için bazı programlar vardır, ancak, eğitim paketlerinin geliştirilmesi ile birlikte sürdürülmeleri gerekir ki müşterilerin ve kullanıcıların bu standartları uygulamaları artsın.

7.5 Gelecekteki Ar-Ge projeleri için önerilen konular

Akımsız nikel ve bakır

Elektroliz çözeltilerinin aksine, akımsız işlem çözeltilerinin çok sınırlı bir ömrü vardır. Bu çözelti içindeki metal miktarının kaç kez uygulandığıdır (metal deviri, MTO). MTO, gereken

kaliteye bağlı olarak genellikle 6 - 8 kat veya daha azdır. Akımsız süreç aynı zamanda elektrolitik çözeltilerden doğal olarak daha az kararlıdır ve problemlerden dolayı daha fazla çözelti atılır. Pek çok durumda, önemli miktarlarda metaller içerdiğinden, çözeltiler tehlikeli atık olarak atılır. Araştırma şu şekilde gerçekleştirilmelidir:

- banyo çözeltilerinin süresini MTO cinsinden artırmak
- çözeltileri geri dönüştürmek veya yeniden kullanmak için teknikler geliştirmek
- atılan banyolardan metal için kurtarma seçeneklerini iyileştirmek.

Modulasyonlu akım teknikleri ve teçhizatları
Modülasyonlu akım kaplama teknikleri, baskılı devre kartları gibi yüksek hassasiyetli uygulamalarda kullanılır. Üç değerlikli krom çözeltisinden sert krom kaplamak için yeni ortaya çıkan üretim öncesi test aşamasında olan bir teknik açıklanmaktadır. Teçhizat maliyetlerinin iki katına çıktığı tahmin edilirken, teknik kimyasal gereksinimleri basitleştirir, ve böylece enerji ve kimyasal tüketimini önemli ölçüde azaltır. PCB imalatında artan uygulama nedeniyle, teçhizatın maliyeti gerçekte düştüğünden, modüle edilmiş akım tekniklerinin daha fazla araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Yüzey alanını ve çıktı faktörlerini ölçmek için yeni teknikler
Yukarıda belirtildiği gibi, endüstri yüzeyleri işlese de genellikle bir bileşenin yüzey alanı bilinmemektedir. Endüstri hammadde ve enerjiyi denetleme yeteneğini geliştirebildiği gibi, yüzey alanı kalitesini de iyileştirebilir ve dolayısıyla işlem verimi kolaylıkla ölçülebilir. Hesaplamaya yardımcı olan fiziksel, fizikokimyasal veya yazılım paketleri gibi, hızla kullanılabilen ve kullanımı ucuz olan metotlar gereklidir. Yöntemler ayrıca, yüzey alanı ile kullanılan anot malzemesinin ağırlığı, alttaş miktarı ağırlığı vb. gibi diğer çıktı faktörleri arasında ilişki kurmaya da ihtiyaç duymaktadır.

İşlemlerin iyileştirilmiş verimliliği
Sağlanan veriler bazı süreçlerin zayıf verimililiğini göstermiştir (bkz. Bölüm 3). İşlem verimliliğini geliştirmek veya uygun ikameleri belirlemek için araştırma yapılması gerekmektedir.

AK, RTD programları aracılığıyla, temiz teknolojiler, ortaya çıkan atık su arıtma ve geri dönüşüm teknolojileri ve yönetim stratejileri ile ilgili bir dizi proje başlatmakta ve desteklemektedir. Potansiyel olarak bu projeler, gelecekteki belge incelemelerine faydalı bir katkı sağlayabilir. Bu nedenle okuyucular, bu dokümanın kapsamı ile ilgili herhangi bir araştırma sonucunu EIPPCB'ye bildirmeye davet edilmektedir (ayrıca bu belgenin önsözüne de bakınız).

Altı-değerlikli krom kullanılan pasifleştirme için ikame

Başlıca ürün gruplarında terkedilen pasifleştirmede elde edilen altı-değerlikli kromun kullanımı iki yönergeyle sınırlandırılmakta veya yasaklanmaktadır (ömrünü tamamlamış araçlar ile atık elektrikli ve elektronik eşyalara uygulanır). TWG, MET olan ikame maddelerini belirleyememiştir ve bu konuda daha fazla çalışma gereklidir. Bu, ya daha az çapraz-ortam etkisine sahip olan altı-değerlikli pasifleştirme için ikame ya da pasifleştirme gerektiren sistemlerin yerine kullanılabilecek yüzey işlem sistemlerinin tanımlanmasıyla gerçekleşebilir.

8 EKLER

8.1 İlgili mevzuat ve anlaşmalarda bulunan metaller ve bileşikler

Tablo 8.1: İlgili mevzuat ve sözleşmelerdeki metaller ve bileşikler

Metal ve kimyasallar Avrupa direktifi, yönetmeliği veya Uluslararası antlaşma	Kadmiyum	Bakır	Krom	Kurşun	Nikel	Çinko
IPPCD için bir Avrupa kirletici emisyon kaydının (EPER) uygulanmasına ilişkin Komisyon kararı [2, EC, 2000]	Eşik hava kg/yıl: 10 Eşik su kg/yıl: 5	100 50	100 50	200 20	50 20	200 100
Değiştirilen 67/548/EEC sayılı Konsey Direktifi: Sınıflandırma, paketleme ve etiketleme [105, EC, 1967]	Önerilen insan sağlığı sınıflandırması şöyledir: Kanserojen kategori 2, R49 (inhalasyon ile kansere neden olabilir); R48/23/25 (zehirli: solunduğunda ve yutulduğunda uzun süre maruz kalındığında sağlığa ciddi zarar verme tehlikesi); Mutajen kategori 3, R68 (olası geri dönüşümsüz etkiler riski); Reprotoksik kategori 3, R63 (doğmamış çocuğa zarar verme riski); ve muhtemelen R37 (solunum sistemini tahriş eder). Çevre için tehlikeli olarak sınıflandırılması önerilir: Sudaki organizmalar için çok toksik ve su ortamında uzun süreli olumsuz etkilere neden olabilir (R50/53).	Hayır	Mevcut/önerilen sınıflandırma: CrO3: toksik/çok toksik (Kanserojen kategori 1) Na2Cr2O7, Krom (VI) bileşikleri (istisnalar hariç): Kanserojen kategori 2	Başka yerde belirtilenler hariç, kurşun bileşikleri: Reprotoksik kategori 1	Nikel oksitler ve sülfürler: Kanserojen kategori 1	Çinko kromatlar (Cr (VI) kontrollü bir maddedir): Kanserojen kategori 1
Konsey Yönetmelikleri (EEC) Hayır 793/93'e göre öngörülen üçüncü öncelikli maddeler listesi ile ilgili 27 Ocak 1997 tarih ve 143/97 sayılı Komisyon Tüzüğü (risk ve risk azaltma stratejilerinin gözden geçirilmesi)	Kadmiyum, kadmiyum oksit	Hayır	Krom trioksit Potasyum dikromat Sodyum kromat Sodyum dikromat Amonyum dikromat	Hayır	Nikel Nikel sülfat	Hayır

96/82/EC sayılı Konsey Direktifi	Zehirli: Seveso II'yi 100 tonda tetikler		Çok zehirli: beş tonda Seveso II'yi tetikler			
Tehlikeli maddeleri içeren büyük kaza tehlikelerinin kontrolü (Seveso II Direktifi)	Evet: Sadece havacılık, uzay, madencilik, açık deniz ve nükleer sektörlerde kullanılabilir. Ayrıca herhangi bir sektördeki nakliye ve elektrik bağlantıları için bazı güvenlik cihazlarında.	Hayır	Hekzavalent krom olarak	Evet, ancak STM kullanımları için geçerli değil	Nikel metali ve bileşikleri: Bazı istisnalar dışında mücevher veya giysi tutturucularında kullanılmamalıdır.	STM kullanım-larına uygulanamaz
Değiştirilen 76/769/EEC sayılı Konsey Direktifi: Pazarlama ve kullanım kısıtlamaları [144, EC, 1976]	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
86/278/EEC sayılı Konsey Direktifi: Tarımda kullanılan atık çamur [95, EC, 1986]	Evet (X)	Hayır	Hayır	Evet (X ***)	Evet	Hayır
Karar 2455/2001/EC: Su kalitesi alanında öncelikli maddelerin bir listesini oluşturmak [143, EC, 2001]	X = 20 yıl içinde boşaltma, emisyon ve kayıpların durdurulması ya da aşamalı hale getirilmesini amaçlayan öncelikli tehlikeli madde.					
	*** = Öncelikli bir tehlikeli madde olarak olası tanımlama için bir incelemeye tabi.					
Direktif 2002/95/EC: Elektrikli ve elektronik cihazlarda kullanımın kısıtlanması [2, EC, 2000]	Evet	Hayır	Hekzavalent krom olarak	Evet lehimlerde	Hayır	Hayır
2000/53/EC sayılı Direktif: Hayat sonu araçları [99, EC, 2000]	Hayır	Hayır	Hekzavalent krom olarak	Evet (petrol tankları ve PCB'ler hariç)	Hayır	Hayır
OSPAR Sözleşmesi olası kaygı maddelerinin listesi [131, OSPAR, 2002 devam ediyor]	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır

8.2 Metallerin ve plastiklerin yüzey işleminde PFOS (perflorooktan sülfonat)

[109, DEFRA, 2004] PFOS ile ilgili bileşikler, PFOS'un polimer ve nihai ürünün sadece bir kısmı olduğu yüksek moleküler ağırlıktaki polimerlerdir. Yüzey aktif özellikleri ve oksidasyona karşı yüksek direnç gösterirler, bu da onları bir çok uygulamada yararlı kılar. Bu Ek ve atıfta bulunulan raporlar, PFOS ve PFOS'a ayrılan maddeler ile ilgilidir.

Metal kaplamada yüzey gerilimlerini azaltmak ve kaplama sırasında elektrotlarda gazın oluşmasıyla oluşan buğu oluşumunu önlemek için katkı maddelerinde kullanılırlar. Hekzavalent kromun işyeri hava konsantrasyonunu azaltmak için yaygın olarak hekzavalent krom kaplamada kullanılırlar. Eloksal ve asit dekapajında da benzer şekilde kullanılırlar.

Bilinen diğer yüzey bitirme kullanımları şunlardır:

- bakır kaplamada, köpüğü düzenleyerek ve parlaklığı ve yapışmayı iyileştirirken banyo stabilitesini iyileştirerek bulanıklığı önler
- nikel kaplamada, köpüklenmeyen yüzey aktif maddeler olarak, yüzey gerilimlerini azaltır ve iğne delikleri, çatlaklar ve soyulmayı ortadan kaldırarak elektroplakanın mukavemetini arttırır.
- tekdüze bir kaplama kalınlığı üreten kalay kaplamada
- Floropolimer partiküllerine pozitif bir yük vermek ve polimerlerin (örn. PTFE) çelik üzerine elektrolize edilmesine yardımcı olmak.

AB-15'in metal kaplamada genel kullanımının yılda üç ila dokuz ton olduğu tahmin edilmektedir.

Dünya çapındaki en büyük PFOS üreticisi (3M, ABD), 2000 yılında maddenin çoğu kullanımından piyasadan çekilmesi için gönüllü olarak harekete geçti.

ABD ve İngiltere, OECD'nin Mevcut Kimyasallar Görev Gücü ile birlikte, bir tehlike değerlendirmesi üzerinde birlikte çalışma konusunda anlaştılar: ABD, insan sağlığı ve Birleşik Krallık'ta çevre üzerinde çalıştı. Bu tehlike değerlendirmesi tamamlanmış ve daha sonra OECD TF (2002 yılı sonunda) tarafından onaylanmıştır. Sonuçlar, PFOS'un kalıcı, biyo-birikimli ve toksik olduğu ve bu durumun çevre ve insanlar için bir endişe kaynağı olduğu yönündeydi.

Bu içsel özellikler ve maruziyet kanıtı göz önüne alındığında, İngiltere'de bir risk azaltma stratejisi (RRS) başlatılmıştır. Bu bir İngiltere faaliyeti olsa da, Mevcut Maddeler Yönetmeliği Teknik Rehberlik Belgesi kapsamında ortaya konan Avrupa rehberliğini takip etmektedir. Bu şekilde, Birleşik Krallık'ın diğer Üye Devletlere ve gerçekten de sonuçları kullanmak isteyebilecek başka herhangi bir ülkeye yararlı hale getirme niyetidir.

RRS açıkça sadece İngiltere'de faaliyeti iken, AB ve bazı AB Üye Devletleri bu çalışmaya ilgi duyduklarını ifade etmişlerdir.

Strateji Mart 2004'te İngiltere tarafından kesinleştirilecek ve yayınlanacaktır.

8.3 Düzenleyici emisyon sınır değerlerine örnekler

Tablo 8.2: Avrupa'da yüzey arıtma atıksuları için emisyon sınır değerleri (mg/l cinsinden değerler) (CETS)

	PARCOM	Belçika	Fransa [1]	Almanya	İngiltere ve Galler [2]	İtalya [3]	Hollanda	İspanya	Portekiz
Kamu kanalizasyonuna deşarj (PS) veya yüzey suyu (SW)	PS or SW		SW		PS için gösterge BAT değerleri	SW			
Ag	0.1	0.1		0.1	0.1		0.1		
Al		10.0	5.0	3.0		1.0		1.0 – 2.0	5.0
CD	0.2 [4]	0.6	0.2	0.2	0.01	0.02	0.2	0.1 – 0.5	0.2
CN serbest	0.2		0.1	0.2	0.2	0.5	0.2	0.5 – 1.0	0.1
Cr (VI)	0.1 [5]	0.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2 – 0.5	0.1
Toplam Cr	0.5 [5]	5.0	3.0	0.5	1.0	2.0	0.5	Cr(III) 2.0 – 4.0	Cr(III) 3.0
Cu	0.5 [5]	4.0	2.0	0.5	2.0	0.1	0.5	0.2 – 10.0	2.0
F		10.0	15.0	50		6		6.0 – 12.0	15.0
Fe		20.0	5.0	3.0		2.0		2.0 – 10.0	5.0
Hg	0.05 [4]		0.1			0.005	0.05	0.05 – 0.1	0.05
Ni	0.5 [5]	3.0	5.0	0.5 -1	1.0	2.0	0.5	2.0 – 10	5.0
NO_2			1.0			0.6			1.0
P		2.0	10	2		10	15	10 – 20	10
Pb	0.5 [5]	1.0	1.0	0.5		0.2		0.2 –0.5	1.0
Sn	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	10	2.0	10.0	2.0
Zn	0.5 [5]	7.0	5.0	2.0	2.0	0.5	0.5	3.0 – 20	5.0
KOI		300	150	400		160			150
EDT				0			0		
HC Toplam			5.0	0.1	0.1	5	0.1	20 – 40	
VOX	0.1			1.0	0.1		0.1		
Çökebilen katılar					50				60
Toplam tuz yükü			Kısmen sülfatlar için bölgesel olarak	Limit Yok			Limit Yok		
Toplam ağır metal yükü	(bkz. not 5)		15	Limit Yok			50 kg/y/fabrika, 20 kg/y/metal	3	Tüm metallerin toplamı

HC: Hidrokarbonlar

1. Fransa: su tüketimi: Her durulama aşaması için metrekare yüzeyinde 8 litre.
2. İngiltere ve Galler için Çevre Ajansı: MET'ın uygulanmasıyla ulaşılması beklenen izin yazımının rehberliğinden emin olunan MET standartlarıdır.
3. Bazı alanlar için (örneğin, Venedik Lagünü'nün havza havzasında) daha düşük limitler sağlanmaktadır [112, Assogalvanica, 2003]
4. PARCOM: özel olarak artılan edilen atık su akımları için [12, PARCOM, 1992]
5. PARCOM tesisleri küçük metal yüklerini boşaltır (başvuru sahibinin gösterdiği gibi borunun bitiminden önce 200 g/gün'den daha az toplam krom, bakır, kurşun, nikel ve çinko toplamı) olarak sınırlandırılabilir. Toplam krom, bakır, kurşun ve nikel için maksimum dört kat daha yüksek değerler. Bu yetkili makam tarafından verilecektir.

Finlandiya'da yüzey arıtma tesislerinden deşarj için ulusal emisyon limiti değerleri bulunmamaktadır. Genellikle yüzey arıtma tesislerinden gelen atık sular kamu kanalizasyonuna deşarj edilir ve her bir su işleri endüstriyel atık sular için kendi sınır değerlerini belirler. Bununla birlikte, Helsinki Su Şirketi tarafından kullanılan emisyon sınır değerleri, diğer su hizmeti tesislerinde de yaygın olarak uygulanmaktadır. Ayrıca, çevre izinleri yazılı olarak kullanılan metal yüzey işleminden kaynaklanan deşarj ve emisyonların azaltılması için Helcom Tavsiyesi (23/7) bulunmaktadır. Konsantrasyon (mg/l) sınırının yanı sıra, yük (kg/gün) de genellikle tanımlanır. Yük durumu duruma göre belirlenir. Tablo 8.3, Helsinki Su Şirketi'nde kullanılan emisyon sınır değerlerini ve Helcom tavsiyesinde verilen değerleri göstermektedir:

Tablo 8.3: Endüstriyel atık sular için Helsinki Water Co. ve Helcom emisyon sınır değerleri

Madde	Helsinki atıksu arıtma çalışmalarına emisyon sınır değerleri örneği	Helcom Tavsiye yönergeleri (23/7)
Kadmiyum	0.01 mg/l	0.20 mg/l
Cıva	0.01 mg/l	0.05 mg/l
Krom (Cr-toplam)	1.0 mg/l	0.7 mg/l
Krom (VI)	0.1 mg/l	0.2 mg/l
Bakır	2.0 mg/l	0.5 mg/l
Kurşun	0.5 mg/l	0.5 mg/l
Nikel	0.5 mg/l	1.0 mg/l
Gümüş	0.2 mg/l	0.2 mg/l
Çinko	3.0 mg/l	2.0 mg/l
Kalay	2.0 mg/l	
Bağlanmamış siyanür		0.2 mg/l
Siyanür (toplam)	0.5 mg/l	
Uçucu organik halojenler (VOX)		0.1 mg/l
Sülfat, tiyosülfat, sülfit (toplam)	400 mg/l	

Tablo 8.4: Yüzey teknolojisinde hava kirleticileri [104, UBA, 2003]

Madde	Sınıflandırma	Tehlikeli madde referans numarası (Almanya)	Maksimum iş yoğunluğu	TA Luft
Azot oksitler (NOX)	destekleyici yangın aşındırma	TRGS 900	5 mg/m^3	350 mg/m^3
Hidrojen flor (HF)	çok zehirli aşındırma	TRGS 900	2.5 mg/m^3	3 mg/m^3
Hidrojen klorür (HCl)	aşındırma	TRGS 900	8 mg/m^3	30 mg/m^3
Sülfürik asit (SOx)	aşındırma	TRGS 900	1 mg/m^3	350 mg/m^3
NaOH ile Aerosoller	aşındırma	TRGS 900	2 mg/m^3	n/a
Krom (VI) bileşikleri	toksik çevreye zararlı	TRGS 900	0.1 mg/m^3	0.05 mg/m^3

Gürültü

Fransız yönetmelikler yerel çevreye bağlı olarak gürültü için emisyon değerleri dayatır; arka plan seviyesinin üzerinde 3 ila 6 dB (A) arasında bir ses seviyesi tesis dışına yazılır [121, Fransa, 2003].

Atık sularda PCB (baskılı devre kartı) kirletici konsantrasyonu

Tablo 8.5, genel bir kanalizasyona boşaltan tipik bir PCB üretiminin atık sularındaki en yaygın kirletici konsantrasyonlarını göstermektedir.

Tablo 8.5: Atık suların PCB imalatından kamu kanalizasyonuna deşarjı için tipik sınır değerler

Parametre	Alman limit değerleri mg/l cinsindendir (yönetmeliklere göre veya iki saatlik kompozit olarak alınmıştır)
AOX	1
Arsenik	0.1
Kurşun	0.5
Krom	0.5
Chromium VI	0.1
Siyanür	0.2
Bakır	0.5
Nikel	0.5
Gümüş	0.1
sülfid	1
Kalay	2

Suyollarına boşaltma yaparken, yukarıda belirtilen değerlere ek olarak, aşağıdaki değerler gereklidir:

Tablo 8.6: PCB imalatından su yoluna kadar deşarj için tipik değerler ekleme parametreleri

Parametre	Alman limit değerleri mg/l cinsindendir (yönetmeliklere göre veya iki saatlik kompozit
Amonyum bileşiklerinin azotu	50
Kimyasal oksijen ihtiyacı	600
Demir	3
florür	50
hidrokarbonlar	10
Fosfor	2
Balık toksisitesi (TF)	6

8.3.1 Fransa'da yüzey işleme faaliyetlerine uygulanan yönetmelikler

Yüzey işlemenin neden olduğu kirlilik ve rahatsızlıkların çoğu, işyerlerinde sıkı güvenlik ve hijyen önlemlerinin benimsenmesini de gerektiren zehirli ürünlerin kullanımı ve işlenmesinden kaynaklanmaktadır.

Ana kirleticiler Bölüm 1.4'te tanımlanmıştır.

Bu nedenlerden ötürü, yüzey işlemleri doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli düzenlemelere, özellikle de çevrenin korunması için sınıflandırılan tesisler yasasından kaynaklananlara, aynı zamanda su yasasına ve kimyasal ürünlerle ilgili yasaya tabidir. Bazı durumlarda şehir planlama yönetmelikleri, yüzey işleme atölyesinin kurulmasını da engelleyebilir.

Aşağıda sunulan başlıca ulusal düzenlemeler, doğrudan ya da dolaylı olarak yüzey işlemleriyle ilgilidir. Değişime tabi olan bu düzenlemeler, kurulumun yapıldığı tarihte yürürlükte olan düzenlemelerdir. Ayrıca, yerel olarak uygulanabilecek belirli düzenlemelere de halel getirmezler. Bu nedenlerden ötürü, bir çalıştayın yaratılması, değiştirilmesi veya kapatılması ile ilgili herhangi bir proje için, düzenlemeleri belirlemekle sorumlu olan, sınıflandırılmış teçhizat teftiş kurumuna (bölgesel endüstri, araştırma ve çevre departmanı) başvurulması tavsiye edilir. aslında söz konusu dava için geçerlidir.

Kasaba planlama kısıtlamaları

Sınıflandırılmış bir kurulumun yapılması, genellikle, sınıflandırılmış tesisler mevzuatı ya da beyannamenin sunulmasıyla birlikte yetkilendirme için aynı zamanda uygulanması gereken bir inşaat ruhsatı gerektirir.

Sınıflandırılmış tesis mevzuatı

Endüstriyel tesisler nedeniyle kirliliğin önlenmesi, belirli bir yasal çerçeve, yani çevrenin korunması için sınıflandırılan tesisler ile ilgili mevzuat kapsamındadır (çevre düzenlemeleri, L. 511-1 ve müteakip - 19 Temmuz 1976 tarihli eski kanun).

- Yetkilendirme ve bildirim sistemleri: Yetkilendirme sistemine tabi yüzey işleme faaliyetleri, özellikle 26 Eylül 1985 tarihli bakanlar kurulu tarafından ulusal olarak belirlenen asgari şartlar temelinde hazırlanan valilik emirlerinin gerekliliklerini karşılamalıdır.
- 26 Eylül 1985 tarihli Emir: 19 Temmuz 1976 tarihli (Çevre Kanunu'nun L.512-5) kanununun 7 nci maddesinin uygulanmasıyla çıkarılan 26 Eylül 1985 tarihli Bakanlık emri (16 Kasım 1985 tarihli Resmi Gazetesi), yüzey işleme atölyelerine konu olan düzenleme çerçevesini oluşturmaktadır. yetkilendirmek 1972'de başlatılan yönetmeliklerin yansımasının bir sonucudur (4 Temmuz 1972 genelgesi, ardından 22 Mart 1983 tarihli genelge)
- Standart Emir 2565: 30 Haziran 1997 tarihli karar, 2565 sayılı Bölümün kapsanan yüzey işleme atölyeleri için düzenleme çerçevesine tabidir.

Su hukuku

Su ile ilgili mevzuat (çevre kodu - Madde L.210-1 ve müteakip), su kaynaklarının dengeli yönetimini sağlamayı amaçlamaktadır.

Sağlık mevzuatı

Evsel olmayan atık suların bir kamu kanalizasyon şebekesinde bertaraf edilmesi, özellikle gıda endüstrilerinde oldukça yaygın bir uygulamadır. Pratikte, bu çözüm aynı zamanda küçük işletmeler veya yüzey işleme atölyeleri de dahil olmak üzere küçük sanayi yapıları tarafından da sıklıkla kullanılmaktadır.

Atık

Yüzey işleme endüstrisi önemli miktarlarda metalik hidroksit çamurları üretmektedir, ki bunlar, özel üretim atıklarını (SIW), kararname no. Tehlikeli atıkların sınıflandırılmasına ilişkin 15 Mayıs 1997 tarihli 97-517. Yılda yaklaşık 175000 ton hidroksit çamuru Fransa tarafından üretilmekte ve Avrupa Birliği tarafından yılda 1000000 ton üretilmektedir [kaynak: Cetim].

Toprak kirliliği

Yüzey işleme atölyeleri, çoğunlukla toprak ve yer altı sularının ciddi kirliliğinin sebebidir. Toprakları endüstriyel faaliyetlerle kirlenmiş alanlar, sınıflandırılmış tesislere ilişkin yönetmelikler çerçevesinde yönetilmektedir.

Kirletici maddeler

26 Eylül 1985 tarihli emir, açıkça tanımlanmış bir faaliyeti, yani yüzey işleme aktivitesini (sektör yaklaşımı) düzenler.

Çözücüler

- Su ortamı için zararlı çözücüler: 2 Ekim 1991 tarihli talimatlar, yüzey yağlama ürünleri olarak kullanımları dahil olmak üzere trikloroeten (trikloretilen), tetrakloroeten (perkloretilen) ve 1.2-dikloroetan (metilen klorür) suyundaki bertarafı düzenlemektedir. 76/464/CEE sayılı direktif.
- Uçucu organik bileşikler: 11 Mart 1999 tarih ve 99/13/EC sayılı Avrupa Konseyi Direktifi, sanayide çözücülerin kullanılmasından kaynaklanan emisyonları şimdiki ile 2007 arasında %57 oranında azaltmayı hedeflemektedir. Yüzey temizleme atölyeleri bu Direktifin alanına metal temizliği için girebilir. Yağ giderme işlemleri ve bazı boya ve verniklerin uygulanması. Bu Direktifin yetkilendirmeye tabi olan bu faaliyetler için Fransız hukukuna aktarılması, 2 Şubat 1998 tarihli emrin (29 Mayıs 2000 emri ve düzenlenecek emir) değiştirilmesiyle gerçekleştirilir.

Çevre Yönetimi

Mevzuat yönüne ek olarak, bir şirketin çevresel açıdan sonuçlarının sürekli iyileştirilmesini amaçlayan gönüllü eylemlerin önemi vurgulanmaktadır. Bir şirketin başına bir çevre yönetim politikasına kendini adamak için sayısız sebep (imaj, sorumluluk, uzun vadeli strateji) vardır.

8.4 İzleme

İzleme genel ilkeleri ile ilgili referans belge [91, EIPPCB,], izlemenin tüm yönleri hakkında geniş kapsamlı rehberlik sağlar. Su tüketiminin hesaplanması ile ilgili detaylar bu belgenin 3.2.2 Bölümünde verilmiştir. Sektöre özgü bazı konular aşağıdaki bölümlerde verilmektedir.

8.4.1 Metallerin ve plastiklerin yüzey işlemlerinde izleme için genel konular

8.4.1.1 Organik karbon

Bazı durumlarda kimyasal oksijen talebinin (KOİ) yanı sıra atık sulardan toplam organik karbon (TOC) belirlenebilir. TOC, biyolojik olarak parçalanabilir veya arındırılamayan atık sudaki organik bileşiklerin miktarını tarif eder. KOİ metodu hemen her tür organik bileşiği ve çoğu inorganik indirgeyici ajanı oksitler. Atık suda yüksek klorür konsantrasyonu (1000 mg/l) KOİ belirlemesini bozabilir. EN 1484, toplam organik karbon (TOC) için Eurpean standart yöntemidir ve KOİ için ISO standardı ISO 15705: 2002'dir.

8.4.1.2 Hava izleme

Bölüm 3.3.3'te CETS UK'den alınan veriler aşağıdaki prosedürlere göre alınan örneklerden alınmıştır:

Yığın hızı, sıcaklık ölçümleri ve toplam partikül madde (krom dahil) BS EN 13284: 2002 ve BS ISO 9096: 2003'e göre yapılmıştır. Partikül örnekleri bir Stackmite 9096 örnekleme treniyle alındı. Krom tayinleri atomik absorpsiyon spektroskopisi ile yapıldı. Halitler (kloridler) için periyodik örnekleme, 0.1N sülfürik asit çözeltileri içeren bir implantı örnekleme trenine bağlı kalibre edilmiş bir pompa kullanmaktı ve

USEPA 26'ya dayanan 0.1N sodyum hidroksit. Analiz iyon kromatografisi ile yapıldı. Örnekleme ve laboratuvar çalışmaları, ISO 9002 kapsamında akredite edilmiş bir yüklenici tarafından gerçekleştirilmiştir.

Yüklenici, UKAS kapsamında, çoğu laboratuar metoduna (klorür hariç) akredite edilmiştir.

8.4.2 Metallerin ve plastiklerin yüzey işleminden sulu atıkların kendiliğinden izlenmesi

Giriş

[56, Fransa, 2003] Kendi kendini izlemenin uygulanması, atık suların iki amacı olan düzenli analizlerine dayanmaktadır:

- sınırları, bir kamu otoritesi (regülatör) tarafından belirlenen çeşitli türlerin ve akışlarının konsantrasyonuna uygunluk
- Gerektiğinde düzeltici önlemler almak. Kirletici bir yükün belirlenmesi şunları gerektirir:
- sürekli akış ölçümü
- örnekleme
- analiz eder.

Sürekli akışın ölçülmesi

Sürekli akışların ölçümleri, özellikle hassaslıkları ve güvenilirlikleri önemlidir. Su akışlarının ses bilgisi, örnekleme ekipmanlarının kullanılmasını, kirletici yüklerin hesaplanmasını ve atık su arıtma ekipmanı için doğru boyutların belirlenmesini sağlar.

Kullanılan cihaz türü ne olursa olsun, ölçüm, akışların bir kaydını ve hacimlerin toplamını içermelidir. Tüm ölçüm ekipmanlarının en az yılda bir kez bir kuruluş veya nitelikli bir kişi tarafından kalibre edilmesi ve düzenlenmesi gerekmektedir.

İki ölçüm yöntemi vardır:

- açık kanal
- kapalı kontrol, boru hattı veya devre.

Açık kanaldaki akış ölçümü, ölçüm ekipmanının (Venturi kanalları, savaklar veya dolusavaklar, ölçüm cihazları) su ve akış seviyesi arasında bir ilişki elde etmektir. Akış, su seviyesi ölçümü veya basınç ölçümü ile hesaplanır. En çok kullanılan sensörler:

- İyi ölçüm hassasiyetine sahip ancak hassas ve dikkatli bakım gerektiren kabarcık ölçüm cihazları
- Ultrasonik sensörler atıklar ile temas halinde değildir, ancak ultrasonik kafa üzerinde köpük ve nem yoğuşması okumalarda parazit yaratabilir
- yüzer derinlik göstergesi.

Kapalı kontrolde akış ölçümü:

- elektromanyetik ölçüm aparatı
- ultrasonik ölçüm aparatı
- girdap etkisi ölçme aparatı.

Bunların doğruluğu, parçacıklardan ve boru hatlarındaki sürüklenen hava kabarcıkları veya köpükten etkilenebilir.

Örnekleme

Ekipman, atık suların temsili örneklemesine izin vermelidir. Giriş noktasının yeri şu şekilde seçilmelidir:

- Atık su hızı, kısıtlamalar veya engellerle değiştirilmez
- atık homojen olmalıdır
- Giriş noktası, yeterli karıştırma için bir hattın son bağlantısından yeterli bir mesafede bulunmalıdır.

Gerekirse, salınan suyun kalitesini değiştirmeden bir karıştırma istasyonu kullanılabilir. Örnekleme, sabit bir akış durumunda hariç, atık akışına orantılı olmalıdır.

Bir tampon tankından sonra, örneğin:

- Örnekleme sistemlerinin türleri: emme ve pompalama ile
- Yeterli bir giriş hızına izin vermelidir (0.5 m/s'ye eşit veya daha yüksek)
- minimum 9 mm iç çapa sahip emme ve basma boruları ile donatılmış olmalıdırlar.
- Emiş borusunun sırayla temizlenmesi için bir sistemle donatılmış olmalıdırlar.
- Numunelerin iyi korunması için gerektiğinde (KOİ, BOİ analizi gibi) 4 °C'de termal olarak yalıtılmış veya soğutulmuş bir muhafaza ile donatılmalıdır.

Atıkların, maksimum konsantrasyon veya değer (pH gibi) gibi izin verilen koşullar ile uyumlu olmasını sağlamak için diğer örnekler gerektiği gibi alınmalıdır.

Numuneler analizden önce filtrelenmemelidir [12, PARCOM, 1992].

Onaylama

Operatör, aynı örnek üzerinde yılda en az bir kez onaylanmış bir laboratuvar tarafından çift kopya analizine sahip olmalıdır.

- Dış doğrulama prosedürü aşağıdakilere dayanmaktadır:
- akış çizgilerinin ve örneklemin kontrol edilmesi (yılda en az bir kez kontrol)
- hatların analitik kontrolü (kurulum boyutuna göre yılda bir ila dört kez)

- Aynı seriden başlayarak ve bir partinin onaylanmış bir laboratuvara gönderilmesiyle iki seri örneğinin oluşturulması (aynı koruma koşulları, analizlerin eş zamanlı başlatılması).

Numunelerin analizi

Referans yöntemleri:

1. Moleküler absorpsiyon spektrofotometrisi veya kolorimetri: Tahmin edilecek eleman veya tür, renkli bir kompleksi oluşturmak veya yok etmek için bir reaktifle birleştirilir. Bu kompleks suda veya organik bir fazda çözünür. Analiz edilecek çözeltiden bir ışık ışını geçirilir. Arızi ışığın bir kısmı, emici maddenin konsantrasyonuna orantılı olarak solüsyon tarafından tutulur veya emilir. Özel bir dalga boyundaki emici ışığın oranı, bir elektronik ölçümle ilişkili bir optik cihaz (monokromatör) kullanılarak belirlenir.

Avantajları

- çok basit bir teknik
- bazı ekipman taşınabilir
- Yöntem genellikle uygulanan deşarj limitlerine ulaşmak için yeterince hassastır.

Dezavantajları

- Etkilenecek türlerin her zaman spesifik olmamasından dolayı (söz konusu kılavuz elementler reaktif ile ya da orantılı olması gereken unsurlarla ya da renklendirilecek elemanlar renkli elemanların varlığında olabilir) müdahalelere eğilimlidirler.
- Bazı sınır değerleri (örneğin kadmiyum) için yeterince hassas olmayabilir.

2. Atomik absorpsiyon spektroskopisi: Analiz edilecek eleman, yüksek sıcaklıkta olup, moleküler bağların kopmasına ve serbest atomların oluşturulmasına neden olur. Bu atomlar, birbirlerine özgü dalga boylarındaki görünür veya ultraviyole ışık yaymalarını emmeye özelliğine sahiptir.

Absorpsiyon, radyasyonla çaprazlanan atomların miktarı ile orantılıdır, böylece elementin konsantrasyonuna erişim sağlar.

İyonizasyon kaynağı, çözeltinin nebülize edildiği bir solüsyon veya çözeltinin enjekte edildiği bir elektro-termik sistemden (fırın) oluşur.

Avantajları:

- Tüm metal katyonları tahmin etmek için kullanılabilen iyi bir yöntem, daha seçici, daha duyarlı ve diğerlerinden daha hızlı, çok pahalı fakat çok sayıda analizin gerekli olduğu makul bir süre içinde ekonomiktir.

Dezavantajları

- Bu yöntem sadece bir laboratuarda kullanılabilir.

3. ICP emisyon spektrometresi: Bir gaz, sabit frekansta çalışan yüksek frekanslı bir jeneratöre bağlı bir indüktör ile çevrelenmiş bir torçta (kuartzlı tüp) iyonlaştırılır (argon).

Analiz edilecek numunenin bir aerosolü, bu plazmaya bir pnömatik nebulizatör ile enjekte edilir. Atom radyasyonu spektral çizgilerde bir kırınım modeli ile ayrıştırılır.

Bu çizgilerin ışık yoğunluğu, gerekli kimyasal elementlerin konsantrasyonuna dönüştürülür.

Avantajları:

- çok düşük bir tespit limitine ulaşır, eser elementlerin eşzamanlı orantısı ve kuvvetli konsantre elemanlar, müdahalelerin bastırılması, Cr oranı.

Dezavantajları:

- çok pahalı ekipman
- Bu yöntem sadece bir laboratuarda kullanılabilir.

4. İyon kromatografisi: Bu yöntem, bir iyon değişim reçinesi üzerinde ayırma ile sıvı kromatografiyi, ardından çeşitli saptama tiplerini (iletkenlik, amperometri, UV spektrofotometrisi, flüoresan) içerir. Sıvı bir örnek, bir elüsyon akışında analitik bir kolona enjekte edilir ve bu, iyonik türlerin, reçine ile kendi bireysel afinite fonksiyonlarının özel bir fonksiyonu olan göçünü mümkün kılar. Sütun, farklı iyonları tutma sürelerine göre ayırır. Gözlenen zirvelerin zamanı standart bir karışımınkiyle karşılaştırılır (zirvelerin yüksekliği veya yüzeyi kantitatif bir ölçüm sağlar. Bütünleştirici otomatik bir ölçüm yapar.

Avantajları:

- Detektörü kullanarak metal ve toprak alkali katyonlarının incelenmesi
- Amperometrik detektör ile siyanür, sülfür, iyodür ve bromür çalışması.

Dezavantajı:

- Bu yöntem sadece bir laboratuarda kullanılabilir.

5. Temel (veya nokta) teknikler

Bunların hepsi, pH metreler hariç, kolorimetriye dayanmaktadır. Piyasada birçok cihaz bulunabilir. Dört grupta sınıflandırılabilirler:

- Test şeritleri

Bunlar, bir ucunda bir reaktif içeren bir emici kağıt pedine sahip plastik şeritlerdir. Bir test çözeltisine yerleştirildiğinde, ped rengi değiştirir ve yoğunluk ölçülecek türün konsantrasyonu ile orantılıdır. Hassasiyeti ve doğruluğu zayıftır, bu nedenle sadece süreç verimliliğini veya kaza sonucu kirliliği önlemek için kullanılırlar.

Benzer şeritler, geniş veya dar aralıklarda pH'ı test etmek için de kullanılabilir.

- Karşılaştırıcılar

İki kirişli bir sistem kullanılır. Bunlardan bir tanesi örnekte reaktif eklenmiş, diğeri ise renkli bir ölçeğe yönlendirilmiştir. Renkli ölçek, test numunesinin rengine eşit olacak şekilde ayarlanır ve bu, ölçülen elemanın konsantrasyonunu verir.

- Fotometre

Bunlar girişim filtreleri ile sağlanan farklı dalga boylarını izole eden optik bir sistemdir. Kaynak polikromatiktir ve tesadüfi ışık ya tüm görünür spektrumu ya da iki dalga boyu arasındaki bir bandın bir kısmını içerir. Işık sinyali, bir iğne veya dijital aparatlı bir galvanometrede işlenen ve görüntülenen elektrik akımına dönüştürülür. Daha sonra konsantrasyon doğrudan okunabilir.

- pH metre

Bunlar taşınabilir veya laboratuvar tabanlı olabilir.

Sonuç:
Analitik ekipman aralığı, kendi kendini izleme hedefleri için teknik olarak uygundur.

Zorluk, atık suların karmaşıklığında ve orantılı olan, yani boşaltılan atık su miktarına doğru olan örneklere olan ihtiyacındadır.

Sonuçlar, siyanürler haricinde uyumludur (laboratuarların doğrulanmasından önce stabilize edilmeleri gerekebilir veya analizden önce çok fazla zaman geçebilir).

Orantısal örneklerin toplanması ve hazırlanması (stabilizasyon dahil), atık suların karmaşıklığı ve analizlerin tipi ve karmaşıklığı, uygun nitelikli ve eğitimli personel gerektirir.

Referanslar:

[56, Fransa, 2003] Örneklemenin Genel İlkeleri Referans Belgesi [91, EIPPCB,]

8.5 Almanya'da Referans Tesisler

Not: Tesis B veya I için veri verilmedi.

8.5.1 Referans tesis A

Tesisin yaşı: 20 yıl.

Yüzey işleminde çalışan sayısı: 22 çalışan (üretimde 18, yönetimde 4).

Tesis türü: bir firmanın içinde olan işyeri.

Tüm işin üretim birimleri:

- plastik ve çinko dökümhanesi (basınçlı dökme)
- mekanik işlemler (presleme ve işleme)
- boya mağazası
- kaplama
- montaj.

Bu kaplama birimindeki üretim süreçleri
Aşağıdaki işlem adımları ile küçük ürünler için varil tesisi:

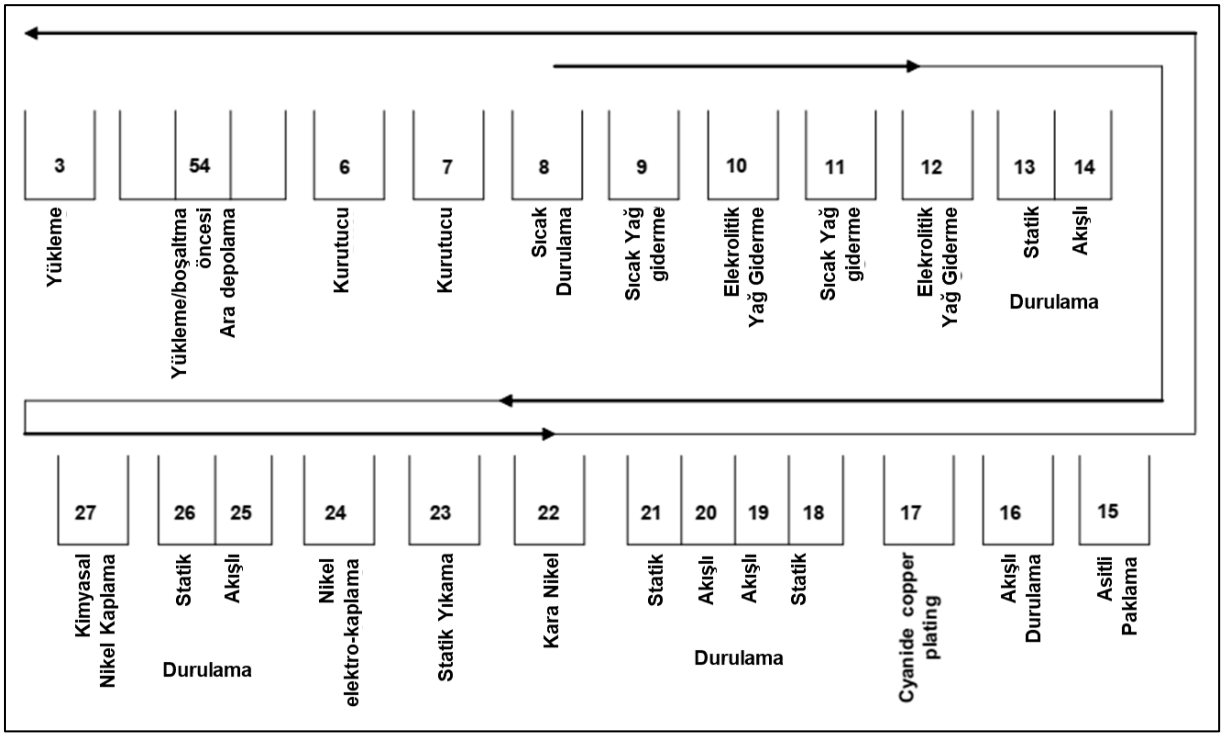
- sıcak yağ giderme
- elektrolitik yağ giderme
- siyanürlü bakır kaplama
- siyah nikel kaplama
- yarım parlak-nikel kaplama
- kimyasal nikel kaplama.

İşlenmiş iş parçalarının temel malzemeleri yaklaşık olarak:

- %60 döküm çinko
- %30 çelik
- %10 pirinç ve bakır.

İş Hacmi

- 54.000 m^2/yıl küçük eşya, dahil:
    - yılda 5000 çalışma saati
    - 5000 ila 10000 varil/yıl
    - İşlenen parçalar 100000 kg/yıl.



Şekil 8.1: Tesis A süreç akış şeması

Tablo 8.7: Tesis A giriş malzemeleri

Ticari isimler de dahil olmak üzere kullanılan kimyasallar	Proses adımı	Litre banyo miktarı veya hacmi	Konsantrasyon	Yıllık tüketim
Rivolta BRX	Sıcak yağ	300	50 g/l	220 kg
Bonder V358	Sıcak yağ	320	100 g/l	325 kg
Entfetter 2032	Elektrolitik yağ giderme	320	150 g/l	450 kg
Sodyum siyanür Bakır siyanür Katkı parça 3 Katkı parça 4 Katkı parça 5 Bakır anotlar	Siyanür bakır	320	25 g/l 55 g/l (Cu^+) 13.4 ml/l 6.8 ml/l n/d n/a	400 kg 300 kg 90 kg 30 kg 30 kg 900 kg
Başlangıç çözeltisi Kurşun tuzu Katkı maddesi BP Katkı maddesi 67 Islatıcı maddeler	Siyah nikel	250	140 ml/l 60 g/l 10 ml/l 5 ml/l n/d	600 kg 100 kg 400 kg 40 kg n/d
Nikel sülfat Nikel klorür Borik asit Islatma maddesi Parlatıcı katkı Nikel anotlar	Yarı parlak nikel	320	65 g/l (Ni^{2+}) 25 g/l (Cl-) 40 g/l 5 ml/l 20 ml/l n/a	900 kg 400 kg 300 kg 90 kg 150 kg 500 kg
Çözelti C-A1 Çözelti C-A2 Çözelti C-A3 Rejenerant C-A5 Çözelti C-A6 Rejenerant C-A8 Nitrik asit	Kimyasal nikel istasyonu 27	320	67.2 ml/l 67.2 ml/l 0.75 ml/l 18.56 l/MTO n/d pH bakımı	300 kg 150 kg 15 kg 300 kg 180 kg 230 kg 1260kg
Kimyasallar	**Proses adımı**	**Litre banyo miktarı veya hacmi**	**Konsantrasyon**	**Yıllık tüketim**
NaOH NaOCl HCI Amidosülfonik asit Pıhtılaştırıcı ajanlar Kireç, katı	Belediye atıksu sistemine deşarj edilmeden önce atıksu arıtma			20980 kg 38000 kg* 2082 kg 700 kg 540 kg 175 kg

* 1 Haziran 99'dan itibaren NaOCl tüketimi sadece 9770 kg idi, çünkü nitrit muamelesi amidosülfonik aside değiştirildi
n/d = belirlenmemiş n/a = uygulanamaz

Tablo 8.8: Tesis A'nın hizmet ömrü, izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması

Proses adımı	Malzeme	Dolum miktarları	Dolum döngüsü	Analitik kontrol döngüsü
Sıcak yağ	Rivolta BRX	4.4 kg/w	Haftalık (w)	Haftalık
Sıcak yağ	Bonder V358	6.3 kg/w	Haftalık (w)	Haftalık
Elektrolitik yağ giderme	Entfetter 2032	9 kg/w	Haftalık (w)	Haftalık
Siyanür bakır	Sodyum siyanürlü bakır Siyanür Katkı parça 3 Katkı parça 4 Katkı parça 5 Bakır anotlar	1.6 kg/gün 1.2 kg/gün 360 g/gün 120 g/gün 120 g/gün 3.6 kg/gün	Günlük (d)	Günlük
Siyah nikel	Kurşun tuzu Katkı maddesi BP Katkı maddesi 67 Islatıcı maddeler	2.4 kg/gün 400 g/gün 1.2 kg/gün 160 g n.b.*	Günlük (d) n.b. * analiz olmadan rutin olarak eklendi	Günlük
Yarı parlak nikel	Nikel sülfat nikel Klorür Borik asit Islatıcı Parlak katkı Nikel anotlar	18 kg/w 8 kg/w 6 kg/w 1.8 kg/w 3 kg/w 10 kg/w	Haftalık (w)	Haftalık
Kimyasal nikel	Çözelti C-A1 Çözelti C-A2 Çözelti C-A3 Regenerate C-A5 Çözelti C-A6 Regenerate C-A8 Nitric acid	1.2 kg/gün 600 g/gün 60 g/gün 1.2 kg/gün 720 g/gün 920 g/gün 5 kg/gün	Günlük (d)	Günlük

Kullanılan problemli materyaller için ikame

Pres döküm çinko malzemelerin bakır kaplaması için siyanür içermeyen sistemler mevcut değildir.

UV-radyasyon destekli oksidasyon ile silikatların sodyum hipoklorit (AOX probleminden kaçınmak için) oksidasyonunu yerine koyma girişimleri başarısız oldu. Kullanılan NaOCl miktarının düşük tutulması için, nitrit muamelesi, amidosülfonik asit ile indirgeme olarak değiştirildi; bu, daha önce kullanılan sodyum hipoklorit çözeltisi miktarının yaklaşık %50'sinin tasarrufuna neden oldu.

Tablo 8.9: Tesis A süreç banyolarının hizmet ömrü

Adlandırma	Giriş Maddeleri	Konsantrasyon (g/l)	Sıcaklık (°C)	Hizmet Ömrü
Sıcak yağ giderme	Rivolta BRX	50	60	1 ay
Sıcak yağ giderme	Bonder V358 M	100	60	1 ay
Elektrolitik	Entfetter 2032	150	60	3 ay
Yağ giderme	NaCN Cu	25 55	50	Nadiren değiştirilir
Siyanür	Başlangıç çözelti kurşun tuzu	760	60	Nadiren değiştirilir
Siyah nikel	Ni^{2+} Cl^{-} H_3BO_3	65 25 40	60	Nadiren değiştirilir
Yarı parlak nikel	Ni^{2+} indirgen madde	4.7 24.4	90	2 ay

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Nikel ve bakır elektrolitlerin kullanım ömrü - kimyasal nikel çözeltileri hariç - pratik olarak sonsuzdur, çünkü sürüklenme, kirliliklerin zararlı bir konsantrasyona ulaşmadığı kadar yüksektir. Özel banyo bakım önlemleri gerekli değildir. Kirlilikler bir baypas sisteminde filtrelenerek siyah nikel ve elektrolitik çözeltilerden uzaklaştırılır. Geri kalan besinler için özel bakım önlemleri kullanılmaz; Elde edilen hizmet ömürleri yeterli kabul edilmektedir.

Sürüklenmenin azaltılması için önlemler

Bu hattın varilleri, tamburdaki sıvının daha iyi boşaltılması için özel olarak tasarlanmıştır. Banyodan çıktıktan sonra, daha iyi boşaltma yapmak için namlu döndürülür. Genel damlama zamanları, zamanın 15 saniye olduğu bakır ve nikel kaplama tankları hariç olmak üzere beş saniyeye kadar sabitlenir.

Tesis çok çeşitli programlar yürütmektedir. Sonuç olarak, ön muameleler ve durulama için damlama süresi beş saniye ile sınırlıdır.

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi farklı şekillerde gerçekleşir:

- Elektrolitlerin buharlaşma kayıpları statik durulamalardan toplanarak yapılır.
- Bakır, siyah ve yarı parlak nikel geri dönüşü banyoya çekildikten sonra statik durulamada ön daldırma (ekolojik durulama). Kimyasal nikel elektrolitleri anlamlı bir şekilde geri gönderilemez, çünkü eşzamanlı kirlilik birikimi, çözeltinin servis ömrünü büyük ölçüde azaltacaktır.

Bu şirkette dışarı sürüklenen elektrolitlerin geri dönüşümü için durulama suyu için buharlaştırma sistemleri kullanılmamaktadır.

Durulama teknolojisi

Genel olarak, kullanılan durulama sistemi "statik durulama/akış durulama" dır, ancak akış durulama döngüsünde iyon değiştiriciler boyunca yönlendirildiği, sadece iki aşamalı bir durulama teknolojisi ile. İş parçası çıktısı saatte sadece bir iki davul olduğundan ve sürüklenme sadece küçük olduğundan, çok az miktarda atık su oluşur. Statik durulama sadece haftada bir yenilenir ve biriken atık su miktarı yaklaşık 1.1 m3/sam3/saafta'dır; İyon değiştiricilerin elüsyonundan az miktarda atık su buna eklenir.

Akış durulama suyunun durulama suyu için iyon değiştirici tesisi, işletmenin tüm yüzey işleme birimleri için merkezi bir tesis olarak işletilmektedir. Şu anda, 17 durulama bir döngü içinde boşaltılmaktadır; açıklanan bakır/nikel biriminden beş tanesi. İyon değiştirici tesisi 20 m^3/s'lik bir çıkışa sahiptir ve her biri 500 litre reçine içeren eşanjör kolonlarından oluşur. Her yedi iş günü içinde katyon ve anyon değiştiriciler rejenere edilir. Bu 8 m3/sam3/saafta bir atık verir.

Bakır kaplamadan sonra statik durulama, mevcut bakırın geri kazanılması için, 150 l/saatte bir elektroliz hücresine bir baypas içinde yönlendirilir. Durulama hizmetinin ömrü yaklaşık altı aya yükseltildi, aynı zamanda 120 kg/yıl bakır elektrolitik olarak geri kazanıldı. Elektroliz hücresi için enerji tüketimi yılda yaklaşık 950 kWh'dir.

Atık su arıtma

Tüm üretim alanları için merkezi bir atık su arıtma tesisi vardır, bu nedenle bakır/nikel tesisi, arıtılan atık suyun toplam spektrumunun sadece küçük bir bölümünü temsil eder.

Asit veya alkali atık içeren nikel/demir-siyanür

Sular ayrı ayrı toplanır ve arıtmaya tabi edilir.

Atık su arıtma tesisi, her biri 10 m^3 olan iki statik arıtma tankından oluşmaktadır. Her zamanki arıtma siyanür ve Cr (VI) 'nın ayrı ayrı arıtması için mevcuttur.

Siyanür ve nitrit içeren akımlar daha sonra nötrleştirme ve ağır metal çökeltme için kalan konsantreler ile karıştırılır. Son muamele için, arıtılmış su, belediye atık su sistemine deşarj edilmeden önce çakıl filtreleri ve seçici iyon değiştiricilerden geçirilir.

Atık su akışları:

- Siyanür içeren 10 m3/sam3/saafta akışı
- nikel/demir içeren 1,5 m3/sam3/saafta akışları
- 20 m3/sam3/saafta asit/alkalin akışı
- Ortalama 5.7 m3/sam3/saafta elüat iyon değişimi elüat.

Atık suda ağır metallerin emisyon seviyeleri

Tablo 8.10: Tesiste ağır metaller için emisyon seviyeleri

Parametre	Limit değerleri	İç kontrol ölçümleri	Dış analiz	Dış analiz
Bakır	0,5 mg/l	0,13 mg/l	0,63 mg/l	0,18 mg/l
Nikel	1,0 mg/l	0,13 mg/l	0,20 mg/l	0,34 mg/l
Çinko	2,0 mg/l	0,24 mg/l	0,15 mg/l	0,05 mg/l

Haftada ortalama 35 - 40 m^3 atık su ve ortalama 0.25 mg/l Cu değerleri,

0.25 mg/l Ni ve 0.15 mg/l Zn, yıllık ağır metal yükü 440 ila 500 g bakır, 440 ila 500 g nikel ve 260 ila 300 g çinko içerir.

Atık miktarı

Atık, temel olarak atık su arıtımından yıllık olarak üretilen yedi ton galvanizli çamurdur. Bazı alkali konsantreler de harici olarak arıtılır. Küçük miktarlarda absorbsiyon ve filtre malzemesi de vardır.

Tablo 8.11: Tesis A atık miktarları

Atık tipi	Avrupa Atık Kataloğu No.	Yıllık miktar	Bertaraf veya geri dönüşüm	Taşımacılık dahil maliyetler
Tehlikeli maddeler içeren çamurlar	11 01 09	7,02 t	Pirometalurjik nikel geri dönüşümü	Ton başına 225 EUR
Kostik çözeltiler	11 01 07	2,0 t	Kimyasal/Fiziksel Arıtma	Ton başına 450 EUR
Tehlikeli kirliliklere sahip absorpsiyon ve filtre malzemeleri	15 02 02	0,15 t	Kimyasal/Fiziksel Arıtma	Ton başına 420 EUR

Atık su arıtımından elde edilen galvanik çamur, bir pirometalurjik geri dönüşüm tesisindeki ikincil bir hammadde olarak tamamen kullanılabilir. Kompozisyon Tablo 8.12'de gösterilmiştir.

Tablo 8.12: Tesis A elektro kaplama çamurun metal bileşenleri

Elektro kaplama Çamuru			
Katyonlar	İçerik	Anyonlar	İçerik
Kalsiyum	55,1 g/kg	Sülfür	10,7 g/kg
Demir	37,3 g/kg	Klorid	9,1 g/kg
Nikel	49,5 g/kg		
Bakır	26,9 g/kg		
Çinko	38,1 g/kg		
Titanyum	1,0 g/kg		
İz Elementler			
Krom	109,9 mg/kg		
Manganez	33,3 mg/kg		
Molibden	458,1 mg/kg		
Baryum	79,7 mg/kg		
Tungsten	253,9 mg/kg		
Kurşun	319,3 mg/kg		

Maliyet hususları

Sermaye harcamaları şu tutarlara ulaştı:

- Varil tesisi için 150000 EURO
- Atık su arıtma tesisi için 125000 Euroo
- Statik durulamadan elektrolitik bakır geri kazanımı için 15000 EURO
- Yem sularının temizlenmesi için bir filtre ünitesi için 4000 EURO.

Bakım ve bakım masrafları:

- Varil tesisi için yıllık 5000 EURO
- Atık arıtma için yıllık 2500 EURO.

Vardiya işlemi için personel gideri yıllık olarak 45000 Euroo'dur.

Elektrolitik bakır geri kazanım tesisinin ekonomisi

Tesisin toplam maliyeti, enerjinin olduğu aşağıdaki faktörlerden kabaca hesaplanır.

Maliyetler 0,08 EURO/kWh olarak belirlenmiştir:

- sermaye maliyetleri = %8 600 EURO/yıl
- bakım/onarım (ölçülen kısım) 300 EURO/yıl
- enerji harcaması = 950 KW x DEM 0.16/kWh = 76 EURO/yıl
- Yıllık maliyetlerin toplamı = 976 EURO/yıl

Bu maliyet tasarrufu kaydedilen su miktarından (statik durulama daha az deşarj), tasarruflu atık üretiminden, geri dönüştürülmüş bakırdan elde edilen gelirin ve düşük nötralizasyon kimyasallarının kullanımından kaynaklanır. Birim tasarrufu:

- Tatlı su 3 EURO/m3
- bakır 0.9 EURO/kg için ilerler
- %50 NaOH 0.23 EURO/kg.

Yıllık tasarruf

- Tatlı su için tasarruf = 10 m3/yr x EUR 3/m3 = 30 EUR/yıl
- Bakır = 90 kg/yıl x EUR 0.9/kg = 78.8 EUR/yıl
- birikmiş yağış kimyasalları (NaOH): 133,3 kg: 0,76 kg/l x 23 EUR/l = 33,5 EUR/yıl
- çamurun tasarruflu bertaraf maliyetleri: 0,4545 tx 275 EURO/ton = 95 EUR/yıl

Yıllık tasarrufların toplamı = 237 EUR/yıl

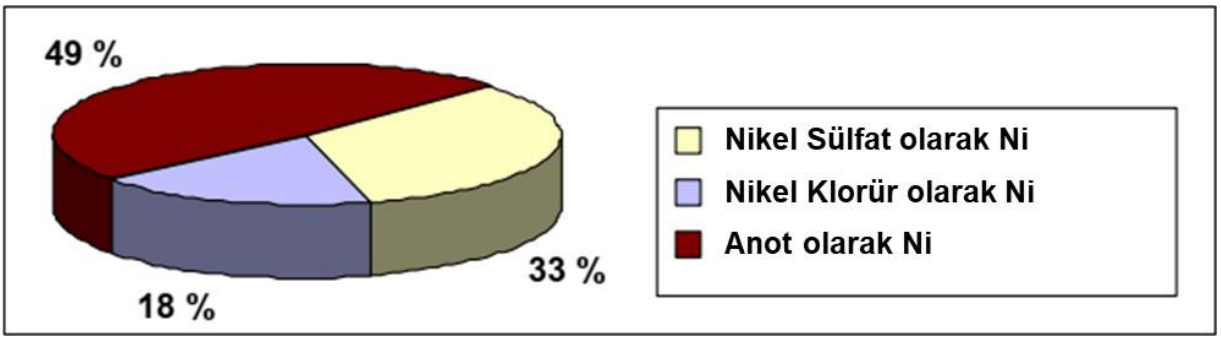
Yıllık maliyetler yıllık tasarrufları aştığından, bu teknik için ekonomik bir sürücü yoktur. Bu zaten operatör tarafından bilinir.

Girdilerin ve çıktıların tahmini

Tesis A için, aşağıdaki veriler mevcut verilerden tahmin edilebilir:

Girdi nikel miktarı = yaklaşık 1023 kg/yıl, aşağıdakilerden oluşur:

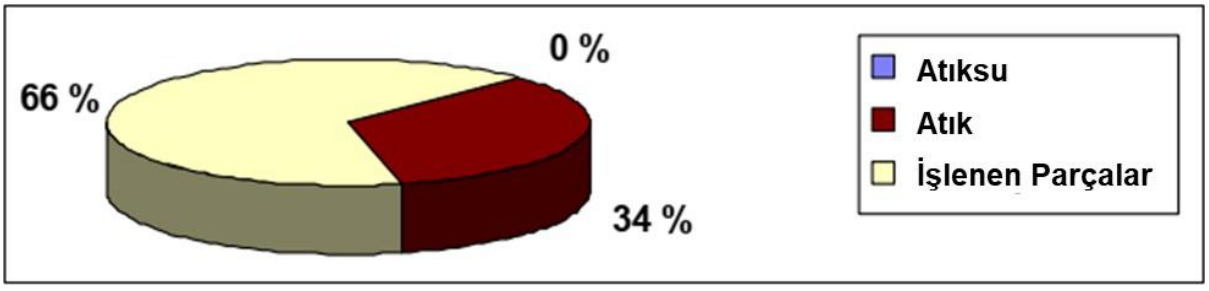
- nikel sülfat 900 kg/yıl, 341,5 kg Ni/yıl'a göre
- nikel klorür 400 kg/yıl, 181,2 kg Ni/yıl'a göre
- nikel anot 500 kg/yıl.



Şekil 8.2: Tesis A Nikel Girdileri

Yayılan nikel miktarları = 347 kg/yıl, kullanılan girdi materyalinin %34'ü,

- Atık suda 0,5 kg/yıl
- Atık olarak 346,5 kg/yıl.



Şekil 8.3: Tesis A Nikel Çıktıları

Giriş bakır miktarı = 1065 kg/yıl, şunlardan oluşur:

- Bakır siyanür 300 kg/yıl, 165 kg Cu/yıl eşittir
- bakır anot 900 kg/yıl.

Yayılan bakır miktarları = yaklaşık 189 kg/yıl, kullanılan malzemenin %18'ine eşittir, bunlardan oluşur:

- Atık suda 0,5 kg/yıl
- Atıklarda 188.3 kg/yıl.

Metal içeren tüm metaller metalürjik tesislerde geri dönüştürüldüğünden, genel metal kayıpları en aza

indirgenir. Sistemdeki tek tam kayıplar, atık sudaki emisyonlar ve %30 oranında olabilen metal tozlarında verimsizliklerdir.

8.5.2 Referans Tesis C

Tesisin yaşı: veri yok

Tesis türü: bir firmanın içinde olan işyeri

Çalışan sayısı: 180

İşletmenin üretim birimleri:

- plastikler için döküm (enjeksiyon kalıplama) ve çinko (basınçlı dökme)
- mekanik muamele
- galvanizleme
- montaj.

Kaplama ünitesindeki üretim süreçleri:

- Bakır kaplama
- Nikel kaplama
- Krom kaplama

gerekli tüm muamele öncesi ve sonrası süreçler

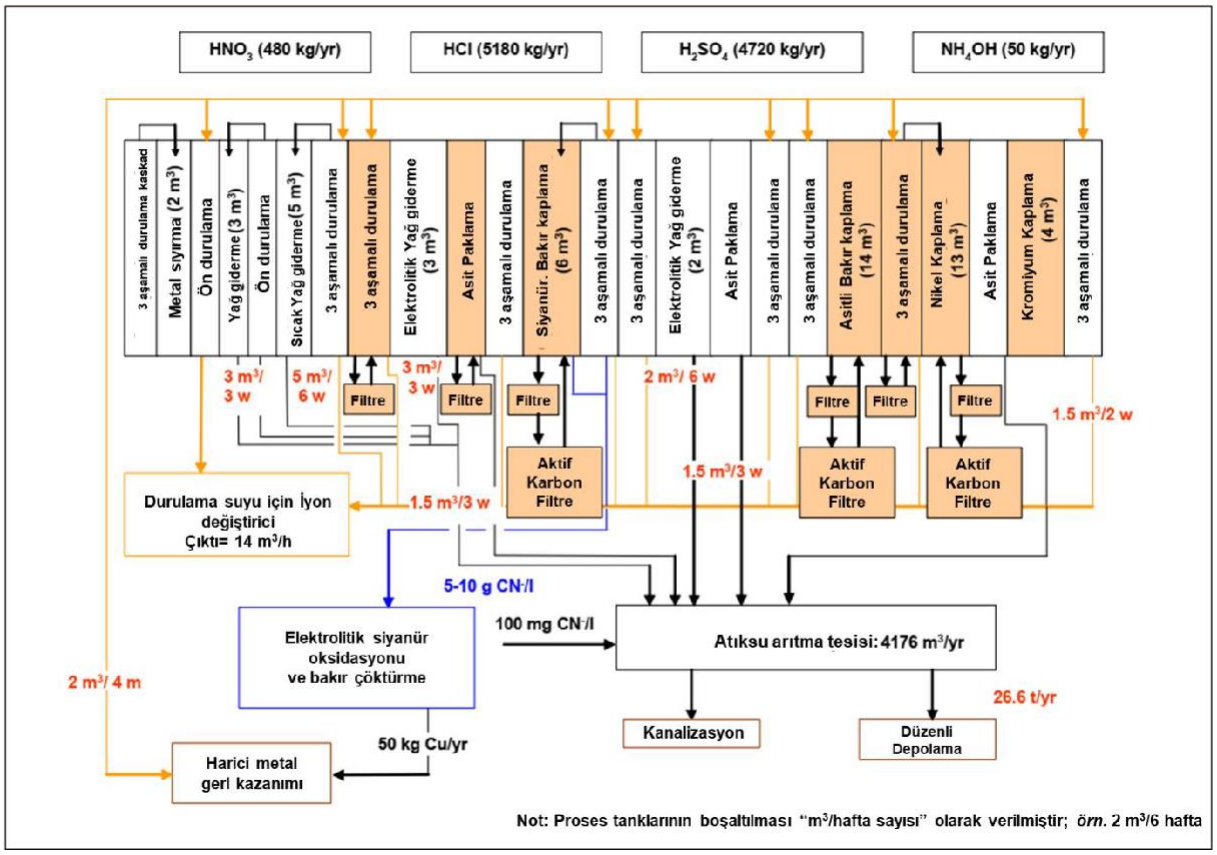
Temel malzeme: çinko döküm ve pirinç

Verim: Veri yok

İşlem teknelerinin hacmi

- Sıyırma 2.2 m^3
- 3,2 m^3'lük yağ giderme
- 4.8 m^3 yağ giderme
- Elektrolitik yağ giderme 7.2 m^3
- Asitli Bakır Kaplama tekne I 5.9 m^3
- Asit bakır kaplama tekne II 14.1 m^3
- Nikel kaplama 13 m^3
- Krom kaplama 3.8 m^3.

Proses teknelerinin toplamı 30 m^3'ten daha büyüktür; Bu nedenle tesis, IPPC Direktifi uyarınca onaylanacaktır.



Şekil 8.4: Tesis C süreç akış diyagramı

Kullanılan problemli materyaller için ikame

Asit bakır kaplama banyosu ile bir parlatıcı olarak metanol kullanıldı, ancak toksisitesi nedeniyle değiştirildi.

Bakır kaplama kalıp döküm çinko parçaları olduğunda siyanürler değiştirilemez.

Siyanürün atık sudaki ana kısmı, sodyum hipokloritin kullanımını en aza indiren, elektrolitik olarak oksitlenir. Bununla birlikte, sodyum hipoklorit tamamen değiştirilemez ve hala durulama suyu içeren siyanür ile kullanılır.

Sürüklenmenin azaltılması için önlemler

İşlem çözeltilerinin düşük konsantrasyonları genellikle kullanılır. Boşaltma süreleri 10 saniyeye kadardır, bu da nispeten iyi bir boşaltma sağlar ve böylece daha küçük kayıplar oluşur.

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Asit, bakır ve nikel elektrolitleri, servis ömrü altı kata yükseltilebilen iki öncül gibi filtrelenir.

Bakır elektrolitler, neredeyse sınırsız bir hizmet sağlayan aktif kömürle işlenir.

Durulama teknolojisi

Durulama teknolojisi genellikle üç aşamalı kaskattır. Ayrıca durulama suları iyon değiştiricilerle geri dönüştürülür.

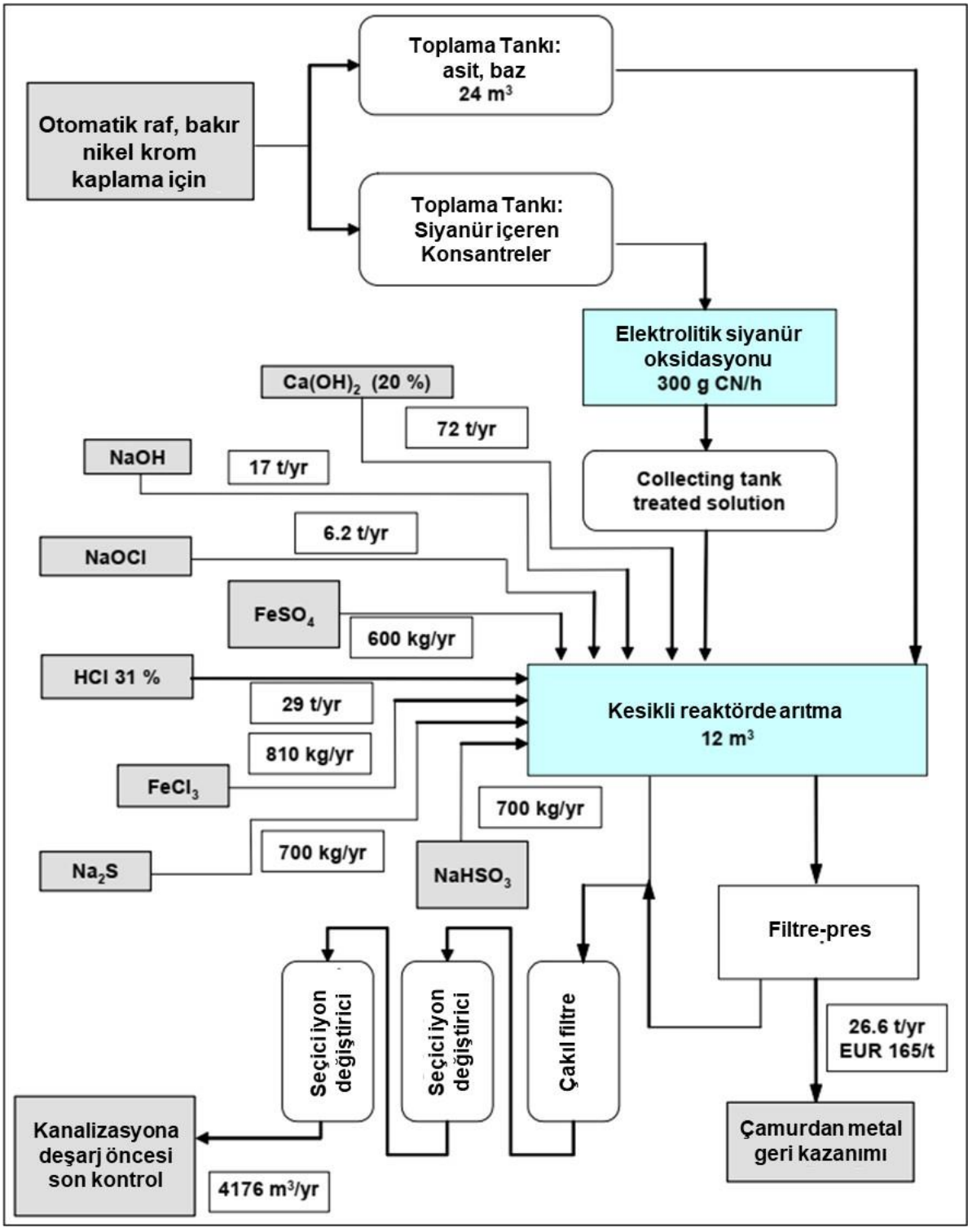
Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi

Süreç çözeltilerine önceden belirlenmiş bir çalışma seviyesine durulama suyunun otomatik geri bildirimi vardır. Bu, tüm yağ giderme çözeltileri ve siyanür bakır, saten nikel ve krom elektrolitleri ile.

Parlak nikel elektrolit ile bir ön daldırma (eko durulama tipi) kullanılır ve yaklaşık %50'lik bir geri kazanım elde edilir.

Tesis Verileri

- Tesis verimi: 25000 raf/yıl, 40000 ila 50000 m2 arıtılmış yüzey/yıl
- anot malzemesi: nikel (veri yok), bakır 750 kg/yıl
- kromik asit: 2400 kg/yıl, ki bu 1248 kg Cr/yıl'dır.



Şekil 8.5: Tesis C atık su arıtma tesisi akış şeması

Galvanik çamur aşağıdaki bileşime sahiptir

- kuru kalıntı yaklaşık %50

- bakır 4.3 g/kg
- nikel 14.8 g/kg
- demir 17,5 g/kg
- çinko 2.2 g/kg
- kalsiyum 112.5 g/kg
- krom 44,5 g/kg

Atık su atığındaki ağır metallerin konsantrasyonları

- bakır 0.25 mg/l
- nikel 0.2 mg/l
- krom 0.10 mg/l
- demir 1.8 mg/l.

Metal dengeler

a) Bakır

- Giriş bakır miktarı (anot malzemesi) 750 kg/yıl
- Atık su arıtma çamur ile bakır deşarj 114 kg/yıl
- Atık su ile bakır deşarjı 1,04 kg/yıl.

Bakırın yaklaşık %15.3'ü süreçten kaybolmaktadır (%84.7 kullanım); Toplamın %0.14'ü atık suda kaybolur.

b) Nikel

- giriş nikel miktarı (anot malzemesi) 10815 kg/yıl
- Atık su arıtma çamuru ile nikel deşarjı 394 kg/yıl
- Atık suda nikel deşarjı 0,83 kg/yıl.

Girdi nikel miktarları (10815 kg), yıllık olarak atık olarak 703.1 kg emisyona maruz kalmaktadır. Bu %96,3 kullanımına karşılık gelir. Atık su ile yayılan nikel kısmı, giriş miktarının < %0.01'ine eşittir.

c) Krom

- Giriş krom miktarı (H2CrO4 olarak) 1248 kg/yıl
- Atık su arıtma çamuru ile krom deşarjı 336 kg/yıl
- 0,4 kg/yıl atık su ile krom deşarjı.

Girdi krom miktarının yaklaşık %27'si (esas olarak atık olarak), %73'ü kullanılır. Atık su yolu %0,032 oranında katkıda bulunmaktadır.

Genel

Kaplama çamuru metalurjik süreçlerde tamamen ikincil hammadde olarak kullanılmaktadır. Genel sistemdeki giriş metallerinin kaybı %<1 (aslında %0,018) ve bu da atık sudaki emisyonlar. Bununla birlikte, bu durum, %70 gibi düşük bir orana sahip olan, örneğin, eriticilerdeki metal geri kazanımının verimliliğini hesaba katmaz.

8.5.3 Referans Tesis D

Tesisin yaşı: veri yok

Tesis türü: bir firmanın içinde olan işyeri

Çalışan sayısı: veri yok

Tüm işletmenin üretim programı:

- mekanik iş
- kaplama ve
- Paketleme ve sevkiyat dahil olmak üzere montaj.

Bu kaplama biriminin üretim programı (Tesis D):

- Bakır kaplama
- Nikel kaplama
- kimyasal nikel kaplama
- krom kaplama
- gümüş ve altın kaplama.

Temel malzeme
Çelik ve pirinç parçalar

Çıktı
3000 ton çelik ve demir dışı metaller

İşlem teknelerinin hacmi

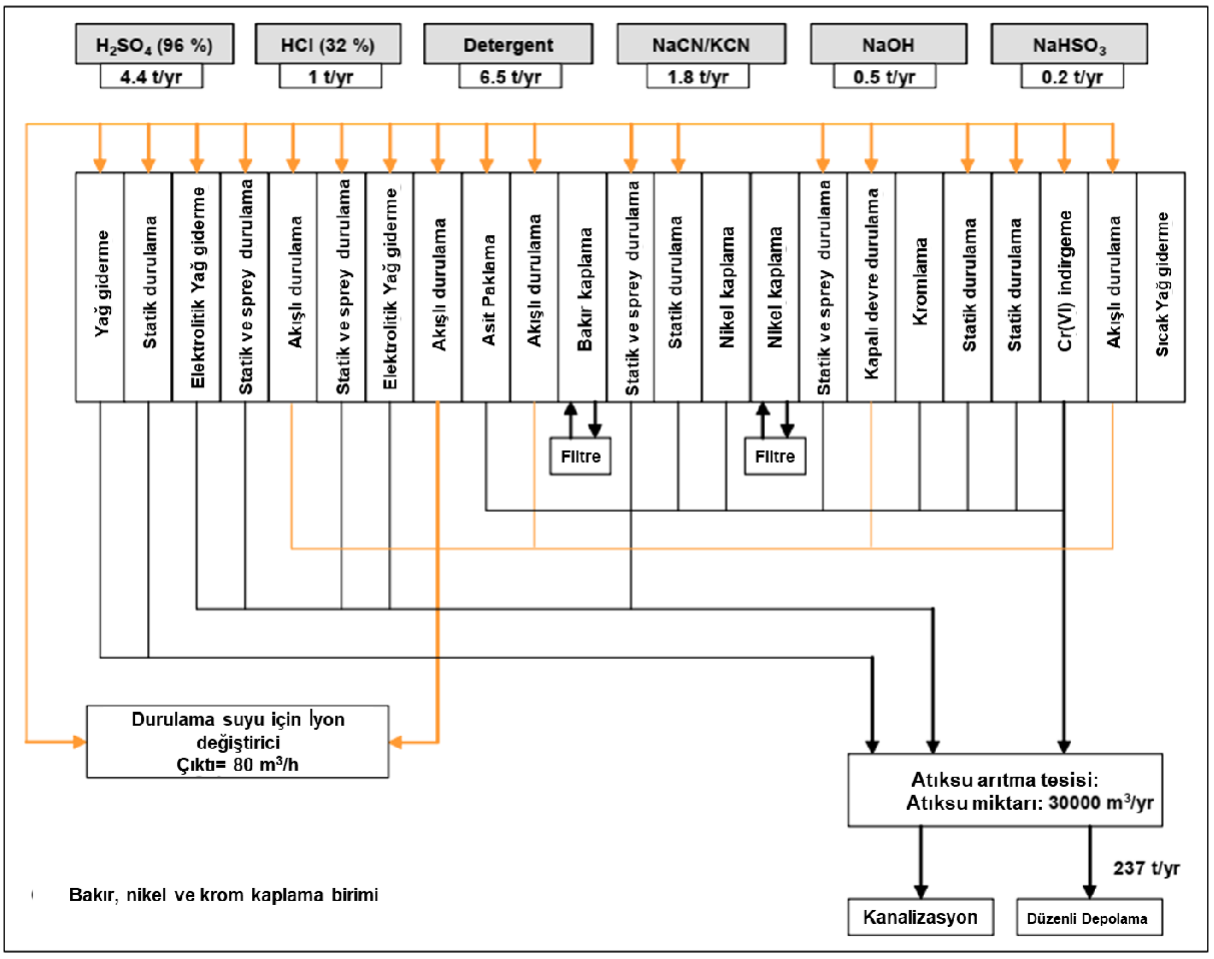
- 16 m3 sıyırma metal
- Yağ giderme 3.6 m3 emmek
- Elektrolit yağ giderme 11.2 m3
- Siyanürlü bakır kaplama 4 m3
- Asit bakır kaplama (veri yok)
- Nikel kaplama 15 m3
- Krom kaplama 4.4 m3
- Gümüş kaplama 12 m3.

Malzeme girişi
Veri yok.

Kullanılan problemli materyaller için ikame
Siyanürler kısmen yağ giderme çözeltilerinde ikame edilir. Siyanürlü bakır kaplama için ikame, ciddi kalite problemleri ile sonuçlandı ve bu nedenle geri çekildi. Siyanürün sodyum hipoklorit oksidasyonuna bir alternatif olarak, karoten ve UV-ışınları ile desteklenmiş elektrolitik oksidasyon, hiçbir başarı elde edilmeksizin geniş ölçüde denenmiştir.

Sürüklenmenin azaltılması için önlemler
Krom kaplama ünitesindeki kromik asit konsantrasyonu 150 g/l'ye düşürülmüştür; bu şekilde sürüklenen elektrolit sonuçlarında önemli bir azalma meydana gelmiştir.

Rafların iç yapısı ve rafların yoğun bakımı, sürüklemenin önemli ölçüde azaltılmasına neden oldu.



Şekil 8.6: Tesis D süreç akış diyagramı

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Bakır, nikel ve gümüş elektrolitler filtrelenir; gümüş elektrolitler ek bir aktif karbon muamelesi ile arıtılır edilir.

Durulama teknolojisi

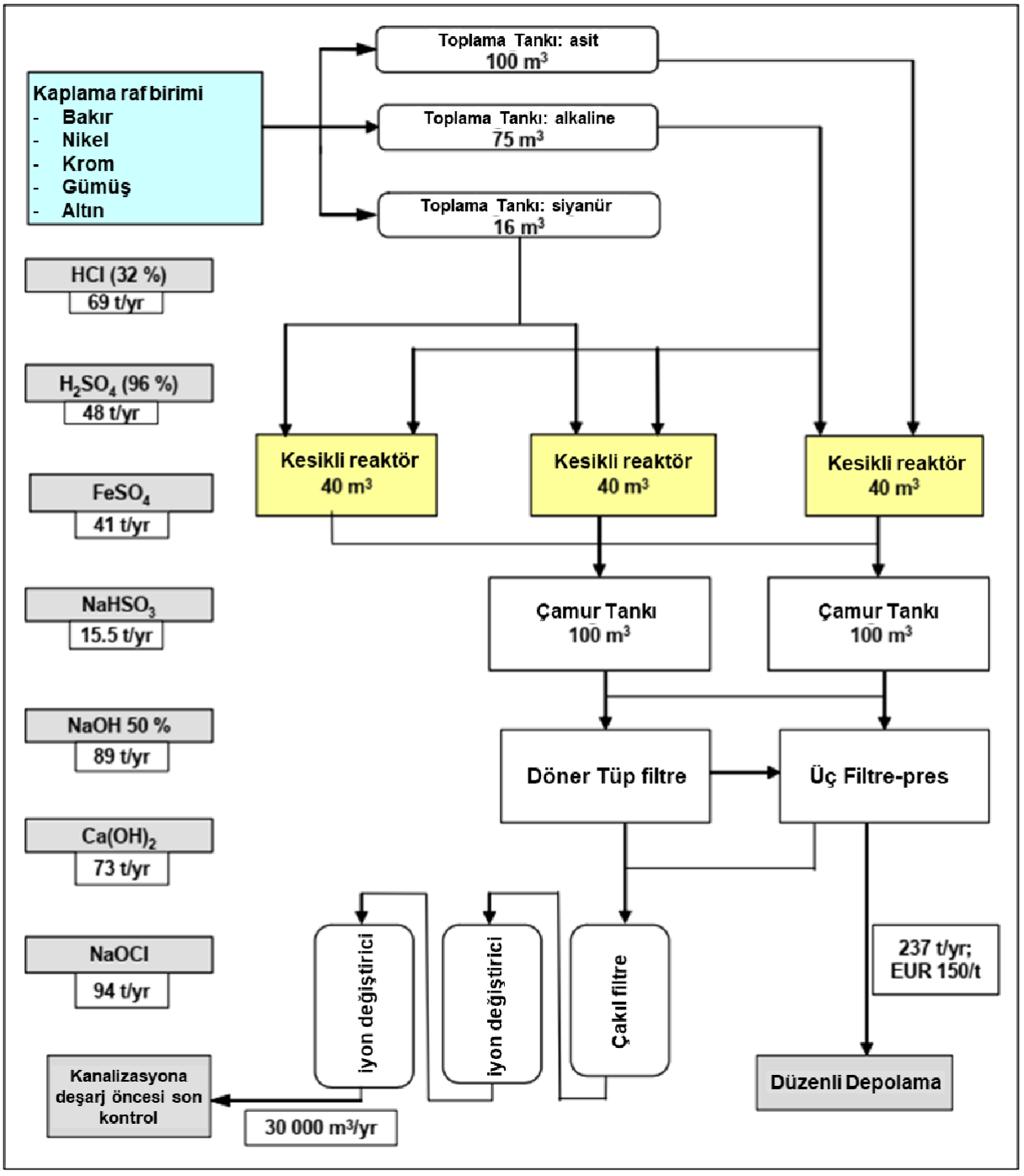
Durulama teknolojisinin düzeni genellikle üç aşamalı kaskad durulamadır; Bir istisna asitleme sonrası durulamadır. Üç kademeli kademeli durulama durulamaları, iki durulama durulama ya da bir sprey durulama ile kombinasyon halinde bir statik durulama ile gerçekleştirilir, ardından iyon değiştiriciler tarafından sürekli olarak yeniden oluşturulmuş bir son akış durulama yapılır.

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi

Birinci statik durulamadan proses tanklarına durulama suyunun geri dönüşümü, tüm nikel kaplama ünitelerinde olduğu gibi siyanür bakır ve krom kaplama ünitelerinde de yapılmaktadır.

Atık su arıtma

Bakınız Şekil 8.7. Atık suyun nötralizasyonu ile oluşan çamurun sudan arındırılması için sözde boru şeklindeki rotorfiltrasyonun kullanılmasıyla, flokülasyon kimyasallarının (demir tuzları, kireç sütü, flokülanlar) eklenmesi büyük ölçüde azaltılabilir.



Şekil 8.7: Tesis D atık su arıtma tesisi akış şeması

Tesisin karakteristik verileri

Büyük ürün çeşitliliği ve sürekli değişen ürün tipleri nedeniyle, işlenmiş yüzey üzerindeki metalin belirtilmesi mümkün değildir.

Çamur analizi aşağıdaki değerlerle sonuçlanır (orijinal numunenin analizi):

- kuru kalıntı yaklaşık %48
- bakır 0.21 g/kg
- nikel 1.4 g/kg
- çinko 0.09 g/kg
- krom 0.13 g/kg
- hidrokarbonlar 3.7 g/kg.

Atık sudaki ağır metallerin konsantrasyonları

- bakır <0.1 mg/l
- nikel <0.1 mg/l
- krom <0.1 mg/l
- demir 0.5 mg/l.

Ağır metaller için emisyon yükleri Tablo 8.13'te verilmiştir:

Tablo 8.13: Tesis D atık su ve atık için metal kayıpları

Metal	Emisyon	
	Atıksuda	Atıkta
Bakır	<30 kg/yr	50 kg/yr
Nikel	<30 kg/yr	332 kg/yr
Krom	<30 kg/yr	31 kg/yr

8.5.4 Referans Tesis E

Tesisin yaşı: 20 yıl; son modernleştirme 7 yıl önceydi.

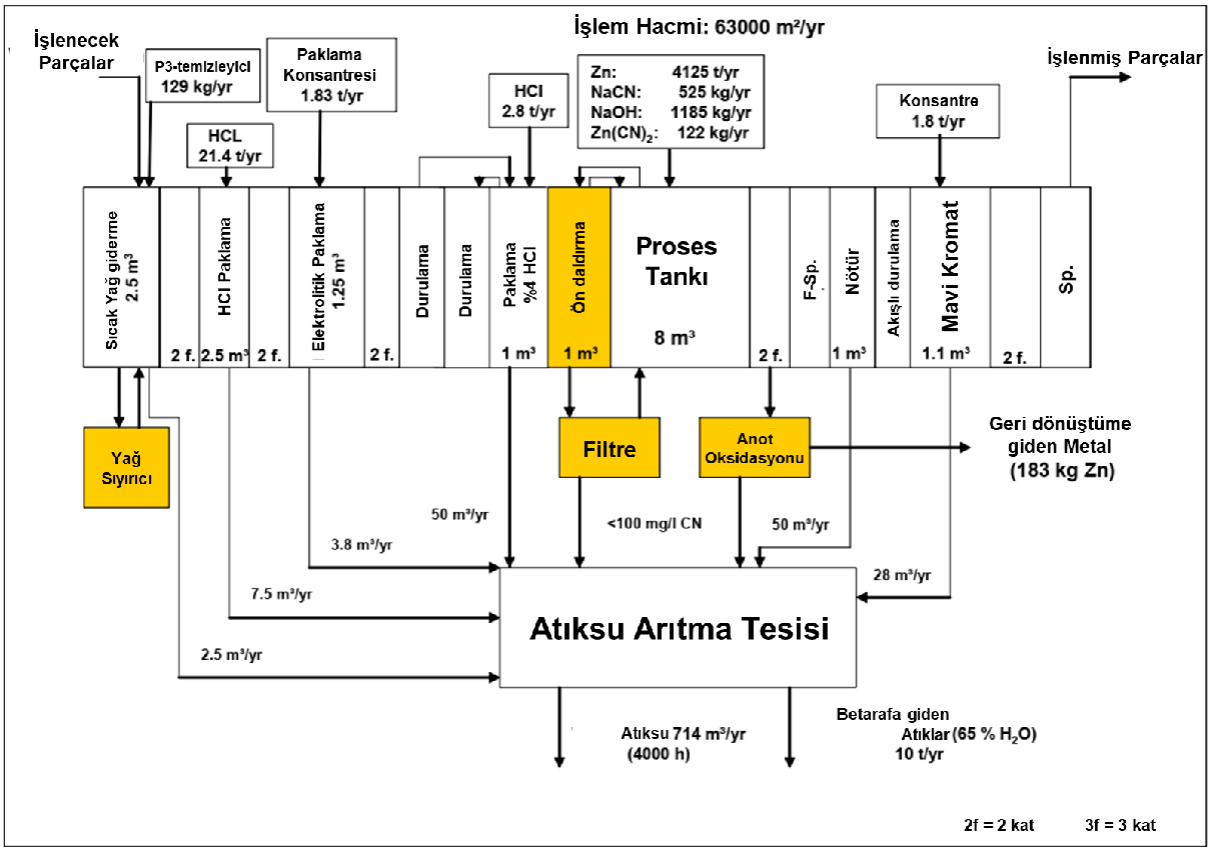
Tesis türü: bir firmanın içinde olan işyeri

Tüm işletmenin üretim programı:

- Çinko kaplama ve çelik parçaların kromat kaplaması
- Bakır kaplama, nikel kaplama ve çelik parçaların tinlenmesi
- Bakır kaplama, nikel kaplama ve demir dışı metal parçaların tinlenmesi
- Demir dışı metal parçaların gümüş kaplanması.

Kaplama ünitesinin üretim programı (Tesis E)
Bu, aşağıdaki işlem adımlarından oluşan bir elektro-kaplama ünitesidir: sıcak yağ giderme, dekapaj, elektrolitik olarak yağ giderme, siyanür elektro-kaplama, aydınlatma, mavi kromatlama.

Çıktı
Yıllık 2400 çalışma saatinde 63000 m^2/yıl.



Şekil 8.8: Tesis E süreç akış diyagramı

Tablo 8.14: Tesis E girdi malzemeleri

Ticari isimler de dahil olmak üzere kullanılan kimyasallar	Proses adımı	Miktar (litres)	Konsantrasyon	Yıllık Tüketim (kg)	Yıllık Tüketim (Euro)
P3 temizleyici	Sıcak yağ giderme	2500	50 g/l	192	480
Hidroklorik asit, tensitler	Paklama	2500	250 g/l 25 g/l	21354	3203
Asit olmayanlar	Elektrolitik yağ giderme	1250	130 g/l	1796	4040
Çinko anotlar, çinko siyanür, NaCN, NaOH	Çinko elektrolit	8000	Zn 20 g/l 40 g/l 85 g/l	4036 150 525 1415	5400 600 920 481
Nitrik asit	Çöktürme	1000	29 g/l	1000	250
Tridur Zn mavi	Mavi krom kaplama	1100	70 ml/l	2370	7110
Toplam:					22484
Kostik soda %50	Atık arıtma sistemi Bu tesis toplam atık suyun %23.5'ini karşılar.	--	--	120300	36090
Kireç				19000	2850
Hidroklorik asit %30				40000	7000
Sodyum hipoklorit				19000	5130
Demir sülfat				3000	450
Toplamı					51520
Orantılı	Toplam sistemin %23,5'i				12107

Kullanılan problemli materyaller için ikame

Mevcut güvenli tasarım ve tesisin çalışması nedeniyle, giriş malzemelerinin ikame edilmemesi, örn. siyanürler şu anda planlanmaktadır.

Tablo 8.15: Tesis E'de kimyasalların hizmet ömrü, izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması

Madde	Dolum	Analitik kontrol	Hizmet Ömrü
P 3 temizleyiciler	12/yıl	2 ay	52 hafta
Hidroklorik asit %30	20 yıl	1 hafta	17 hafta
Asit olmayanlar	3 gün	1 hafta	17 hafta
Zn NaCN NaOH	1 hafta	1 hafta	sonsuz
Nitrik asit	1 gün	1 gün	1 hafta
Tridur Zn-mavi	devamlı	1 hafta	2 hafta

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Çinko elektrolitin hizmet ömrü pratik olarak sonsuzdur, çünkü sürüklenmeler, katışkıların kaplama kalitesini bozan bir konsantrasyona ulaşmadığı kadar yüksektir. Özel banyo bakım önlemleri gerekli değildir.

Sıcak yağ giderme çözeltilerinden yağları, yağları ve diğer kirleticileri çıkarmak için bir yağ ayırıcı (skimmer) kullanılır.

Kromatlama solüsyonu rejenere edilmez.

Sürüklenmenin azaltılması için önlemler

Sprey, sıcak ve elektrolitik yağ giderme tankları üzerinde durulayın.

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi

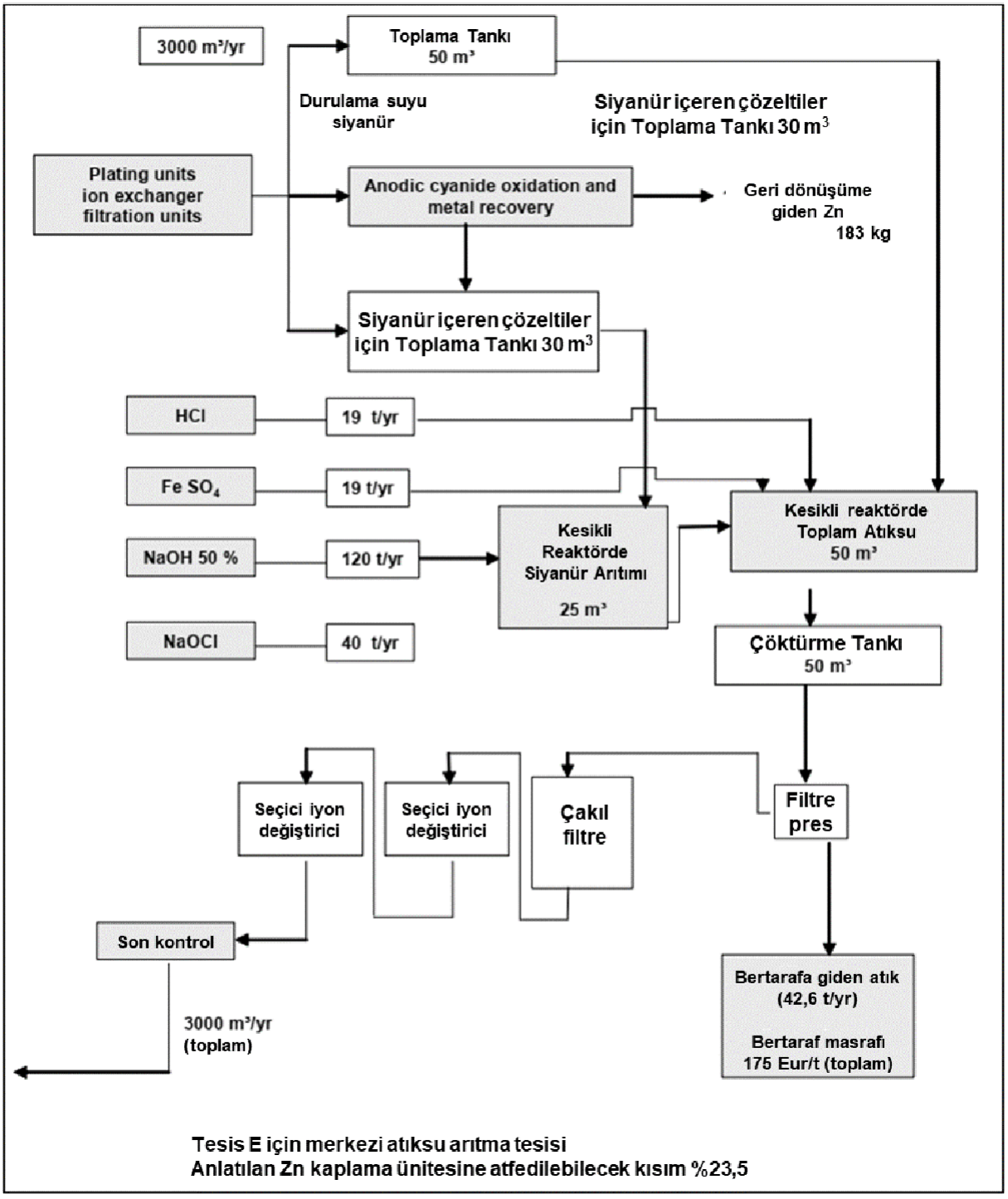
- Statik durulama malzemesinin içeriklerinin kısmi doğrudan geri beslenmesi
- çinko kaplama aşamasının statik durulamada ön daldırma; sürüklenen elektrolitlerin %50'lik bir geri dönüşüne yol açar.

Durulama teknolojisi

Akış diyagramına bakınız Şekil 8.8.

Atık su arıtma

Akış diyagramına bakın Şekil 8.9.



Şekil 8.9: Tesis E atık su arıtma tesisi akış şeması

Bu kaplama ünitesinin atık suyu, işletmenin diğer yüzey işleme ünitesinden gelen atık su ile birlikte arıtılmaktadır. Kesir, tüm tesisin toplam atık suyunun %23,5'ine eşittir.

Atık su arıtımında özel teknikler - Siyanürün oksidasyonu için elektroliz hücresi ve durulama sularından çinko ve bakırın geri dönüşümü

Siyanür iyonu (anotta) okside etmek ve metalleri (katotta) ayırmak için bakır ve çinko kaplama birimlerinden gelen siyanür içeren durulama sularının arıtılması için bir elektrolitik hücre kullanılır. Bu, sodyum hipoklorit kullanımını ve dolayısıyla AOX oluşumunu büyük ölçüde azaltır. Siyanür içeren çözeltilerin anodik oksidasyonu, 100 mg/l'den daha az bir siyanür konsantrasyonuna ulaşır.

Katotde 331 kg bakır ve 183 kg çinko ayrılır; anotta 571 kg siyanür oksitlenir.

Siyanür oksidasyonu ve metal indirgeme için enerji tüketimi 6753 kWh/yıl'dır. Tedavi maliyeti 0,9 EUR/kg siyanür oksitlenmiş olup, 0,075 EUR/kWh (metal kullanımı burada dikkate alınmamıştır) olarak kabul edilmiştir. Siyanür giriş akımının ortalama konsantrasyonları çıkış akımında 3.7 g/l ve 0.018 g/l'dir. Elde edilen emisyon seviyeleri Tablo 8.16'da gösterilmiştir.

Tablo 8.16: Tesis E ağır metaller için atık su emisyon değerleri

Parametre	Emisyon konsantrasyonları mg/l		
	Limit	İç analiz	Dış analiz
Krom	0.5	0.2 – 0.4	0.3
Siyanür	0.2	<0.2	0.1
Çinko	2.0	0.8 – 1.2	1.1

Ağır metallerin yükleri

Yılda 3036 m^3 su kullanımı ve sırasıyla 1 mg/l Zn ve 0.3 mg/l Cr metal konsantrasyonları ile yılda 3036 gr çinko ve kanalizasyona 910 g krom salınan bir ağır metal yükü bulunmaktadır.

Üretilen atık

Tarif edilen kaplama ünitesinden gelen atık miktarı 10 t/yıl'dır (su içeriği %65).

Tablo 8.17: Tesis E üretilen atık

Atık türü	Avrupa atık kataloğu numarası	Yıllık oransal miktar	Kullanım/bertaraf tipi	Maliyetler (nakliye dahil)
Krom içeren, siyanür içermeyen atık	11 01 09	10 t	Düzenli depolama sahası	Ton başına 175 EUR

Atık bertarafı

Atık, özel bir depolama sahasına atılmıştır. Çinko içeriği 40 g/kg kuru ağırlığa sahiptir.

Maliyetler

Tüm galvanik mağazanın yıllık maliyeti aşağıdaki gibi 2.3 milyon Euro'dur:

- Tesis amortismanının %55 sabit maliyeti, bina, personel yeniden tahsisi
- %35 değişken maliyetler (süreçler, atık su, bakım, enerji için malzemeler)
- %10 doğrudan işçilik maliyetleri: kaplama ünitelerine hizmet için dört kişi; Çinko tambur fabrikasının çinko kısmı ile ilgili olarak 0.67 adam-yıl, işçi başına maliyetler 56500 EUR/yıl olarak hesaplanmıştır.

Tüm fabrikaların ve elektrolitlerin (1.2 kişilik) bakım için personel giderlerinin yanı sıra atık su arıtma işleminin (1 kişi) işletilmesi ve bakımı sabit maliyetlerde yer almaktadır.

Anodik oksidasyon hücresi için sermaye gideri 30000 Euro'dur (1993'te maliyet). 10.000 Euro/yıl'lık bir 10 yıllık zarar yazma süresi için çinko içeren durulamaların %18'ine kadar, bu ekipmanın oransal amortisman maliyeti 501 Euro'dur.

Elektrik ücreti 0,075/kWh olarak belirlenmiştir. Kamu tedarikinden temiz su (içme suyu) maliyeti 1 EUR/m3 ve atık suların yerel belediye kanalizasyon sistemine 1.50 EUR/m3.

Metrekare başına hesaplanan Plant E'nin işletme maliyetleri Tablo 8.18'de gösterilmiştir.

Tablo 8.18: Tesis E'de birim maliyet, m^2 başına

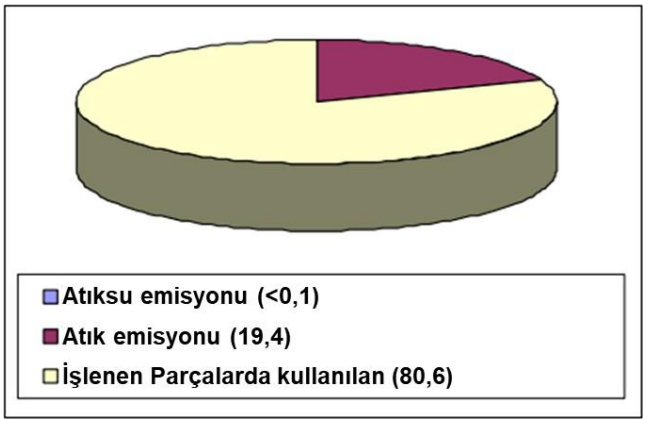
	Spesifik maliyet, EUR/m^2
Kaplama işlemi kimyasalları	0.28 (anotlar ile 0.35)
Atık su arıtma kimyasalları	0.19
Anodik oksidasyon için elektrik	0.0015
Su alımı	0.005
Atık su	0.0125
Bertaraf edilen atık	0.03
Tesis çalışması için insan gücü	0.61
Bakım için insan gücü	0.36

Tahmini metal kaybı/verimliliği

Tesis E referansı için, aşağıdaki tipik rakamlar mevcut verilerden türetilebilir:

- iş parçalarında kullanılan çinko = %80,6
- toplam çinko girişi = 4036 kg/yıl, çinko metal %99.95 Zn'den oluşan
- çinko, üretim hattından = 786 kg/yıl, yani kullanılan malzemenin %19.4'ünü kaybetti:

  - Atık suya 3 kg/yıl (< %0,1)
  - Atığın çıkarılması için 600 kg/yıl (%14,9)
  - Elektrolizle geri kazanılan 183 kg/yıl metal (%4.5).



Şekil 8.10: Tesis E çinko emisyonu

8.5.5 Referans tesis F

Tesisin yaşı: 5 yıl.

Tesis türü: işyeri.

Tüm işletmenin üretim programı

- çelik parçaların kaplama ve kromat kaplaması
- çelik parçaların bakır kaplama, nikel kaplama ve kalay kaplama
- demir olmayan metal parçaların bakır kaplama, nikel kaplama ve kalay kaplama
- demir dışı metal parçaların gümüş kaplanması
- Çinko kaplama ve çelik parçaların kromatlanması.

Açıklanan kaplama biriminin üretim programı (Tesis F)

Sıcak emdirilmiş yağ giderme, dekapaj, elektrolitik olarak yağ giderme, kaplama, mavi kromlama, sarı kromatlama, siyah kromatlama içeren çinko raf ünitesi.

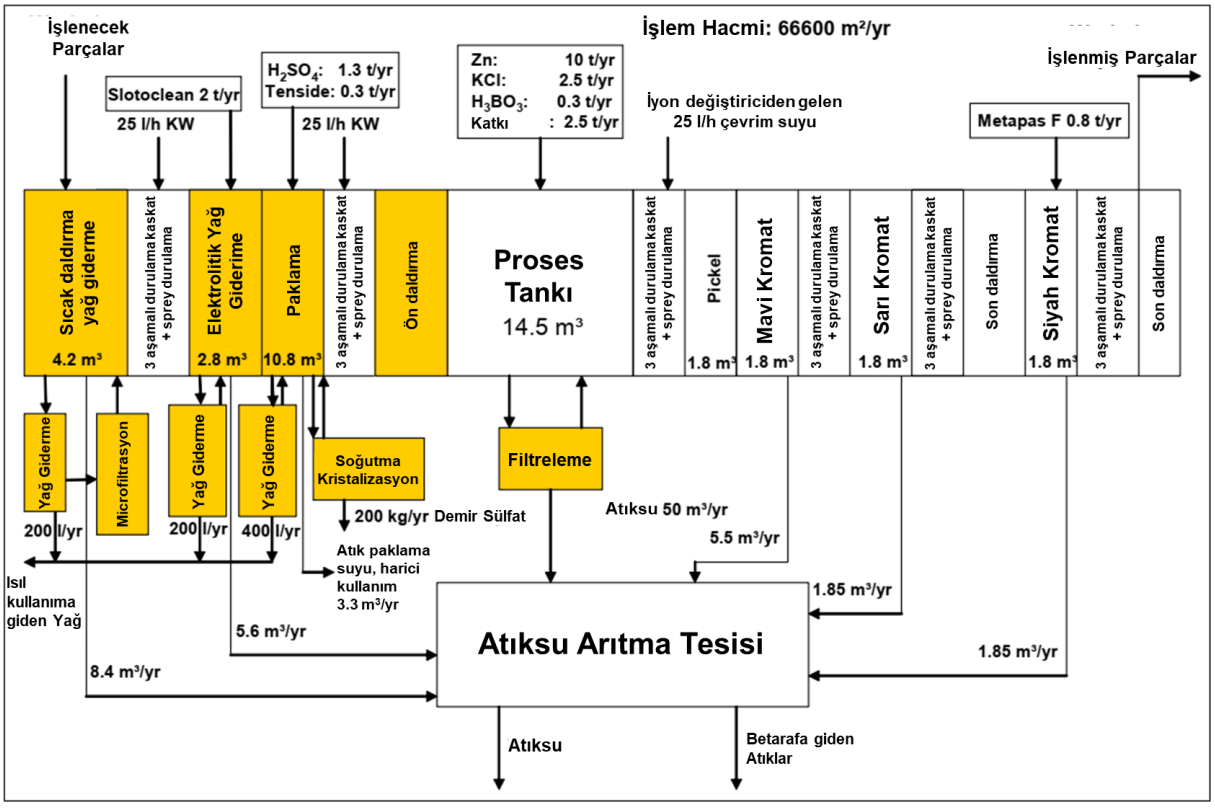
Çıktı

Yılda 5500 çalışma saatinde 66000 m^2

Giriş malzemeleri

Tablo 8.19: Tesis F'de girdi malzemeleri

Kullanılan kimyasallar	Proses adımı	Yıllık Tüketim (kg)	Yıllık Tüketim (Euro)
Nötr temizleyici	Sıcak daldırma ile yağ giderme	500 kg	5000
Sülfürik asit, Tenside	Paklama	1300 kg 150 l	2500
Slotoclean	Elektrolitik yağ giderme	2000 kg	3000
Hidroklorik asit %30	Paklama	1250 kg	400
Çinko anotlar	Çinko elektrolit	10000 kg 0 2500 kg 300 kg 2500 l	13000 0 850 315 7500
Çinko klorür, Potasyum klorür, Borik asit, Temel ve parlak katkı maddesi	Sarı kromat kaplama	100 kg	250
Krom trioksit,	Siyah kromat	800 kg	3000
Metapas F	Mavi kromat	400 kg	800
Immonox 3			36615



Şekil 8.11: Tesis F süreç akış diyagramı

Kullanılan problemli materyaller için ikame

Şu anda kullanılan malzemelerin ikame edilmesinin gerekli olmadığı düşünülmektedir.

Süreç çözeltilerinin servis ömrü

Tablo 8.20: Tesis F'de atıksu arıtmada kullanılan kimyasallar

Atıksu arıtmada kullanılan kimyasallar	Proses adımı	Yıllık Tüketim	Yıllık Tüketim (Euro)
Kostik soda çözeltisi %50, Hidroklorik asit %30, Sodyum bisülfit, Kostik sodyum ditionit	Atıksu arıtma tesisi	13500 kg 17250 kg 500 kg 800 kg	2300 2900 75 650
Tüm işletme için toplam maliyet			5925
Tesis F, tüm işletmenin %20'si kadar			1180

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Çinko elektrolit reddedilmez çünkü sürüklenme yeterince yüksektir, böylece kirlilik kaliteye zararlı bir konsantrasyona ulaşmaz.

Çinko elektrolit baypasta filtrelenir (20 m^3/s).

Gres, yağ ve diğer kirleticileri gidermek için sıcak emdirilmiş yağ giderme solüsyonları bir skimmer tarafından yenilenir.

Servis ömrünün uzatılması için demir sülfat, dekapaj çözeltisinden (H_2SO_4) soğuma ve kristalleştirme ile bypass olarak ayrılır.

Kromat çözeltisi rejenere edilmez.

Sürüklenmenin azaltılması için önlemler

Sprey durulamaları tüm sıcak yağ giderme ve dekapaj tankları üzerine monte edilir.

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi

Statik durulamadan proses tanklarına geri dönüşler, buharlaşma kayıplarını dengelemek için yaygın olarak kullanılır.

Çinko kaplama ünitesinin durulama işleminde iş parçalarının ön daldırma işlemi, dışarı çekilen elektrolitlerin %50'lik bir geri dönüşüne yol açar.

Durulama teknolojisi

Üç kademeli durulama kanalları ve durulama suyunun iyon değiştiriciler ile rejenerasyonu standarttır.

Atık su arıtma

Akış sayfasına bakınız Şekil 8.12.

Tablo 8.22, ağır metallerin emisyon seviyelerini göstermektedir.

Tablo 8.21: Tesis F'de kimyasalların hizmet ömrü

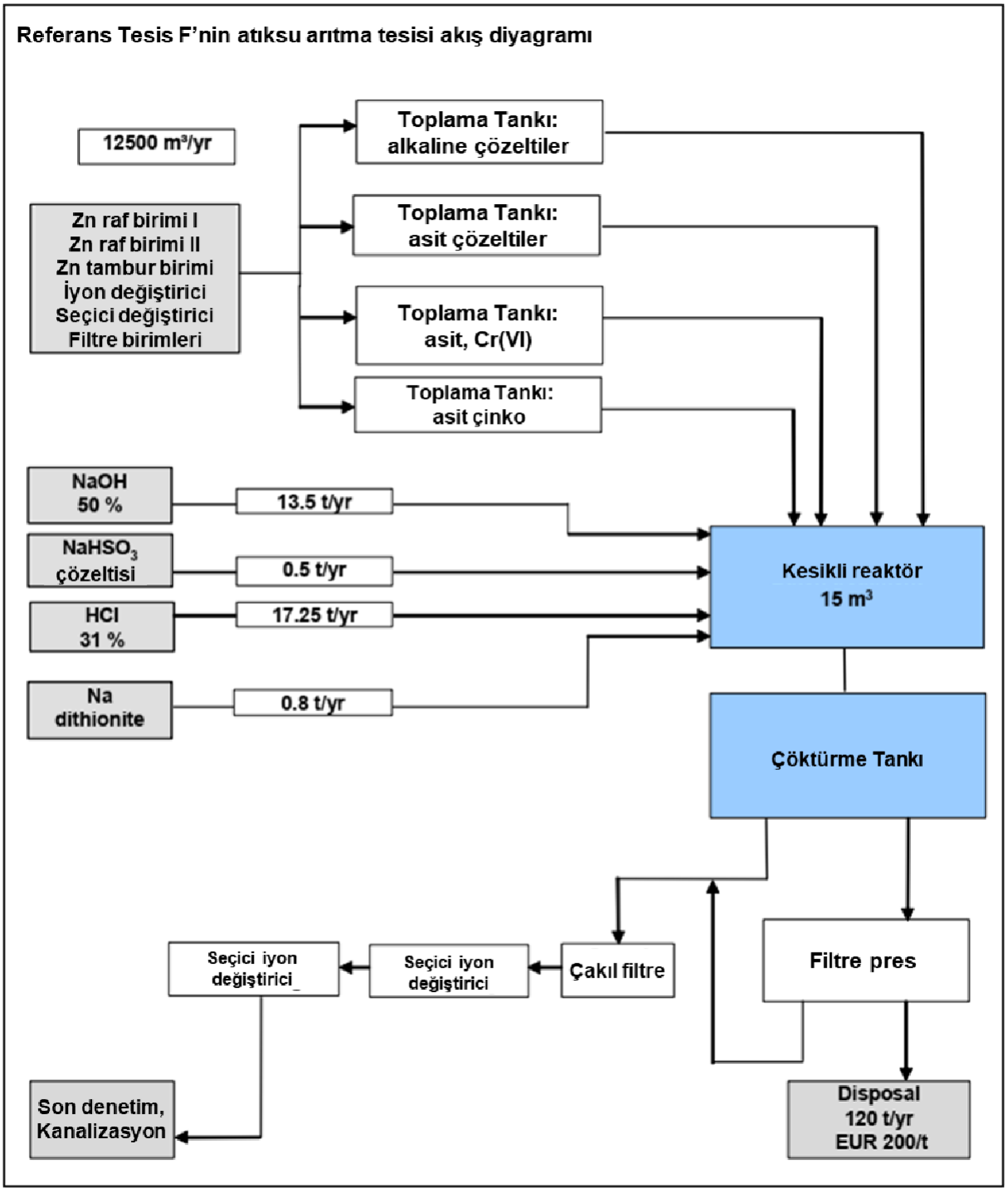
Proses adımı	Kimyasallar	Konsantrasyon	Proses Sıcaklığı (°C)	Hizmet Ömrü
Sıcak daldırma ile yağ giderme	Nötr temizleyici	%2 (Hacim)	50 - 55	26 hafta
Asit paklama	Sülfürik asit, Tenside	200 g/l	50 - 55	156 hafta
Elektrolitik yağ giderme	Slotoclean	50 g/l	50 - 55	26 hafta
Çinko elektrolit	Tablo 8.19'a bakınız	Tablo 8.19'a bakınız	30	sonsuz
Asit paklama	Hidroklorik asit	10 g/l	20	1 gün
Sarı kromatlama	Krom, krom trioksit	7.5 g/l	20	52 hafta
Siyah kromatlama	Metapas F	100 g/l	20	52 hafta
Mavi kromatlama	İmmünox 3	40 g/l	20	16 hafta
Ardıl daldırma	daldırma çözeltisi	7 ml/l	20	Birkaç hafta

Tablo 8.22: Tesis F ağır metaller için atık su emisyon değerleri

	Limit konsantrasyonları mg/l	Ölçülen konsantrasyonlar mg/l		
Parametre	değer	Kendinden izleme	Yetkili tarafından analiz	Yetkili tarafından analiz
Krom, toplam	0.5	0.1 – 0.4	0.15	0.05
Krom VI	0.1	<0.01	<0.01	<0.01
Çinko	2.0	0.1 - 1	0.1	0.33
Bakır	0.5	0.06 - 0.1	0.1	0.05
Nikel	0.5	0.1 - 0.15	0.1	0.1
Kalay	2.0	<0.4	<0.2	<0.2

Ağır metallerin yükleri

Kanalizasyona yılda ortalama 2500 m3 atık su ve 0,3 mg/l Zn ve 0,1 mg/l Cr metal konsantrasyonları, 750 g çinko ağır metal yükleri ve 250 g krom sonucu salınmaktadır.



Şekil 8.12: Tesis F atık su arıtma tesisi akış şeması

Tablo 8.23: Tesis F'de üretilen çamur

	EWC No.	miktar	Elden çıkarma	Taşıma dahil bertaraf maliyetleri
Elektrokaplama çamuru	11 01 03	20 t	Düzenli Depolama	200 Euro/ton

Tablo 8.24: Tesis F'de üretilen çamur metal içeriği

Metaller	kuru materyal içerisindeki içerik, g/kg
Çinko	210
Bakır	5
Nikel	5
Krom	20
Demir	200

Atık bertarafı

Atık, tehlikeli atık depolama sahasında bertaraf edilir.

Hava kirliliği kontrolü

Sıcak çalışma süreçleri tankları, taşıyıcı üniteye takılan bir egzoz ile donatılmıştır; Kalan işlem tankları kenar egzozlarına sahiptir.

50000 m3/sam3/sa'lik egzoz havası, yıkayıcı ve damlacık ayırıcılarla temizlenir. Vantilatörlerin enerji maliyetleri 800 Euro'dur.

Maliyetler

Operatör tarafından gösterilen sermaye harcamaları:

- Raf ünitesi için 750000 EUR
- İyon değiştirici tesisi de dahil olmak üzere atık su arıtma tesisi için 360000 EUR.

Bunun;

- Çinko çözeltisinin temizlenmesini sağlayan filtreleme ünitesi için 10000 EUR
- Mikrofiltrasyon dahil olmak üzere yağ giderme mekanizmaları için 25000 EUR
- Soğutma/kristalizasyon ünitesi için 40000 EUR.

Yıllık bakım maliyeti:

Kaplama ünitesi:

- Malzeme için 50000 EUR
- Personel ve bakım için 12500 EUR.

Çevre tesisleri için (üretim-bütünleşmiş çevre koruma), personel için aşağıdaki harcamalar işletme ve bakım için orantılı olarak gereklidir:

- 1250 EUR filtreleme
- 500 EURO yağlama sistemi ve mikro filtreleme
- 500 EUR soğutma kristallenmesi

Üç vardiyalı operasyon için personel masrafları 131000 Euro. Akışkan trteament ve iyon değiştirici ünitesi:

- Malzeme maliyetleri için 19000 EUR
- Bakım personeli için 8000 EUR.

Belirtilen kaplama birimi için orantılı maliyetler:

- 2000 EUR su tüketiliyor
- 3000 EUR kanalizasyon boşaldı
- 6000 EUR atık bertarafı.

Çinko iş parçaları, su ve atık dağıtımı

Aşağıdaki veriler referans Tesis F için tipiktir:

- Giriş çinko 10000 kg/yıl, çinko yarı mamul malzeme %99.95 Zn
- kullanılan çinko = 1681 kg/yıl, kullanılan malzemenin %16.8'ine göre,

  - Atık suda 0,75 kg/yıl
  - Atıklarda 1680 kg/yıl.

8.5.6 Referans tesis G

Tesisin yaşı: 5 yıl.

Çalışan sayısı: 50

Tesis türü: Taşeron

Tüm işletmenin üretim programı:

- Çinko kaplama ve çelik parçaların kromat kaplaması
- gümüş kaplama
- çelik parçaların fosfatlanması
- çinko-demir alaşımı (çinko demirli alaşım) varil kaplama.

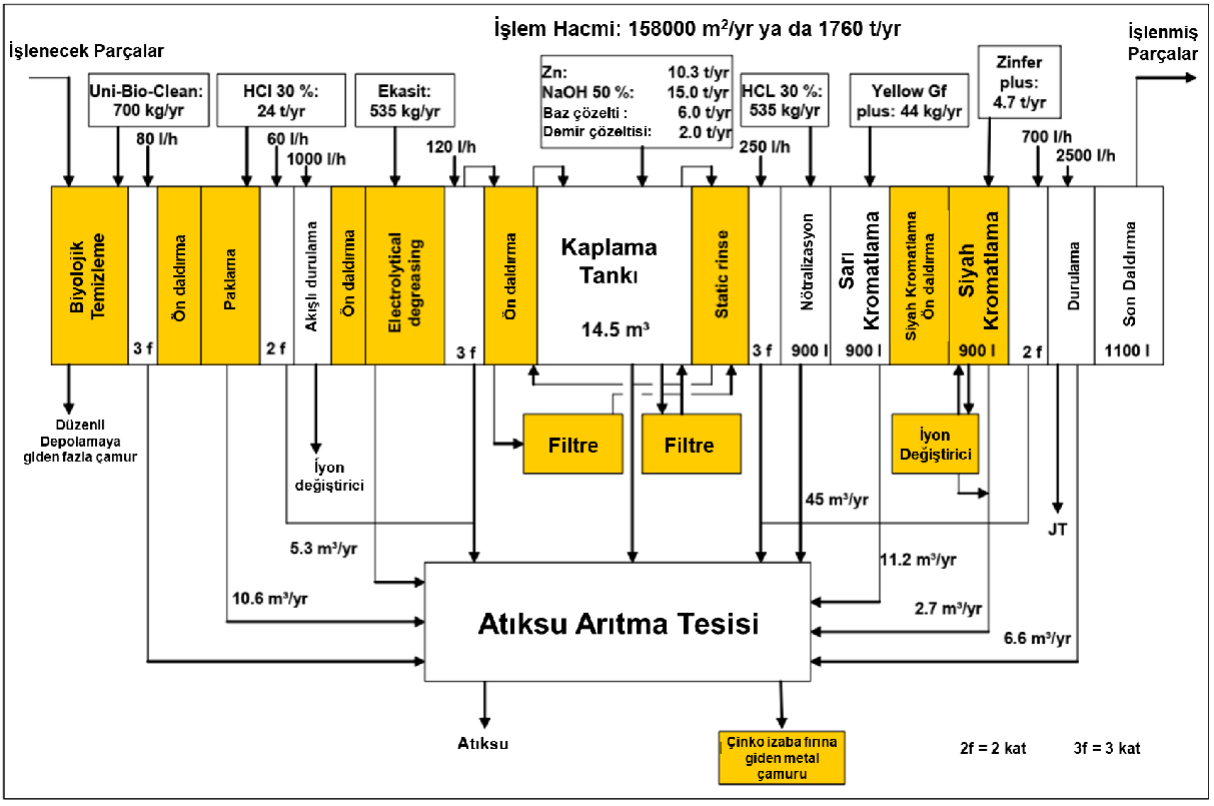
Açıklanan kaplama biriminin üretim programı (Tesis G)

Aşağıdakileri içeren çinko-demir varil ünitesi (bkz. Şekil 8.13):

- sıcak daldırmalı yağ giderme
- asitle temizleme
- elektrolitik yağ giderme
- çinko-demir kaplama (alkali)
- sarı kromat kaplama
- siyah kromat bitirme.

Çıktı
Yıllık 6320 çalışma saatinde 1703 t/yıl ağırlığında 157778 m^2/yıl.

Giriş malzemeleri
Tablo 8.25'e bakınız.



Şekil 8.13: Tesis G süreç akış şeması

Tablo 8.25: Tesis G girdi malzemeleri

Ticari isimler de dahil olmak üzere kullanılan kimyasallar	Proses adımı	Kullanılan Konsantrasyon	Yıllık Tüketim (kg)	Yıllık Tüketimin Euro karşılığı
Uni-bio-clean	Sıcak Daldırma ile Yağsızlaştırma	50 ml/l	1420	6300
Hidroklorik Asit	Paklama	200 g/l	24300	4600
Yağ giderme Asit çözeltisi		25 ml/l	574	1600
Ekasit F %15	Elektrolitik yağ giderme	50 g/l	535	1300
Kostik soda çözeltisi 50 %		150 g/l	8200	1700
Çinko anotlar	Çinko demir elektrolit		10276	13600
Kostik soda çözeltisi %50		100 – 150 g/l	15000	3400
Çinko		8 – 14 g/l		
Demir çözeltisi		70 – 200 mg/l	1968	9000
Bazik çözelti		70 – 120 ml/l	5919	22000
Hidroklorik asit %30	Nötralizasyon	30 g/l	425	81
GF Plus	Sarı krom kaplama	40 ml/l	44	140
Zinfer plus	Siyh krom kaplama	80 ml/l	9900	35000
Zifer Plus için daldırma sonrası çözeltisi	Daldırma sonrası	7 ml/l	892	2600
Üretim için Toplam Miktar				101321 Euro
Kostik soda çözeltisi %50	Atıksu arıtmada kullanılan kimyasallar	-	88800	Tüm atıksu arıtma için kimyasal giderleri: 76000 Euro
Hidroklorik asit %30			41400	
Sodyum bisülfit			16300	
Sodyum ditiyonit			750	
Köpük önleme ajanı			50	Anlatılan ünite için orantılı kimyasal maliyeti: 14000 Euro
Pıhtılaştırıcı ajan			125	
Kireç			1100	

Kullanılan problemli materyaller için ikame

Halihazırda kullanılan malzemeler ikame gerektirmemiştir.

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Tüm süreç çözeltileri düzenli olarak analitik olarak denetlenir ve yeniden doldurulur, bkz. Tablo 8.26. Hizmet ömrü, Tablo 8.27'de gösterilmiştir. Tüm elektrolitler sürekli olarak filtrelenir. Elektrolit sürüklenme miktarı, safsızlıkları işlemin kesintiye uğratıcı bir konsantrasyonda tutması için yeterince yüksek olduğundan, başka önlemler gerekli değildir. Biyolojik temizlik aynı zamanda sınırsız hizmet ömrüne sahiptir: sadece fazla miktarda çamur meydana gelir. Siyah kromat tamamlama işlemi iyon değiştiriciler kullanılarak rejenere edilir. Kalan süreç çözeltileri için, her bir durumda elde edilen hizmet ömrünün hem ekolojik hem de ekonomik açıdan yeterli olduğu kabul edildiğinden, özel önlemler alınmamaktadır.

Tablo 8.26: Tesis E'de izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması

Proses Adımı	Materyal	Yeniden doldurma miktarı, kg/saafta	Yenileme döngüsü (3 vardialı operasyon)	Analitik kontrol
Sıcak daldırma ile yağ	Ekasit 2005	--	2/hafta	2/hafta
Pickling	Hidroklorik asit 30 %	207	3/gün	2/hafta
	Asitli yağ giderici	10		
Elektrolitik yağ giderme	Kostik soda çözeltisi %50	180	3/gün	2/hafta
	Ekasit F15	20		
Çinko-demir elektroliti	Kostik soda çözeltisi	360	3/gün	2/hafta
	Demir çözeltisi	40	sürekli	
	Temel çözüm	118	sürekli	
	Parlatıcı katkı maddesi	100	sürekli	
Nötralizasyon	Hidroklorik asit %30	8.3	3/gün	1/hafta
Sarı kromat kaplama	AP plus	10	1/hafta	1/hafta
Siyah kromat kaplama	Zinfer plus	150	sürekli	2/hafta
Daldırma sonrası	Zinfer plus için daldırma sonrası çözeltisi	6	3/gün	2/hafta

Tablo 8.27: Tesis E'de kimyasalların hizmet ömrü

Proses Adımı	Mateyal	Konsantrasyon	Hizmet Ömrü
Sıcak daldırma ile yağ	Ekasit 2005	50 g/l	8 hafta
Paklama (dekapaj)	Hidroklorik asit	200 g/l	8 hafta
Elektrolitik yağ giderme	Kostik soda %50	150 g/l	8 hafta
	Ekasit F 15	20 ml/l	
Çinko-demir elektroliti	bkz. Tablo 8.25	bkz. Tablo 8.25	Sonsuz
Nötralizasyon	Hidroklorik asit	30 %	1 hafta
Sarı-kromat	AP plus	40 ml/l	4 hafta
Siyah-kromat	Zinfer plus	80 ml/l	4 hafta
Daldırma sonrası	daldırma sonrası çözeltisi	7 ml/l	8 hafta

Sürüklenmenin azaltılması için önlemler

Tamburlar, sıvının daha iyi boşaltılmasını sağlamak için 5 mm'lik sondajlara sahiptir. Proses çözeltisinden çıktıktan sonra, daha iyi bir drianing elde etmek için tamburlar döndürülür. Boşaltma süreleri yaklaşık 15 saniyeye kadardır. Böylece, elektrolit sürüklenme, asit çözeltileri ile yaklaşık 11 l/saat ve alkali çözeltiler ile yaklaşık 15 l/saat (5 varil/saatin üretilmesi) oranında azalır.

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi farklı yollarla gerçekleşir:

- Yağ giderme banyosunun buharlaşma kayıpları ilk statik durulamadan yapılır.
- Ön daldırma, turşu, elektrolitik yağ giderme, çinko demir elektrolitleri ve siyah kromat son işlemlerinin durulama işleminde yapılır.

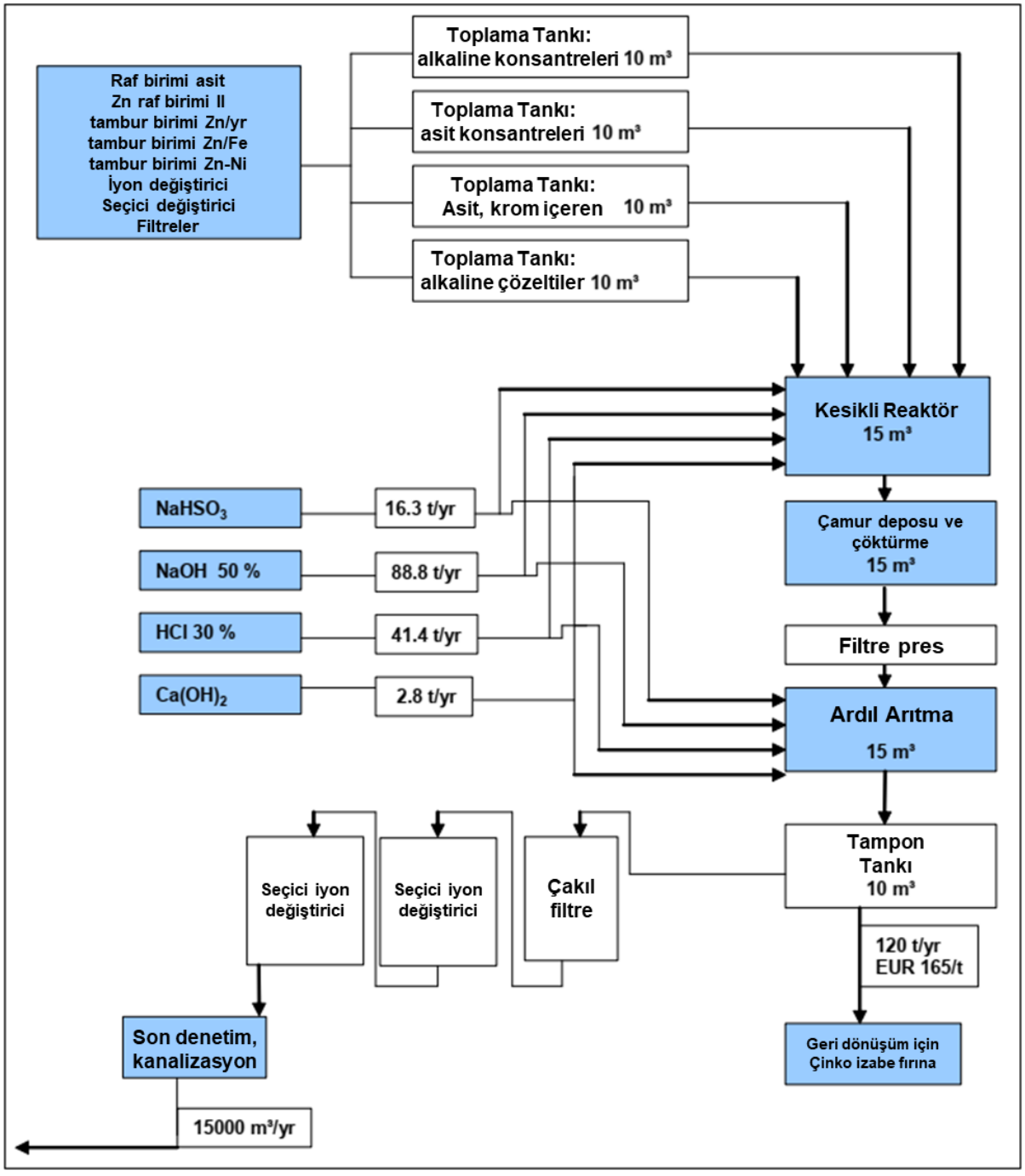
Durulama teknolojisi

Durulama teknolojisinin yerleşimi, genellikle ilave bir statik durulama ile desteklenmiş üç basamaklı bir kaskad durulamadır. Durulama koşullarının gerekliliklerine bağlı olarak, aşağıdaki akışa sahip iki aşamalı bir kaskad, demineralize edilmiş su ile durulanır kısmen yerleştirilir.

Durulama işlemleri, kamu tedarikinden gelen suyla çalıştırılmaktadır. Demineralize su, dekapaj sonrası kaskad durulama için kullanılır.

Atık su arıtma

Atık su arıtımı, tüm üretim birimleri için merkezi bir tesiste bulunmaktadır (bkz. Şekil 8.14) ve çinko-demir santrali, giriş atık suyunun sadece bir kısmıdır (%25). Seçilen tesis için ortaya çıkan atık su (çinko/demir alaşım ayrımı) 3750 m^3/yıl'dır. Emisyon seviyeleri Tablo 8.28'de gösterilmiştir.



Şekil 8.14: Tesis G atık su arıtma tesisi akış şeması

Tablo 8.28: Tesis G ağır metaller için atık su emisyon değerleri

	Konsantrasyon değeri, mg/l			
Parametre	Limit değer	Özdenetim	Harici analiz	Harici analiz
Toplam krom	0.5	0.4	0.3	0.3
Krom (VI)	0.1	<0.1	<0.01	<0.01
Çinko	2.0	1.0 - 1.3	1.0	1.1

Atık suda ağır metal yükleri

3900 g çinko ve 1120 g kromun yıllık ağır metal yükü

Üretilen atık

Açıklanan Tesisinin elektroliz çamurunun miktarı yılda 30 tona kadar çıkmaktadır. Kuru malzeme ile ilgili ortalama 198 g/kg çinko içerir (yaklaşık %60 su içeriği), bkz. Tablo 8.29. Yüksek çinko içeriği nedeniyle çamur çinko eritme suyunda geri dönüşüme uygundur. Nakliye dahil olmak üzere geri dönüşüm maliyetleri 165 €/tona kadardır. Atık yolu ile toplam çinko kaybı 2376 kg/yıl'dır.

Tablo 8.29: Tesis G'de üretilen çamurun metal içeriği

Metal	Çamura kaçan miktar
Çinko	198 g/kg kuru madde
Kurşun	0.4 g/kg kuru madde
Kadmiyum	0.1 g/kg kuru madde
Arsenik	0.1 g/kg kuru madde
Demir	129 g/kg kuru madde
Calsyum oksit	40 g/kg kuru madde

Tipik tüketimler ve maliyetler

Aşağıda gösterilen maliyetler, ton başına ve m^3 başına işlenmiş maliyetler olarak Tablo 8.30'da özetlenmiştir.

Personel maliyetleri

Kaplama tesisi için: yaklaşık 138000 Euro/yıl.

Yıllık enerji maliyetleri

EUR 53000 kaplama dükkanı

Euro/1750 ısıtma

2500 EUR atık su arıtma.

Sermaye harcamaları

- Tambur tesisi için 200000 EUR
- Beslemelerin temizlenmesi için filtre üniteleri için 12500 EUR (çinko demir)
- Yağ giderme mekanizması için 10000 Euro
- Siyah krom kaplama işleminin geri kazanımı için 5000 EUR
- Donma ekipmanı için 7500 EUR
- Biyolojik temizlik için 14000 EUR (orantılı miktar)
- Atık su arıtma tesisi için 300000 EUR
- Döngü iyon değiştirici tesisi için 68000 Euro.

Bakım ve bakım maliyeti

Davul tesisi: malzeme için 16000 EUR/yıl; Personel için 16900 Euro

Çevre tesisler: personel harcamaları:

- 33800 EUR/yıl filtreleme
- 22500 EUR/yıl
- Kromat son işleminin 33800 EUR/yıl geri kazanımı
- Kurulumun dondurulması 1100 EUR/yıl
- 22500 EUR/yıl biyolojik temizlik.

Tablo 8.30: Tesis G'de birim maliyet, m^2 başına

Harcama Kalemi	EUR/ton	EUR/m^2
Proses kimyasalları, kaplama (Zn-Fe):	40	0.49
Atık su arıtımı için kimyasallar	11	0.12
Enerji (nehir + uzun mesafeli ısıtma)	32	0.35
Su alımı	2.25	0.0025
Atık su	6.6	0.07
Atık	2.9	0.03
Yatırım	20	0.22
Bakım	85	0.91
Tesis personeli	80	0.85

Çinko için girdiler ve çıktılar

Plant G referansı için aşağıdaki karakteristik sayılar mevcut verilerden hesaplanabilir:

- Giriş çinko = 10276 kg/yıl, çinko metal %99.95 Zn'den oluşan
- Yayılan çinko = 2380 kg/yıl, kullanılan malzemenin %23'üne göre,

  - Atık su ile 3,9 kg/yıl
  - Atık ile 2376 kg/yıl.

8.5.7 Referans tesis H

Tesisin yaşı: 6 yıl.

Çalışan sayısı: 60

Tesis türü: Bir firmanın parçası işyeri.

Tüm işletmenin üretim programı

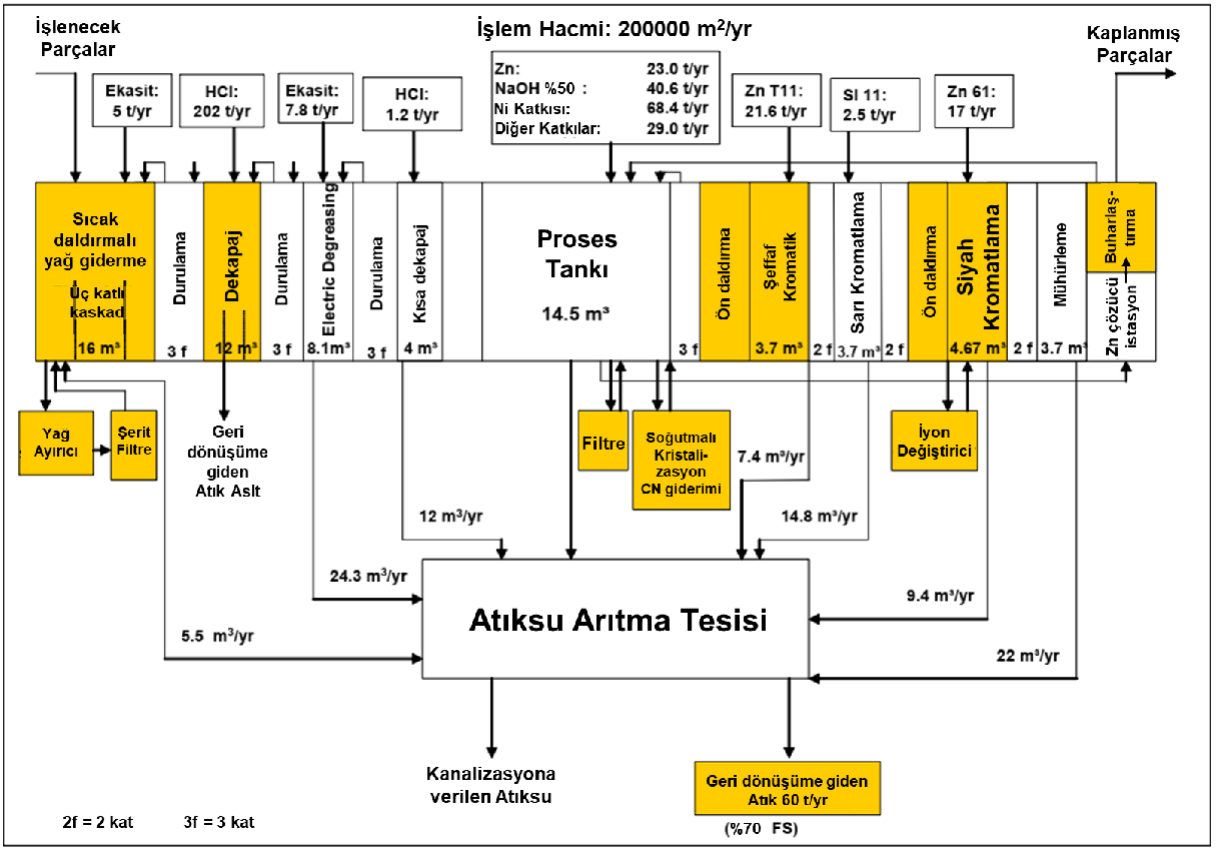
- asit çinko kaplama bir varil ünitesi
- çinko-demir kaplama iki varil ünitesi
- çinko-nikel kaplama bir raf ünitesi (alkali teknik)
- çinko-nikel kaplama bir raf ünitesi (asit tekniği)
- çinko-demir kaplama bir raf ünitesi
- asit çinko kaplama bir raf ünitesi.

Tarif edilen ünitenin üretim programı

Birim değişken tedavi süreleri ile bilgisayar kontrollü bir çinko-nikel raf ünitesi (alkali tekniği) 'dir. Proses adımları: sıcak yağ giderme, dekapaj, elektrolitik yağ giderme, dekapaj, galvanizleme (çinko-nikel), şeffaf kromatlama, sarı kromatlama, siyah kromatlama ve sızdırmazlık (bkz. Şekil 8.15). Giriş malzemeleri Tablo 8.31'de gösterilmiştir.

Çıktı

Yılda yaklaşık 6000 saat üretim süresine sahip üretim hacmi, kaplanmış ve kromlanmış veya kapatılmış çelik iş parçalarının yaklaşık 200000 m^2 yüzeyidir. Orta kapasite, sırasıyla saatte yaklaşık 6.3 raf veya 33 m^2'dir. Ünite 3 vardiyalı bir işlemde günlük olarak çalışır.



Şekil 8.15: Tesis H süreç akış şeması

Tablo 8.31: Tesis H'de girdi malzemeleri

Kimyasallar	Proses Adımı	Hacim (Litre)	Kosantrasyon	Yıllık Tüketim (kg)	EUR cinsinden yıllık tüketim
Yağ giderme ajanı, Ekasit	Su bazlı yağ giderici	16000	7 %	5000	
HCl %30	dekapaj	12500	200 g/l	202000	
Ekasit AK	elektrolitik yağ alma	8100	75 g/l	7800	
HCl %30	Kısa dekapaj	4000	10 g/l	1250	
Çinko anotlar	Çinko-nikel elektrolit			23080	
NaOH			Zn 8 g/l	40600	
EGL2		56000	Ni 3 g/l	68400	
Zn 51			120 g/l	3600	
Zn 52			160 g/l	3000	
Zn 53			25 g/l	7200	
Zn 56			50 ml/l	15200	
Slotopas SI 11	Sarı kromatlama	3740	70 g/l/l	2500	
Slotopas Zn 61	Siyah kromatlama	4670	120 g/l	17000	
Slotopas Zn-T11	Mavi kromatlama	3700	60/300 ml/l	21600	
Toplam					EUR 580000

Problemli malzemeler için ikame

Mavi kromatlamada Cr (III) 'ün tanıtılması amaçlanmıştır. Bu büyük bir yol açabilir

Cr (VI) bileşikleri için ikame

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Analitik izlemenin süresi ve proses çözeltilerinin hizmet ömrü Tablo 8.32'de belirtilmiştir.

Tüm kaplama işlemleri için elektrolitlerin hizmet ömrü neredeyse sınırsızdır. Sürekli filtreleme (50 m3/sam3/sa) ile kombine edilen ve bir kristalleştirme ünitesi vasıtasıyla karbonatın uzaklaştırılmasıyla dışarıya doğru sürüklenen sürükleme, kalite sınırlayıcı bir değerin üzerinde hiçbir kirlenmenin yükselmemesi için yeterince yüksektir.

Sıcak yağ giderme ünitesi, kademeli olarak bağlanan üç istasyondan (bir ön yağ alma ve iki arıtma sonrası yağ giderme) oluşur. Ön yağ giderme ünitesi, yağ ve gresi gidermek için bir yağ striptizci ve bant filtresi ile donatılmıştır, böylece bir yıllık bir banyo ömrü elde edilir. Aşağıdaki üç aşamalı kademenin toplam durulama suyunun geri beslenebilmesi için 70 ° C'deki 40-50 l/saat'lik buharlaşma kayıpları yeterlidir.

Dekapaj solüsyonunun servis ömrünün ekonomik olarak sağlanamaması, bu nedenle dekapaj çözeltisinin sıcak daldırma çinko kaplama tesisinde kullanım için üç haftalık bir servis ömründen sonra satılmasıdır.

Elektrolitik yağ giderme işlemi, çok iyi ön yağlamadan dolayı dört aylık bir hizmet ömrüne sahiptir. Ek önlemler gerekli görülmemektedir. Üç kat kaskat ile birlikte 50 ° C'de buharlaşma kayıpları toplam sürüklenmeyi geri beslemek için yeterlidir.

Siyah kromat proses çözeltisi, iyon değişimiyle rejenere edilir, böylece servis ömrünün önemli bir uzantısı elde edilir.

Sarı ve şeffaf kromat çözeltiler, karmaşık kimyasal bileşim nedeniyle yeniden üretilmez.

Tablo 8.32: Tesis F'de süreç çözeltilerinin döngüsü ve servis ömrü

Proses Adımı	Girdi kimyasallar	Yükleme sıklığı (3 vardiyalı çalışma)	Analitik kontrol frekansı	Hizmet ömrü
Yağ giderme	Ekasit	2/hafta	1/hafta	52 hafta
Asitle temizleme, dekapaj	HCl %30	2/hafta	1/hafta	3 hafta → Tesis dışı tekrar kullanım
Elektrolitik yağ giderme	Ekasit AK	2/hafta	1/hafta	17 hafta
Asitle temizleme, dekapaj	HCl %30	2/hafta	1/hafta	13 hafta
Kaplama	NaOH	Sürekli	Ni 2/gün	Sonsuz
	EGL 2		Zn, çevimiçi	
	Zn 51			
	Zn 52			
	Zn 53			
Sarı kromatlama	Slotopas SI 11	2/hafta	2/hafta	13 hafta
Siyah kromatlama	Slotopas Zn-T 11	2/hafta	2/hafta	26 hafta
Mavi kromatlama	Slotopas Zn 61	2/hafta	1/hafta	26 hafta

Sürüklenmenin azaltılması için önlemler

Viskozite, tensit ekleyerek tüm yağ giderme ve dekapaj solüsyonlarının azaltılmasıdır.

İşlem banyoları üzerindeki boşaltma süreleri optimize edilir, böylece her işlem banyosu için sürüklenen hacim ortalamada 5 l/s'yi aşmaz.

Sürüklenen süreç çözeltilerinin geri beslenmesi

Sıcak ön arıtma işlemlerinden durulama suyu geri beslenir. Bu, proses kimyasalları hakkında büyük bir geri besleme ile sonuçlanır (durulama suyu miktarı ve buharlaşma kayıpları bir dengede bulunur)

Taşıyıcıdaki damlama tepsileri geri beslenen çinko nikel elektrolitten elektrolitlerin (5 l/saat) geri kalan kısmını toplar.

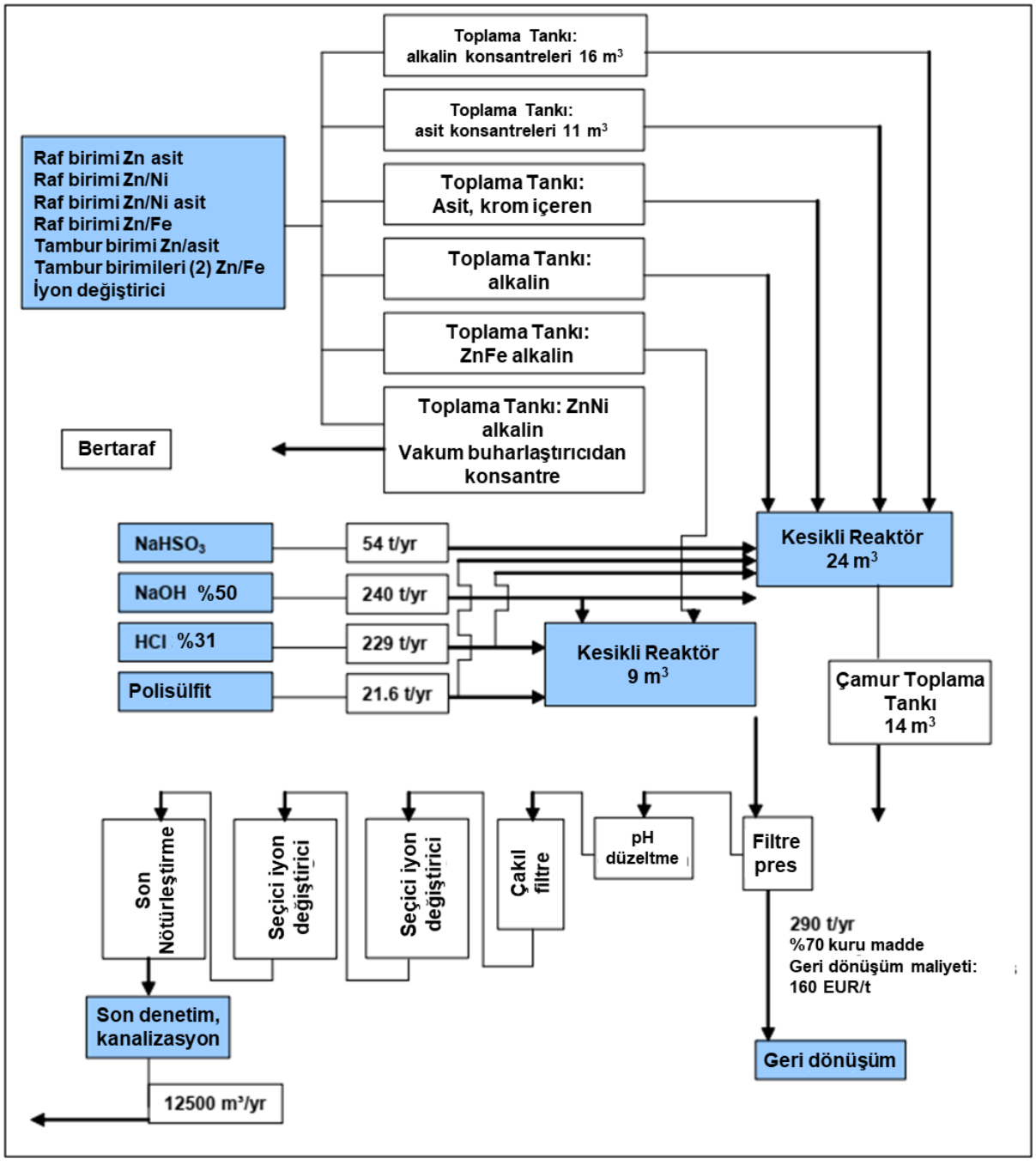
Siyah kromatın statik durulama işleminde ön daldırma (ekolojik durulama), siyah kromat çözeltisinin %50'lik bir geribildirimi ile sonuçlanır.

Durulama teknolojisi

Durulama teknolojisinin yerleşimi, her bir işlem basamağından sonra, son aşamanın durulama sıvısı üzerinde bir sprey cihazı ile genellikle üç aşamalı kademeli bir durulamadır.

Bazı işlemler, ör. Kromatlama, genellikle son aşamada bir halka olarak yapılandırılmış bir sprey durulama ile birlikte iki aşamalı kaskadlarla donatılmıştır.

Durulama suyunun geri dönüşümü için çeşitli kaplama hatları için merkezi bir iyon değişim birimi kullanılır.



Şekil 8.16: Tesis H atık su arıtma tesisi akış şeması

Atık su arıtma

Atık su arıtımı, su ile ilgili tüm üretim üniteleri için merkezi bir ünitede gerçekleştirilir ve tartışılan çinko-nikel hattı, atık su miktarının ve miktarının sadece bir bölümünü temsil eder (bakınız Şekil

8.16). Atık su arıtma ünitesi, ayrı ayrı çalışan iki parti işleme ünitesinden oluşur. Arıtılan atık su, bir çakıl filtresinin üzerinden geçmekte ve ardından nihai pH kontrol aşamasında nihai bir nötralizasyon gerçekleştirmektedir. Hidroksit çamuru bir filtre presine pompalanır ve daha sonra %70 katı içeriğe kadar kurutulur. Tablo 8.33, elde edilen genel emisyon seviyelerini göstermektedir.

Tablo 8.33: Tesis H ağır metaller için atık su emisyon değerleri

Parametre	İzleme değeri, mg/l	Ölçülmüş değerler mg/l	
		Özdenetim	Otorite kontrolü
Total Cr	0.5	0.3 – 0.4	0.4
Cr(VI)	0.1	<0.05	<0.05
Zn	2.0	1.6 – 1.8	1.7
Ni	0.5	0.3 – 0.5	0.4

Haftada 40 m^3 hacminde ve ortalama 1.7 mg/l Zn ve 0.4 mg/l Cr konsantrasyonunda, yıllık üretilen ağır metal yükü (3400 g çinko ve 800 g krom) bu üretim ünitesinden kanalizasyona boşaltılmaktadır.

Atık

Atıkların ana kaynağı atık su arıtımı sırasında oluşan çamurdur. %70 katı içeriğe sahip 60 tona kadar çıkmaktadır, bkz. Tablo 8.34.

Tablo 8.34: Tesis H'de atık miktarı

Atık Kategorisi	Avrupa Atık Katalog No	Yıllık Miktar	Geri dönüştürme /Bertaraf Tekniği	Nakliye dahil Geri dönüştürme /Bertaraf maliyeti (EUR)
Krom içermeyen serbest siyanit atığı	11 01 03	60 t	Geri dönüştürme	160
Atık dekapaj çözeltisi		210 t	Sıcak daldırmalı galvanizleme tesisinde dekapaj çözeltisi olarak kullanılır	175
Siyanit içeren atık soda		24 t	Kimyasal arıtma	750

Atık içinde çinko yıllık kayıpları aşağıdaki gibidir:

60000 kg çamur x 0.7 katı içerik x 0.200 g çinko/kg kuru çamur = 8400 kg

Çinko-nikel raf ünitesi için diğer tüketim değerleri

Tek tek Tesis elemanlarının işletme elektrik yükleri şunlardır:

- otomatik kaplama hattı 587 kVA
- doğrultucular 567 kVA
- filtrasyon çinko banyosu 2.4 kVA
- mikrofiltrasyon 2.2 kVA
- 1 kVA'nın yağsızlaştırılması
- soğutma kristallenmesi 1 kVA
- basınçlı hava 55 kVA
- dozajlama cihazları 5 kVA
- İyon değiştirici ünitesi 30 kVA içeren atık su arıtma ünitesi.

Yaklaşık 75000 m^3/s'lik egzoz havası, yıkayıcı ve buğu gidericilerle temizlenir.

Maliyetler

Yatırım maliyetleri:

- Raf ünitesi için 2000000 EUR
- Atık su arıtma ünitesi için 450000 EUR

İşletme maliyetleri:

- Yıllık bakım için 126000 EUR
- Üç vardiyalı operasyon için personel giderleri için 720000 EUR
- 6000 çalışma saati için:

  - Elektrik için 150000 EUR
  - Gaz için 25000 EUR.

Su ve atık yönetimi maliyetleri:

- Atık su arıtma ve iyon değiştirici ünitesi için 70000 EUR
- Tatlı su için 3800 EUR
- Kanalizasyon ücreti için 6500 EUR
- Atık bertarafı için 61000 EUR.

Operasyon maliyetleri Tablo 8.35'te m^2 başına gösterilmiştir.

Tablo 8.35: Tesis H'de birim maliyet, m^2 başına

Maliyet	EUR/m^2
Proses kimyasalları, galvanizasyon	5.5
Atıksu arıtma tesis için kimyasallar	0.37
Enerji	1.75
Temiz su	0.04
Atıksu	0.07
Atık bertarafı	0.61

Tahmini metal kaybı/verimliliği

Referans Tesis H için, aşağıdaki veriler mevcut verilerden hesaplanabilir:

- Giriş çinko: 23080 kg/yıl, çinko yarı mamul malzeme %99.95 Zn oluşan
- Yayılan çinko: 8400 kg/yıl, girdi malzemenin %36.4'üne göre, sonuçlanır:

  - Kanalizasyona 3.4 kg/yıl
  - Atık için 8400 kg/yıl.

8.5.8 Referans tesis K

Tesisin yaşı: 13 yıl.

Tesis türü: Bir firmanın içinde bir işyeri.

Tüm işletmenin üretim programı

- mekanik işlem
- çinko kaplama
- kromat tamamlama
- Vidaların ve pulların fosfatlanması.

Tambur kaplama ünitesinin üretim programı

Şekil 8.17'ye bakınız.

- sıcak daldırmalı yağ giderme
- asitle temizleme
- elektrolitik yağ giderme
- çinko kaplama (asit)
- bakır sıyırma (siyanür)
- çinko kaplama (siyanür)
- kromat bitirme (mavi, sarı ve siyah)
- fosfatlama.

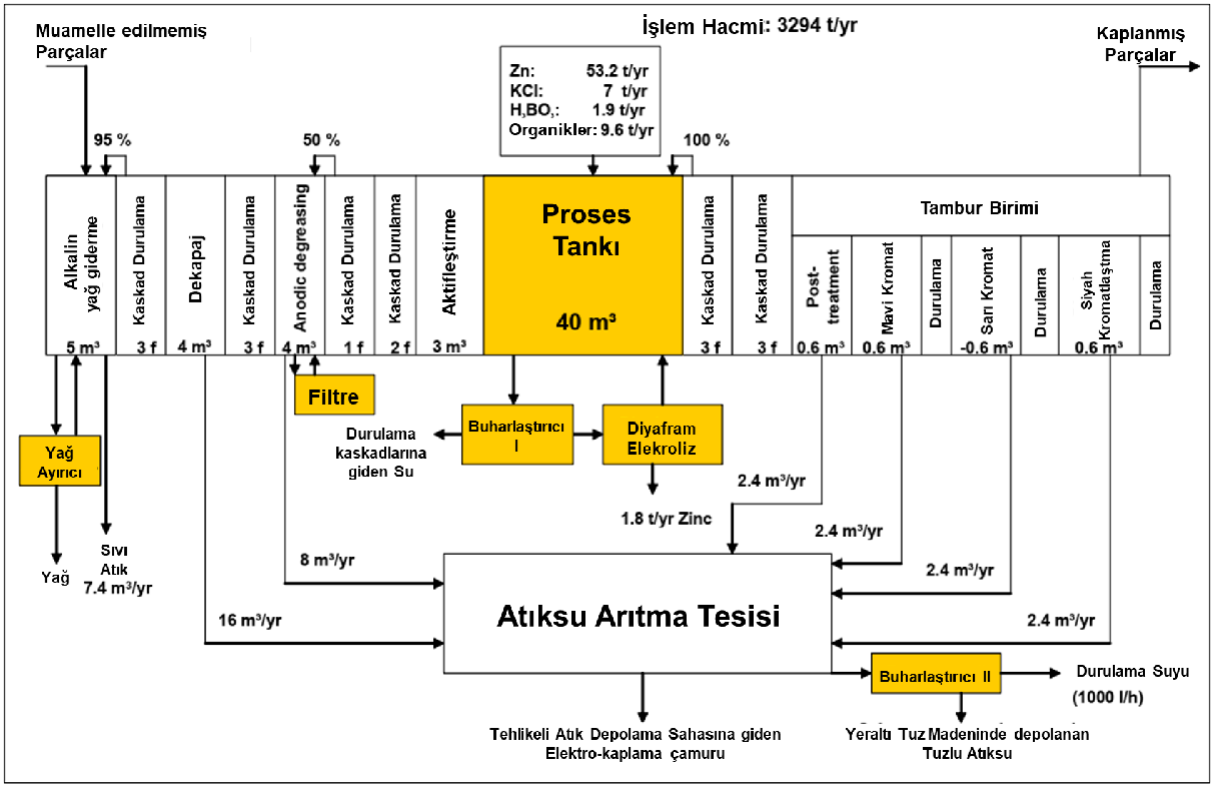
Çıktı

Yılda 6800 çalışma saatinde 3294 t/yıl (başlıca küçük vida ve rondelalar)

Girdi malzemeleri

Tablo 8.36: Tesis K'da girdi malzemeleri

Kimyasallar	Proses Adımı	Miktar (litre)	Çalışma konsantrasyon	Yıllık Tüketim (kg)	EUR cinsinden yıllık tüketim
Yağ giderici konsantresi	Sıcak daldırmalı yağ giderimi	5000	50 g/l	4000	7000
HCl	Dekapaj çözeltisi	4000	160 g/l	48400	9000
Sodyum hidroksit	Elektrolitik yağ giderme	4000	100 g/l	1400	500
Çinko anotlar	Çinko elektrolit			53200	84000
Çinko Klorür			40 g/l	6960	5080
KCl		40000	180 g/l	1920	1143
Borik asit			25 g/l	9600	33000
Cr-trioksit Amonyum Klorür Sodyum sülfat Sodyum klorit	Sarı kromat kaplama	600	7.5 g/l	6000	14000
Siyah kromat çözelti	Siyah kromat kaplama	600	100 g/l	15000	47000
Mavi kromat çözelti	Mavi kromat kaplama	600	40 ml/l		
Daldırma sonrası çözeltisi	Daldırma sonrası	3700	10 g/l	890	2600
Kaplama kimyasalları	Kaplama ünitesi				203323
Caustic soda çözelti 50 %	Atık su arıtma tesisi			5640	1270
Hidroklorik asit 30 %				7560	1135
Sodyum bisülfat		--	--	1250	306
Atıksu arıtımı için kimyasalların toplam maliyeti					2711



Şekil 8.17: Tesis K'da süreç akış diyagramı

Kullanılan problemli materyaller için ikame

Halihazırda kullanılan malzemelerin yerini almamaktadır.

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Süreç çözeltilerinin hizmet ömrü Tablo 8.37'de gösterilmiştir.

Tablo 8.37: Tesis K'da kimyasalların hizmet ömrü

Proses Adımı	Kimyasallar	Konsantrasyon	Sıcaklık	Hizmet ömrü
Sıcak daldırma ile yağ giderme	Sodyum hidroksit	50 g/l	70	26 hafta
Dekapaj çözeltisi	Hidroklorik asit	160 g/l	20	13 hafta
elektrolitik yağ alma	Sodyum hidroksit	50 g/l	55	26 hafta
Çinko elektrolit	Bkz. Tablo 8.36	Bkz. Tablo 8.36	30	Sonsuz
Sarı kromat	Krom trioksit	7.5 g/l		13 hafta
Siyah kromat	Krom trioksit	20 g/l		13 hafta
Mavi kromat	Krom(III) tuzu	1 g/l		13 hafta

Çinko elektrolitin servis ömrü sonsuzdur. Bu, doğal filtreleme ile birlikte sürekli filtrasyon ve diyafram elektrolizi ile elde edilir.

Sıcak emilen yağ giderme çözeltisi, serbest yağın çıkarılması için bir yağ separatörüne pompalanır. Elektrolitik yağ giderme solüsyonu çamurun uzaklaştırılması için filtrelenir.

Kromat çözeltiler, karmaşık kimyasal bileşimi nedeniyle özel muamelelere tabi tutulur. Her durumda ulaşılan hizmet ömrü, ekolojik ve ekonomik bakış açısından yeterli kabul edilir.

Kimyasal maddelerin izlenmesi ve yeniden doldurulması döngüsü Tablo 8.38'de gösterilmiştir.

Tablo 8.38: Tesis E'de izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması

Proses Adımı	Kimyasallar	Yeniden doldurma miktarı	Analitik kontrol sıklığı
Sıcak daldırma ile yağ giderme	Tenside	Veri yok	1/hafta
Dekapaj çözeltisi istasyonu	Konsantre Sülfürik asit, tenside	Veri yok	1/hafta
Elektrolitik yağ alma	Kostik soda çözeltisi %50 Slotoclean	Veri yok	1/hafta
Çinko elektrolit	Kalsiyum klorür	50 kg/saafta	1/hafta
	Borik asit	6 kg/saafta	Sürekli
	Bazik + parlatıcı katkı	50 kg/saafta	Sürekli
Dekapaj	Hidroklorik asit 30 %	Veri yok	Günlük, yeni başlatmada
Sarı kromatlama	Krom trioksit	Veri yok	2/hafta
Mavi kromatlama	Krom (III) tuzu	Veri yok	2/hafta
Siyah kromatlama	Krom trioksit gümüş tuzu	Veri yok	1/hafta

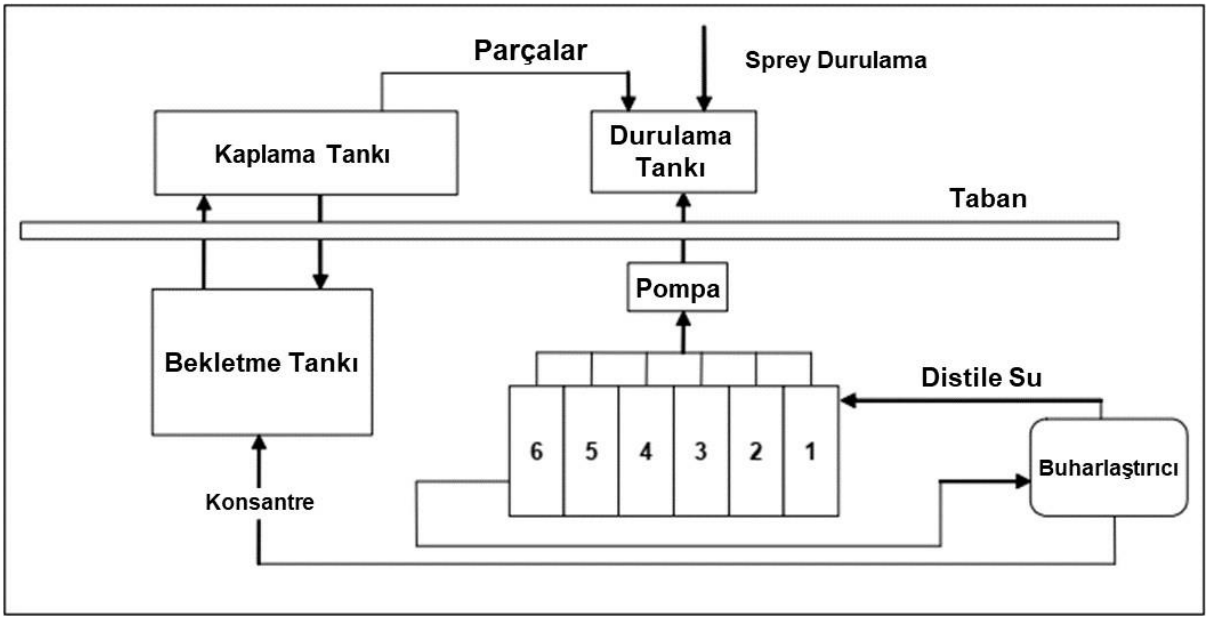
Sürüklenmeyi azaltmak için önlemler

Tüm kaplama işlemlerinde, elektrolitin boşaltma prosedürü, tambur gövdesinin ve tamburun dönme rejiminin optimize edilmesiyle optimize edilir.

Sürüklenen süreç çözeltilerinin geri bildirimi

Sürüklenen süreç çözeltilerinin geri bildirimi farklı yollarla gerçekleşir:

Sıcak iş süreçlerinde (yağ giderme) buharlaşma kayıpları, kompakt durulama durulama suyu ile desteklenir, böylece sıcak yağ giderme çözeltisinin %90'ı ve elektrolitik yağ giderme çözeltisinin %50'si geri beslenir, elektrolitin durulanmasıyla konsantre edilir. Bir vakumlu evaporatör ve yeniden konsantre elektrolit tamamen geri dönüştürülür. Buharlaştırıcıdan gelen damıtık, durulama amaçları için kullanılır (bkz. Şekil 8.18.).



Şekil 8.18. Tesis K altı adımlı kaskat durulama

Sınırlı hat alanı ile çok aşamalı durulama

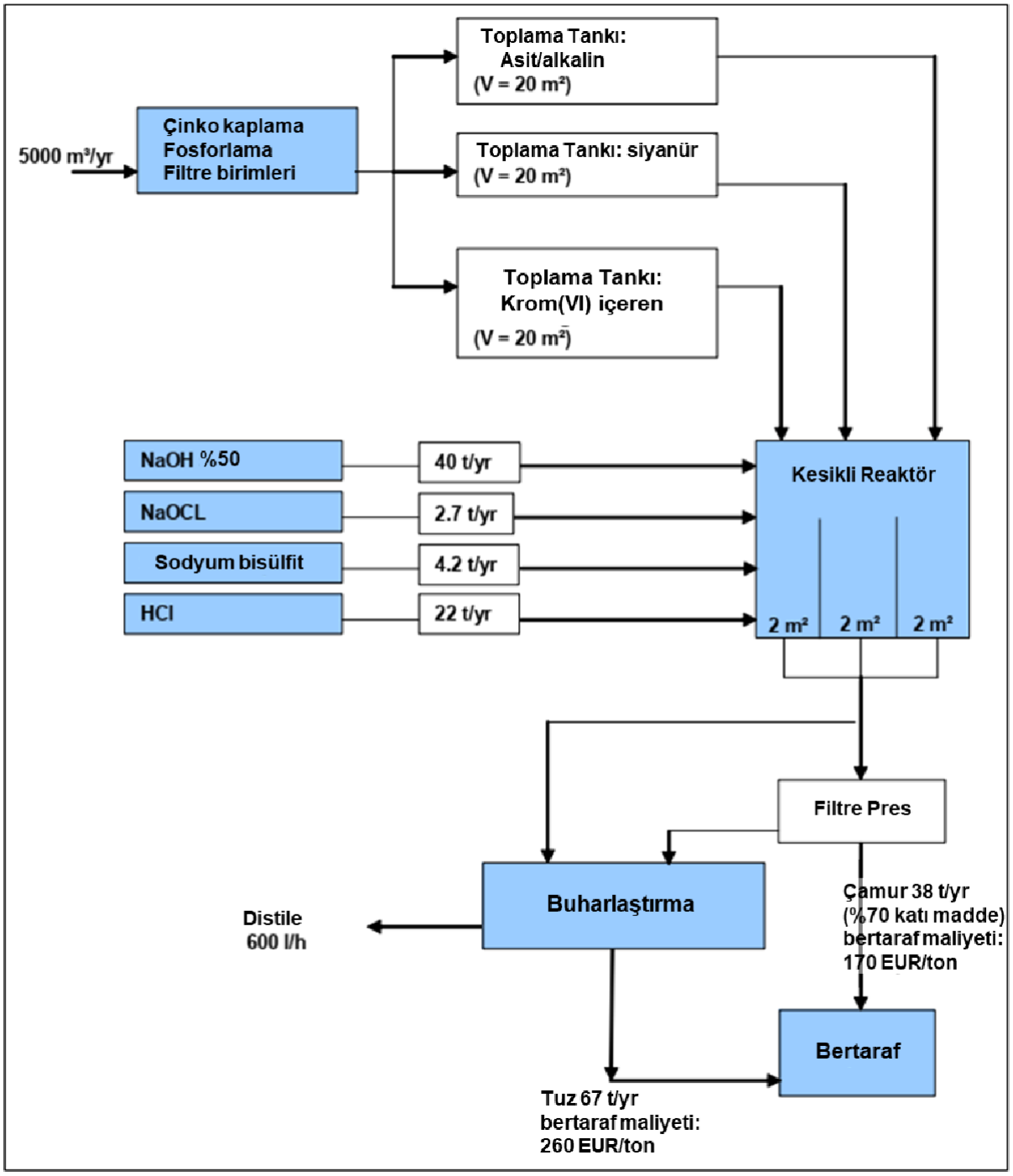
Kaplama işlemi için durulama teknolojisi, 4.7.10.4'te tarif edilen altı kat kompakt bir durulama sistemidir (Bkz. Şekil 8.18). Kaplama tankından sonra, varil boş bir tankın içine yerleştirilir. Bu, her biri, duru bir statik durulama suyu tutan, sıralı olarak altı adet off-line tanktan doldurulur ve boşaltılır. İlk (en konsantre) durulama suyu kritik bir yoğunluğa ulaştığında, evaporatöre pompalanır. Konsantre, kaplama banyosuna geri döndürülür ve yoğunlaştırılmış damıtılmış su, yeni durulamada kullanılır. Tüm süreç 60 saniye sürüyor.

Kalan işlem adımlarından sonra, durulama iki veya üç kat kaskad durulamalardır.

Sonraki buharlaşma ile atık su arıtma (atık su içermeyen çalışma)

Atık su arıtma tesisi, tüm tesis için merkezi bir birimdir, böylece tartışılan kaplama birimi, toplam atık suyun sadece bir bölümünü temsil eder. Her durumda, kimyasal oksidasyon ve indirgemeden önce, bir anodik oksidasyon ve katodik bir azalma vardır. Çökeltikten sonra, birincil çamurun çökeltilmesi ve susuzlaştırılması bir filtre presinde gerçekleşir.

Filtrat, buharlaştırıcıya gönderilir. Damıtma (1000 l/saat), durulama işlemleri için yeniden kullanılır.



Şekil 8.19: Tesis K atık su arıtma tesisi akış şeması

Atık miktarı

Ortaya çıkan atıkların ana miktarı, atık su arıtma (çökelme ve buharlaştırma) sırasında oluşan katı maddelerden (çamur) kaynaklanmaktadır. Tablo 8.39'a bakınız.

Tablo 8.39: Tesis E üretilen atık miktarları

Atık türü	Avrupa Atık Kataloğu No.	Yıllık Miktar	Bertaraf	Nakliye dahil Maliyet (EUR/ton)
Siyanür içermeyen atıklar	11 01 03	21 t (%70 kuru madde)	Düzenli depolama	500
Buharlaştırıcıdan gelen tuz		37 t	Tuz madenlerinde biriktirme	270

Maliyetler

Su içermeyen proses tekniği de dahil olmak üzere tüm tesisin sermaye maliyeti: 4000000 EUR'dur.

bunun

- Buhar buharlaştırıcı için 900000 EUR
- Buhar buharlaştırıcısı II için 250000 EUR
- Disk kurutucu için 100000 EUR

Diyafram elektrolizi, filtre ve dozajlama teknolojisi için 125000 Euro. Kaplama birimi için orantılı yıllık bakım maliyetleri:

- Malzeme için 25000 EUR
- Personel için 46000 EUR.

Çinko girdileri ve çıktıları

Referans tesis K için aşağıdaki çinko dengesi mevcut verilerden hesaplanabilir:

- Giriş çinko = 53200 kg/yıl, çinko yarı mamul malzeme %99.95 Zn
- malzeme girdisinin %10'una göre, çinko = 5320 kg/yıl cinsinden yayılım. Emisyon yolları

  - Atık su ile 0 kg/yıl
  - Atık ile 5320 kg/yıl.

8.5.9 Referans tesis L

Tesisin yaşı: 8yıl.

Çalışan sayısı: 68

Tesis türü: taşeron.

Tüm işletmenin üretim programı

- kaplama çinko siyanür ve alkali raf ünitesi
- kaplama çinko siyanür ve asit rafı ve drum ünitesi
- 1 x krom kaplama: raf ünitesi
- 1 x krom kaplama: manuel ünite
- kalay, nikel ve krom kaplama: manuel ünite
- kimyasal nikel kaplama: manuel birim.

Tarif edilen ünitenin üretim programı (siyanür çinko kaplama)

Bakınız Şekil 8.20:

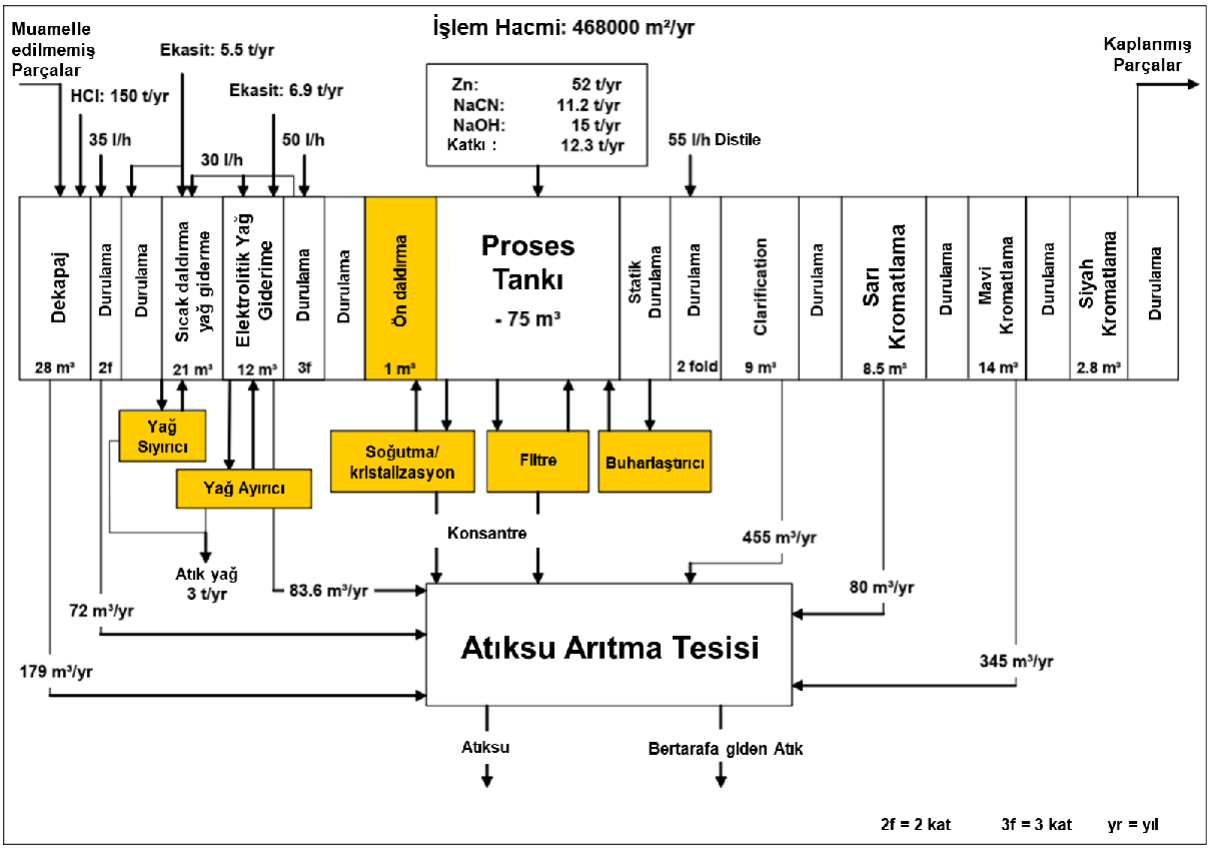
- sıcak daldırmalı yağ giderme
- paklama
- elektrolitik yağ giderme
- siyanür çinko kaplama
- Sedimentasyon
- şeffaf kromat kaplama
- sarı kromat kaplama
- siyah kromat kaplama

Çıktı

Yıllık 7200 çalışma saatinde 468000 m2/yıl

Tablo 8.40: Tesis L'da girdi malzemeleri ve atıksu arıtma

Kimyasallar	Proses Adımı	Konsantrasyon	Ton cinsinden yıllık tüketim	EUR cinsinden yıllık tüketim
Ekasit 2005	Sıcak daldırma ile yağ giderme	50 g/l	5.5	8250
Hidroklorik asit %31	Dekapaj çözeltisi	200 g/l	150	38000
Dekapaj yağ giderme		25 g/l	5.5	5500
Ekasit	elektrolitik yağ alma	55 g/l	6.9	10350
Çinko anotlar	Çinko kaplama		51.98	70135
Çinko oksit		20 g/l	2.77	6925
Sodyum siyanür		60 g/l	11225	32552
Sodyum hidroksit		92 g/l	15.06	18825
Parlatıcı sıvısı			12.3	32900
Nitrik asit	Clarification	10 g/l	7.6	3790
Bazik çözelti	Sarı kromat kaplama	1 g/l Cr(VI)	0.55	5500
Bazik çözelti	Siyah kromat kaplama	20 g/l Cr(VI) 250 mg/l Ag	7.5	25000
Pro-seal X-Z 111	Mavi kromat kaplama	1 g/l	6.35	31750
Daldırma sonrası çözeltisi	Daldırma sonrası	10 g/l	1.5	1500
Girdileri toplamı				290977
Kostik soda %50	Atıksu arıtma		40	24000
HCl %30			75	33000
sodyum bisülfit			15	10200
sodyum ditiyonit			2.5	8200
Kireç			10	2500
sodyum hipoklorit			111	60000
Atıksu arıtma kimyasallarının toplamı				137900



Şekil 8.20: Tesis L'da süreç akış diyagramı

Kullanılan sorunlu malzemelerin ikamesi

Siyanür çinko elektrolitlerin alkali siyanürsüz elektrolitlerle değiştirilmesi amaçlanmıştır.

Hizmet ömrünü uzatmak için önlemler

Proses çözeltilerinin analitik kontrolü, doldurma döngüsü ve servis ömrü Tablo 8.41'de gösterilmiştir.

Tablo 8.41: Tesis E'de izlenme döngüleri ve kimyasalların yeniden doldurulması

Proses Adımı	Kimyasal	Yeniden doldurma döngüsü	Analitik kontrol frekansı	Hizmet ömrü
Sıcak yağ giderme	University bio clean	3/hafta	1/hafta	15 hafta
Dekapaj çözeltisi	HCl 30 %+ Dekapaj yağ giderme	3/day	1/hafta	8 hafta
Elektrolitik yağ giderme	Caustic soda çözelti 50 %Ekasit	3/d	1/hafta	7 hafta
Çinko elektrolit	Sodyum hidroksit	3/hafta	Zn 5/hafta	Sonsuz
	Basis çözelti	Sürekli	CN 5/hafta	
	Gloss additive	Sürekli	OH 3/hafta	
Lighten	Nitric acid conc.	3/d	1/hafta	1 hafta
Sarı-kromat	AP plus	3/hafta	3/hafta	8 hafta
Mavi kromat kaplama	X Z 111	3/hafta	3/hafta	2 hafta
Siyah kromat kaplama	ZBL-T	3/hafta	3/hafta	8 hafta
Sealing	Post dip çözelti	2/hafta	2/hafta	Sonsuz

Çinko elektrolitin servis ömrü sonsuzdur. Bu, doğal sürükleme, elektrolitin sürekli bir filtrasyonu ve karbonatın uzaklaştırılması için bir soğutma kristallendirme ünitesinin yerleştirilmesi ile elde edilir.

Kalan süreç çözeltileri için özel işlem yapılmaz. Sıcak emdirme yağ çözeltisi için bir membran filtrasyonu tatmin edici şekilde çalışmadı. Ters ozmoz vasıtasıyla kromat son işlem çözeltilerinden durulama suyunun konsantrasyonu da başarısız oldu.

Sürüklenmeyi azaltmak için önlemler

Boşaltma süreleri, bir üniform 15 saniyeye optimize edildi. Borular kaplandığında, raflara çapraz olarak asılarak sürükleme büyük ölçüde azaltılır.

Sürüklenen süreç çözeltilerinin geri bildirimi

Sürüklenen elektrolitlerin geri bildirimi iki farklı yolla gerçekleşir:

- Sıcak aktif banyoların buharlaşma kayıpları, arıtma tankından sonra ilk durulama tankından yapılır. Durulama suyu miktarı 30 - 40 l/s arasındadır.
- vakumlama buharlaştırıcıları ile vakumlama tankından sonra durulama suyunun tamamının buharlaştırılması ve konsantrenin (6 l/s) geri dönüşünün yanı sıra kaplamadan sonra durulama amaçlı damıtık kullanımının (30 l/s ve 25 l/s).

Durulama teknolojisi

Durulama teknolojisi genellikle her durumda üç aşamalı durulama kaskadıdır.

Üç aşamalı durulama işlemine istisna kromatlamadan sonra yapılır. Burada, kromat finisajının bir adım durulanması, iyon değiştiriciden gelen sirküle eden su ile beslenir.

Bazı durumlarda, tankın sıvı seviyesi üzerinde ek püskürtme yıkama kullanılır. Bunun için son durulama spreyi 30 - 35 l/sa demineralize su ile beslenir.

Borular kaplandığında yüksek sürtünme nedeniyle, sıcak emdirme yağı ve paklama iyon değiştiriciden minerali alınmış su ile bir kez daha durulama aşaması ile donatılmıştır.

Atık su arıtma

Atık su arıtma tesisi, tüm su kullanan üretim birimleri için merkezi bir tesis olup, açıklanan çinko Tesisi, girdi atık suyunun toplam spektrumunun sadece bir bölümünü temsil etmektedir (bkz. Şekil 8.21).

Ön arıtma ve son işlem, her tank için bir tane siyanür akışı ve biri kromat akarsuları için olmak üzere iki arıtma tankında gerçekleştirilir. Ön arıtma ve çökeltme işleminden sonra, çökeltme tanklarında çökelme ve çamurun suyunun giderilmesi iki filtre presinde gerçekleşir. Temizlenmiş su, bir çakıl filtresi, bir son katyon değiştirici, bir nihai nötralizasyon ve nihai pH ayarlaması yoluyla kanalizasyona iletilir.

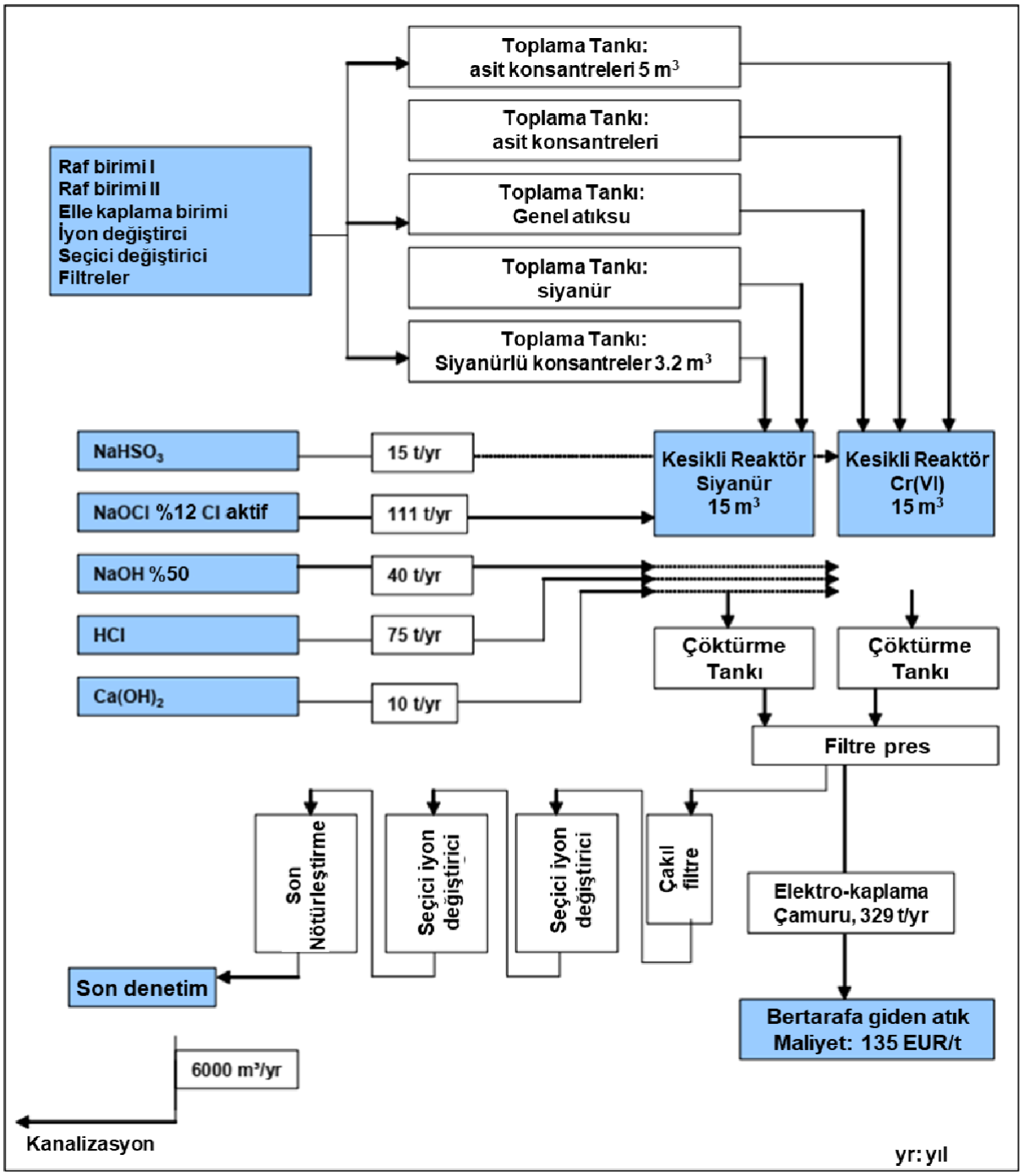
Tarif edilen Tesisler 75 m³/hafta atık su üretirler.

Atık suda ölçülen ağır metal konsantrasyonları, Tablo 8.42'de açıklanmaktadır.

Tablo 8.42: Arıtma sonrası atık sudaki ağır metallerin konsantrasyonu

Parametre	Sınır değerler mg/l	Kontrol analizi mg/l		
		İç	Dış	Dış
Total Cr	0.5	0.3	<0.05	<0.05
Cr (VI)	0.1	<0.01	<0.05	<0.05
Zinc	2.0	0.9 – 1.2	0.22	<0.22
Cyanide	0.2		0.24	<0.05

Haftada 75 m3 atık su miktarı ve 0.22 mg/l Zn ve <0.05 mg/l Cr ortalama metal konsantrasyonları ile yıllık ağır metal yükleri 825 g çinko ve maksimum 187 g krom vardır.



Şekil 8.21: Tesis L atık su arıtma tesisi akış şeması

Tablo 8.43: Tesis L'de ağır metaller için atık su emisyon değerleri

Atık tipi	Avrupa Atık Kataloğu No.	Yıllık miktar (ton)	Bertaraf Yöntemi	Taşıma dahil bertaraf maliyetleri EUR / ton
Krom içeren siyanürsüz atıklar	11 01 03	181	Düzenli depolama	135
Siyanür içeren atıklar	11 01 01	9	Termal yıkım	640
Atık yağ	11 01 07	3	Termal yeniden kullanım	470

Tablo 8.44: Tesis L'de metalürjik geri dönüşüm için elektro kaplama çamur bileşimi

Parametre	kuru madde içeriği, g/kg
Çinko	200 (medyan değer)
Demir	42
Kadmiyum	<0.1
Arsenik	<0.1
Katı içeriği	40 %

Maliyetler

Operatör tarafından gösterilen sermaye maliyetleri:

- Çinko tesisi için 1500000 EUR
- Atık su arıtma tesisi için 845000 EUR (tamamı)
- Çevrim iyon değiştirici ünitesi için 63000 EUR (orantılı)
- Filtreleme üniteleri için 35000 EUR (çinko)
- Yağ giderme mekanizması için 10000 Euro
- Soğutma kristallendirme ünitesi için 32500 EUR
- Buharlaştırıcı için 125000 Euro. Kaplama tesisi için yıllık bakım maliyetleri:
- Malzeme için 40000 EUR/yıl
- Personel için 40000 EUR/yıl.

Çevresel tesisler için (üretim entegre çevre koruma) işletme ve bakım için aşağıdaki personel harcamaları orantılı olarak gereklidir:

- Filtrasyon, de-yağlama mekanizması, soğutma kristallenmesi:
  - 10000 EUR/yıl
- Atık su arıtma ve çevrim iyon değiştirici tesis (oransal):
  - Malzeme için 7500 EUR/yıl
  - Personel için 50000 EUR/yıl.

Tablo 8.45, Plant L için EUR/m2 olarak muamele edilen maliyetleri göstermektedir:

Tablo 8.45: Tesis L'de birim maliyet, m^2 başına

Harcama Kalemi	EUR/m^2
Proses kimyasalları, galvanizasyon	0.31
Atık su arıtımı için kimyasallar	0.15
Enerji (nehir + uzun mesafeli ısıtma)	0.24
Su alımı	0.025
Atık su ve atık	0.08
Yatırım	0.56
Bakım personeli / malzemesi	0.34

Çinko girişler ve çıkışlar

Tesis L için aşağıdaki tipik veriler:

- Giriş çinko: = 51980 kg/yıl, çinko yarı mamul malzeme %99.95 Zn oluşan
- Giriş malzemesinin %27.86'sına göre yayılan çinko = 14481 kg/yıl:
  - Atık su yolu ile = 0,8 kg/yıl
  - atık yolu = 14480 kg/yıl.

8.6 Tipik küçük dekoratif kaplama hatları için krom kullanımı

Bu, üç benzer çizgiden biridir ve birçok krom kaplama tesisinin tipik bir örneğidir. Durulama tekniği, döngüleri kapatmak için yaygın olarak kullanılan bazı tekniklere sahiptir: ancak materyal döngüsü kapalı değildir:

- Krom banyosunun tank büyüklüğü: 100 x 70 x 120 cm (2040 litre)
- Krom kaplamadan önce statik durulamada bir adet durulama tankı (Bölüm 4.7.4'e bakınız) (konsantrasyon, CrO3> 80 g/l'de seyreltme ile kontrol edilmelidir, aksi takdirde nikel alt tabakası pasifleştirilir ve kaplanamaz). Bu ekolojik durulama aynı zamanda krom kaplamadan sonra ilk adım olarak kullanılır.
- Kaplama kazanındaki buharlaşma kayıpları, statik ekolojik durulamadan gelen durulama suyu ile otomatik olarak değiştirilir (kaplama kazanı sadece 1 l/saat kaybeder, 0.45 m2 yüzey alanına sahiptir ve 43 ° C sıcaklıkta çalışır. Banyoda hava çıkışı vardır)
- Statik ekolojik durulama, seviye kontrolü ile deiyonize su ile otomatik olarak doldurulur.
- Statik durulamadan sonra, çift kaskadlı durulama (ters akımlı su akışı) vardır ve tüm tatlı su öncelikle nozullar tarafından sprey suyu olarak kullanılır.
- Diğer durulama adımları, kalıntı kromik asidi atık su tesisine deşarj eder.

Verim

- kaplamalı yüzey: ortalama 0,3 ^ m krom kalınlığında 11000 m2/yıl (dekoratif parlak krom için tipik)
- yüzeyde krom kaplama: 236 kg/yıl
- kromik asit tüketimi: 870 kg/yıl = 452,4 kg/yıl krom girişi
- yaklaşık metal verimliliği: %52.

Kromun malzeme yolları

- parçalara kaplama
- Hava çekme sistemi (atık; her yıl aynı miktarda atık toplanır)
- Banyodaki krom çamuru (atık)
- raf sıyırma (metal hidroksit, atık ama dış metal geri kazanımı için satılır)
- Atık su tesisi (metal hidroksit> %99, atık ama dış metal geri kazanımı için satılır).

Mermi noktaları 2, 3 ve 4, girişin en az %3 - 5'i kadardır ve tamamen kapalı bir döngüde bile tamamen ortadan kaldırılamaz.

Sonuçlar

- Yaklaşık %52'lik metal verimi, bu tür küçük altı değerlikli krom kaplama hattının tipik bir örneğidir.
- Yoğunlaştırıcı kapalı döngü olmayan küçük krom tesislerine ulaşılamıyor
- kaplanan krom tabakanın inceltilmesi, çok iyi bir metal verimine ulaşmak daha zor
- Yukarıda belirtilen adımlar olmaksızın, döngüyü kapatmak için hareket etmeksizin, dekoratif hekzavalent krom kaplama için metal verimliliği sadece %20-30'dur.

Kaynak

[Martin Peter, Collini GmbH, Mart 2005].

8.7 İyon değişimi - tekniklerin genel tanımı

Açıklama

İyon değişimi, uzun yıllardır su arıtma ve yüzey işleme endüstrisinde ticari olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle tarifi herhangi bir uygulamaya kolayca girmez ve yeni uygulamalar ve yeni reçine sistemleri ortaya çıkarmaya devam eder. Örnekler:

- Su deiyonizasyonu
- Su yumuşatma uygulamaları

ve yüzey işleme endüstrisinde:

- Atık su arıtma uygulamaları
- durulama suyu geri kazanımı
- Metallerin geri kazanımı. En yaygın uygulamalar arasında bakırın (asit bakır çözeltilerden), nikel ve değerli metallerin kaplama durulama suyundan geri kazanımı bulunmaktadır.

İyon değişimi, iyon değişim reçineleri üzerinde kimyasal olarak aktif fonksiyonel gruplara bağlı iyonlar için çözeltilerden iyonların değiştirildiği kimyasal bir reaksiyondur. Reçineler tipik olarak katyon değişim reçineleri veya anyon değişim reçineleri olarak sınıflandırılır. Katyon reçineleri genellikle nikel, bakır ve sodyum gibi pozitif yüklü katyonlar için sodyum veya hidrojen iyonları değiştirir. Anyon reçineleri tipik olarak kromatlar, sülfatlar ve klorürler gibi negatif yüklü iyonlar için hidroksil iyonları değiştirirler. Katyon ve anyon değişim reçineleri, her ikisi de üç boyutlu, organik polimer ağlarından üretilmektedir. Bununla birlikte, farklı iyon değişim özellikleri sağlayan farklı iyonlaşabilir fonksiyonel grup eklerine sahiptirler. İyon değişim reçineleri, değişik iyon spesifik selektivitelere sahiptir (çıkarılma tercihleri). Aşağıdaki kimyasal denge denklemi bir katyon değişim işlemini açıklar:

zR - A + zB + bbzR - B + zA+ R - = reçine fonksiyonel gubu
A+ = reçineye ağlı katyon
B+ = su fazı katyon
z = eşdeğer yük değeri

İyon değişim sistemleri tipik olarak iyon değişim reçinesi boncuklarıyla yüklenmiş kolonlardan oluşur. Proses çözeltileri, tedavi için kolonlardan pompalanır. İyon değişim kolon sistemlerinin temel özellikleri:

- İyonlar sürekli akış sisteminde çıkarılır
- İyon değişim reçineleri, kolonun tamamı yüklenene kadar akış yönünde yüklenir
- Reçineler rejenere edilebilir, burada asidik çözeltiler tipik olarak metallerin katyon değişim reçinelerinden ayrılması için kullanılır ve kostik çözeltiler genellikle reçineye bağlı tuzları uzaklaştırmak için kullanılır. Durulama solüsyonları, fazla rejenerasyon sıvılarını kolonlardan temizlemek için kullanılır
- Reçine yatağından geçen lineer akış hızı, iyon değişim oranı üzerinde etkiler.

İyon değiştirici reçinelerin başlıca tipleri şunları içerir:

- Güçlü asit reçineleri: tipik bir güçlü asit reçinesi fonksiyonel grubu sülfonik asit grubudur (SO3H). Kuvvetli asit reçineleri yüksek iyonize katyon değiştiricilerdir. Güçlü asit reçinelerinin değişim kapasitesi, spesifik fonksiyonel pH aralıkları üzerinde nispeten sabittir.
- Zayıf asit reçineleri: tipik bir zayıf asit reçinesi fonksiyonel grubu bir karboksilik asit grubudur (COOH). Zayıf asit reçineleri, hidrojen asitleri için güçlü asit reçinelerine kıyasla daha yüksek bir afinite sergiler ve önemli ölçüde daha düşük miktarlarda rejenerasyon reaktifleri kullanılarak yeniden üretilebilir. Zayıf asit reçinelerinin ayrışması, çözeltinin pH'sinden güçlü bir şekilde etkilenir ve yaklaşık 6.0'lık bir pH'ın altında sınırlı kapasiteye sahiptir.
- Güçlü baz reçineleri: tipik bir güçlü baz reçinesi fonksiyonel grubu, kuaterner amonyak

grubudur. Güçlü baz reçineler, yüksek oranda iyonize edilmiş anyon değiştiricilerdir. Bu reçinelerin değişim kapasitesi, spesifik fonksiyonel pH aralıkları üzerinde nispeten sabittir.

- zayıf baz reçineleri: Bunlar, güçlü baz reçinelerine kıyasla hidroksit iyonları için daha yüksek bir afinite sergiler ve önemli ölçüde daha düşük miktarlarda rejenerasyon reaktifleri kullanılarak yeniden üretilebilir. Zayıf baz reçinelerinin ayrışması, solüsyon pH'ından güçlü bir şekilde etkilenir; reçine kapasitesi pH'dan etkilenir ve yaklaşık 7.0 pH üzerinde sınırlı kapasiteye sahiptir
- Şelatlama reçineleri: Bunlar zayıf asit katyon reçinelerine benzer şekilde davranırlar, ancak ağır metal katyonları için yüksek derecede bir seçicilik sergilerler. Bir yaygın çelatlama reçinesinin türü iminodiasetat reçinesidir. Bu reçinenin, reçine polimerik yapısına bağlı bir nitrojen atomuna bağlı iki karboksilik asit fonksiyonel grubu vardır. Karboksilik asit grupları, zayıf bir asit reçinesine benzer şekilde farklı katyonlarla değiş tokuş yaparlar. Bununla birlikte, azot atomu ayrıca metal katyonları ile bir ligand bağı oluşturabilir ve böylece başka bir katyon yakalama mekanizması ekleyebilir. Çelatlama reçineleri, özellikle arzu edilen iki aralıklı fonksiyonel grubun varlığından dolayı tek değerlikli veya üç değerlikli katyonlar üzerinde daha ağır iki değerlikli katyonlar için seçicidir.

Aşağıdaki mermi noktaları, yaygın ticari iyon değişim reçinesi türleri için nispi iyona özgü seçicilik tercihlerini göstermektedir. Her listedeki iyonlar en yüksekten en düşük seçiciliğe sıralanır:

güçlü asit (katyon) reçine seçiciliği:

baryum> kurşun> stronsiyum> kalsiyum> nikel> kadmiyum> bakır> çinko> demir> magnezyum> manganez> alkali metaller> hidrojen

güçlü baz (anyon) reçine seçiciliği:

iyodür> nitrat> bisülfit> klorür> siyanür> bikarbonat> hidroksit> florür>sülfat

zayıf asit (katyon) reçine seçiciliği:

bakır> kurşun> demir> çinko> nikel> kadmiyum> kalsiyum> magnezyum> stronsiyum>baryum> alkali.

şelatlayıcı reçine seçiciliği (iminodiasetat):

bakır> civa> kurşun> nikel> çinko> kadmiyum> kobalt> demir> manganez> kalsiyum>magnezyum> stronsiyum> baryum> alkaliler

şelatlayıcı reçine seçiciliği (aminofosfonik):

kurşun> bakır> çinko> nikel> kadmiyum> kobalt> kalsiyum> magnezyum> stronsiyum>baryum> alkali

Tipik iyon değişim reçinelerinin değişim kapasitesi litre başına milimetrik olarak ifade edilebilir (litrede lityum/eşdeğer ağırlık meq/1 = ppm). Tablo 8.46, yaygın ticari iyon değişim reçineleri için tipik değişim kapasitelerini göstermektedir.

Tablo 8.46: Genel reçine tipleri için tipik iyon değişim kapasiteleri (litrede milivdeğerler, meq/l) [162, USEPA, 2000]

Reçine Türü	Değişim Kapasitesi (meq/l)
Güçlü asit (katyon)	1800
Zayıf asit (katyon)	4000
Güçlü baz (anyon)	1400
Zayıf baz (anyon)	1600
Şelatlama (sodyum formu)	1000

Elde edilen çevresel faydalar

Aşağıda Uygulanabilirliğe bakınız.

Çapraz ortam etkileri

Rejenerasyonda kullanılan kimyasallar.

Atık çözeltilerin rejenerasyondan etkileri. Pompalama için kullanılan enerji tüketimi.

Operasyonel veriler

Tipik sistem bileşenleri şunları içerir:

- reçine ile iyon değişim kolonları
- proses pompaları, boru ve valfler
- rejenerasyon tankları, pompaları ve boruları
- rejenerasyon kimyasalları ve kimyasal karışım sistemleri
- ön filtreler (katı ve organik maddeleri gidermek için)
- süreç kontrolleri (otomatik veya yarı otomatik rejenerasyon döngüleri için).

Uygulamaya bağlı olarak, çeşitli anyon, katyon ve karışık yatak (anyon/katyon) reçineleri kombinasyonları kullanılabilir.

Uygulanabilirlik

Su deiyonizasyonu ve su yumuşatma uygulamaları için kullanım dahil olmak üzere yukarıdaki Açıklamaya bakınız. Bu, gelen su kalitesini tesisat veya proses hattına iyileştirmek ve istenmeyen iyonları (ve böylece ürün kalitesini arttırmak ve banyo ömrünü uzatmak) ve durulama için iş çözeltilerinin çözünmüş katı madde lekeleri bırakmadan kurumasını sağlamak suretiyle proses çözeltisi kalitesini artırabilir.

İyon değişimi, seyreltme durulamalarından kaplama kimyasallarının geri kazanımı için mükemmel bir teknolojidir. Tipik konfigürasyonda, seyreltik bir kaplama kimyasalları konsantrasyonunu içeren durulama suyu, metallerin durulama suyundan uzaklaştırıldığı ve iyon değişim reçinesi tarafından tutulduğu bir iyon değişim kolonundan geçirilir. Ünitenin kapasitesine ulaşıldığında reçine rejenere edilir ve metaller yönetilebilir bir çözelti hacmine konsantre edilir. Bazı durumlarda, durulama sularının geri dönüşümü için gelen suyun arıtılmasından daha az arıtma kapasitesine ve sonradan yükleme veya TDS daha düşük olabileceğinden sonraki durulamaların arıtıldığına dikkat edilmelidir.

Geleneksel kimyasal geri kazanım süreçleri için sistemler, geri kazanılan iyonik türlerin yüküne bağlı olarak katyon veya anyon yatakları ile tasarlanır. Kolondan geçtikten sonra, işlenmiş durulama suyu kanalizasyona boşaltılır veya sonraki işlemden geçirilir. Çoğu durumda durulama suyu işleme geri dönüştürülür. Bu sistemler, durulama suyunu tamamen deiyonize etmek için hem katyon hem de anyon sütunlarını içerir.

Dışarı sürüklenen geri kazanım tankları, iyon değiştirme kolonlarının gerekli kapasitesini azaltmak için iyon değişimi ile birleştirilebilir. Bu konfigürasyonu kullanarak, dışarı akan tanklara bir iyon değiştirme kolonunu besleyen bir taşma durulama takip eder. Operasyonda, sürüklenen tanklar kaplama kimyasallarının hacmini kaplama banyosuna geri döndürür ve bir iyon değiştirme kolonu sadece kalıntı kimyasal yükü yakalar. Bu, iyon değiştirme sistemi boyut gereksinimini azaltır.

Uygulanabilirlik - ikincil akış(lar)

Rejenerasyon kimyasalları, rejenerasyondan elde edilen ürünleri optimize etmek için seçilebilir.

İyon değişim reçineleri. Kimyasallar, tedavi sürecinde doğrudan geri kazanılabilen tuzlar üretmek için seçilir. Metaller, elektroliz yoluyla geri kazanılabilir ve tuzlar, ortam dışında geri kazanılır. Geri kazanım işleminin kimyasal ürün spesifikasyonuna bağlı olarak, rejenere edilmiş çözelti, yeniden kullanım, daha fazla işlenecek veya elektroliz gibi başka bir teknoloji ile geri kazanılan metaller için

doğrudan kaplama tankına geri gönderilebilir. Bu teknolojinin en yaygın uygulamaları bakır, nikel ve değerli metallerin geri kazanımıdır. Rejenerasyon bölgesi her zaman 'temiz' durumda tutulduğundan, karşı akım rejenerasyon mekanizmaları rejenerasyon için önemli derecede daha az kimyasal kullanımla sonuçlanabilir. Eş-akım rejenerasyonu daha yüksek kimyasal kullanımı gerektirir ve/veya rejenere edilmiş bölgeyi rejenerasyondan sonra yarı-kirlenmiş bir durumda bıraktığı için daha düşük başlangıç su kalitesi ile sonuçlanır.

Uygulanabilirlik - Sınırlamalar

İyon değişimi için genel sınırlamalar:

- Sık sık yenilenme ihtiyacı nedeniyle iyon değişimi 500 ppm'nin üzerinde toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonları ile kullanım için pratik olmayabilir
- Reçinelerin farklı etkili pH aralıkları vardır. Örneğin, iminodiasetat çelatlama reçinesi en azından hafif asidik bir aralıkta çalışır; Seçicilik daha yüksek pH'ta ve yaklaşık 2.0 pH'ın altındadır.
- oksidanlar, çözücüler, organik maddeler, yağ ve gres reçineleri bozabilir
- askıda katı maddeler reçine sütunlarını tıkayabilir.

Ekonomi

Durum spesifik. Aşağıdaki örnek tesislere bakın.

Uygulama için itici güç

Durum spesifik.

Örnek Tesisler

Aşağıdaki bölümlerde belirli uygulamaları ve örnekleri görün:

4.4.5.1. Su temini, arıtma ve geri dönüşüm/yeniden kullanım

4.7.8.1 İyon değişimi ile rejenerasyon

4.7.10 Çoklu durulama teknikleri

4.7.12 Tekniklerin ve kurulum çapında yaklaşımların birleştirilmesi

4.10 Suların ve sulu çözeltilerin işlenmesi için ortak teknikler: besleme suyu, durulama, atık su arıtma, proses çözeltileri ve malzeme geri kazanımı

4.11.7 Metalik kontaminasyonun iyon değişimi ile saflaştırılması

4.12.2 İyon değişimi - durulamalardan değerli metallerin geri kazanımı

4.14.17.3 Demirin sürekli olarak uzaklaştırılması ve çinko banyosunun tekrar kullanılması (büyük ölçekli çelik bobin)

4.16 Atık su emisyon azaltma teknikleri

Referans literatür

[104, UBA, 2003, 162, USEPA, 2000]

8.8 Ultrasonik temizleme - örnek tesisler

Otomatik kaplama hattı

Gemiye yakın olan jeneratörler, transdüserleri yüksek frekanslı ve yüksek güçte elektrik sinyali ile besler (bu durumda, boru şeklinde transdüserler oldukları için 4000 W ila 25 kHz). Transdüserlerin içinde, bu sinyali aldığında titreşen ve onu çevreleyen çevre boyunca mekanik dalgalar üreten bir piezoelektrik etkisi vardır. Sistem kimyasal bir yağ giderme banyosuna ihtiyaç duyar ve yağların veya diğer yabancı maddelerin parçalardan ayrılmasını iyileştirerek temizliği hızlandırır.

Tesis detayları

Hacim - 4950 litre

4000 W gücünde 15 borulu transdüser sistemi (çalışma gücü 1500 W'ı geçmemesine rağmen)

Isıl kaplı çift cidarlı paslanmaz çelik AISI 316 kabı Sıcaklık - 70 ºC (65 ºC ila 75 ºC) Enerji - 85 ºC'ye ısıtılmış 25 mm çapında bir bobin ile ısıtma. Isıtma sistemini desteklemek için 3000 W'lik üç yardımcı rezistansa sahiptir. Banyo süresi (yenileme) - 2 hafta (günde 16 saat çalışır)

Temizleme süresi - ultrasonların 0 ila 3 dakika arasında çalışması (malzemenin türüne bağlı olarak - paslanmaz çelik, demir veya pirinç, ve cilalanmış olsun veya olmasın büyük miktarda yağ içerir) Yardımcı ekipman - kartuşlu bir filtre pompası (Çözünmez parçacıkların giderilmesi için 8 m2)

(13000 l/h) Ürünler - 30 g/l (25 ila 35 g/l) konsantrasyonlu alkali yağ çıkarıcı.

Otomatik makine ile cilalama sonrası yıkama

Hacim - 230 litre

1000 W gücünde iki plakalı transdüser sistemi.

Termal kaplı çift cidarlı paslanmaz çelik AISI 316 gemi

Sıcaklık - 70 ºC (65 ºC ila 75 ºC)

Enerji - ısıtma için bir adet 2000 W direnç.

Banyo süresi (yenileme) - haftalık (günde 8 saat çalışan)

Temizleme süresi - ultrasoundların sürekli çalışması (yalnızca cilalı pirinçlerin temizlenmesi için çalışırlar (büyük miktarlarda macun)

Dikkat - banyonun ilk gaz giderilmesi.

Ürünler - 35 g/l'lik bir konsantrasyona sahip asitli gres giderici.

Her iki örnek için çapraz ortam etkileri

Atık - filtre pompasından kartuşlar ve su arıtımı ile ilgili olanlar dahil

(Çamur). Miktarları üretim hacmine göre değişir

Gürültü - yüksek frekanslı ses (25 kHz). Eğer ultrasounds parçalanmadan çalışmaya başlarsa, gürültü insan kulağına rahatsızlık verir, çünkü ekipman titreşir ve yüksek difüzyona sahiptir, çünkü yalıtım yoktur. Normal çalışma durumunda, gürültü sadece çalışma alanına yakın olarak duyulur.

Gaz emisyonları - gaz yıkayıcı sistemli buharları yakalamak için bir sistem önerilir (sıcak alkali temizleyiciler için olduğu gibi).

Atık su - normal bir yağ giderici olarak işlenir, yani, bir çamur olarak çözünmüş metallerin çökeltilmesiyle nötralize edilir.

Her iki örnek için parametrelerin kontrolü

İlk kullanımda banyonun ilk gazsızlaştırılması ve normal kullanımda titreşim vardır. Titreşimlerin düşmesine neden olabileceğinden, parçaların jiglere dikkatle sabitlenmesi gereklidir. Banyoda alkalinite/asitliğin haftalık laboratuar kontrolü.

Referans literatür

[158, Portekiz, 2004]

8.9 Extrakt edilen havanın hacminin azaltılması için örnek tesis

Açıklama

KCH ACTSEC teknolojisi, hava kirleticilerinin işyerinden makul bir maliyetle ve genel güç tüketimini ve hava kirliliği kontrol cihazına giden egzoz hacmini en aza indirecek düzeyde etkin bir şekilde giderilmesini sağlamak için tasarlanmış bir sistemdir. Bu kurulum bir yarı otomatik proses kontrol sistemi olarak kurulmaktadır. İşlem, titanyum parçalarının yıkanması ve aşındırılmasıdır. Kapaklar ve egzoz otomatik. Tüm havalandırmalı tanklar, yıkama veya dağlama için parçaları yüklemek veya boşaltmak amacıyla, vinç tankın üzerinde hareket ettikçe açılan ve kapanan kapaklarla donatılmıştır. Hat, bir gaz yıkayıcı ve fandan oluşan kendi egzoz sistemi ile tüketiliyor. Her havalandırmalı tankta her biri kendi ses damperine sahip iki yanal davlumbaz bulunur. Hacim amortisörleri tank kapakları ile kilitlenir ve aynı anda açılır ve kapanır. Bu, kapaklar açık pozisyondayken gerektiğinde davlumbazlardan hava akışında bir artışa olanak tanır. Egzoz sistemi, tank kapakları ve davlumbaz damperlerinin açılması ve kapanması nedeniyle statik basınçtaki dalgalanmayı telafi etmek için gerektiği şekilde açılan ve kapanan hat davlumbazları ve yıkayıcı arasında bulunan bir hava tahliye damperine sahiptir. Bu, scrubber ve fan aracılığıyla sabit bir hacim ve statik basınç sağlar. Sistem, odada hafif bir negatif hava akışı ile sabit bir hacim sağlar. Makyaj havası dışarıdan getirilir, temperlenir ve odanın her tarafına dağıtılır.

Elde edilen çevresel fayda

514 m3/m'lik ölçülen akış hızı, kapaksız bir tank sistemi için temel tasarım akış hızından 1419 m3/m'den 905 m3/m'lik bir azalmadır.

Toplam enerji tasarrufu 1108852 kWh/yıl'dır.

Çapraz ortam etkileri

Hiçbiri belli değil.

Operasyonel veriler

Titanyum yıkama ve asitli hat:

• 15 m uzunluğunda; altı işlem tankı 13 m3 hacmi

• 4,3 m uzunluğunda x 1,2m genişliğinde x 2,4m derinliğinde

• Bir seferde bir kapak açılışı

• %1.4 nitrik asit / %0.14 hidroflorik asit içeren iki tank

• kapaksız tasarım hava akışı: 1419 m3/dakika.

Performansın doğrulanması

Teknoloji, satıcı tarafından yapılan ve azaltılmış güç gereksinimlerinden elde edilen enerji tasarrufu ile ilgili yapılan açıklamaların doğru olup olmadığını doğrulamak için test edildi.

Ekonomi

Teknolojinin bir maliyet analizi mevcut çalışma koşulları kullanılarak gerçekleştirildi. Kullanımda bulunan kapaklarla daha düşük havalandırma gereksinimlerine bağlı olarak, yıkayıcı boyutunun ve indüklenen çekiş fanın boyutundaki azalma, ekipman ve güç gereksinimleri için daha düşük bir maliyete neden olur. İndüklenmiş fanın boyutundaki azalma önemlidir. Tesis, enerji ve O & M maliyet tasarrufundan oluşan yıllık 65884 USD tasarruf beklemektedir. Ek olarak, başlangıçtaki sermaye harcamaları, bileşen boyutu azaltma nedeniyle önemli ölçüde azaltılmıştır. 61283 USD'lik bir sermaye maliyeti tasarrufu bekleniyor.

Operasyon ve bakım emeği

Test için teknoloji için işletme ve bakım (O & M) işgücü gereksinimleri izlenmedi. Ancak, tesislerden elde edilen O & M bilgileri yıllık O & M maliyetlerini 8547 USD olarak belirtti.

Maliyet tasarruf hesabı

(Rapor çalışması 2000, rapor tarihi 2002):

• KCH ACTSEC 187272 USD olmadan sistem maliyeti

• KCH ACTSEC USD 125989 ile sistem maliyeti

• Ekstraksiyon ekipmanında azalma 61283 USD tasarruf sağlar

• yıllık enerji tasarrufu = 48790 USD

• yıllık O & M maliyet tasarrufu = 17094 USD

• yıllık enerji maliyet tasarrufu + O & M maliyet tasarrufu = toplam yıllık tasarruf

• 48790 USD + 17094 = 65884 USD Yıllık toplam tasarruf.

Uygulama için itici güç

Çevre ve iş sağlığı gereksinimlerini karşılamak için hava emiş sistemi gereklidir. Bu sistem için maliyet tasarrufu.

Özet

Test sonuçları, havalandırma ve ısıtma gereksinimleri olan bir tank sistemine yerleştirildiğinde, KCH ACTSEC teknolojisinin, güç için daha küçük bir yük talebine ve azaltılmasına neden olduğunu göstermektedir.

ACGIH standartlarına uygun havalandırma ihtiyacı. Sonuç olarak, KCH ACTSEC teknolojisi kullanıldığında daha küçük bir yıkayıcı, yıkayıcı pompa motoru ve indüklenmiş çekiş fanı gereklidir.

Bu sadece düşük bir güç talebine değil, aynı zamanda daha düşük bir ekipman maliyetine dönüşür. Kapak motorları tarafından tüketilen gücün maliyeti, kapaklar kullanıldığında genel tasarrufla karşılaştırıldığında küçüktür. Dahası, KCH ACTSEC teknolojisini kullanan bir tesisin kullandığı enerjideki azalma, enerjiyi besleyen herhangi bir fosil yakıt santralinden gelen atmosferik kirletici emisyonlarında karşılık gelen bir azalma ile sonuçlanır.

Referans http://www.epa.gov/etv/pdfs/vrvs/KCH_Final_Report.pdf [167, USEPA, 2002]

Örnek Tesis

Goodrich Havacılık İniş Takımı Bölümü, Tullahoma, Tennessee.

8.10 Hekzavalent (Altı değerlilikli) ve Trivalent (üç değerlikli) krom kullanımı ile ilgili yorum tablosu

Altı Değerlikli Krom (Cr(VI)) Kaplamanın Avantajları	
Avantaj	**Yorum**
Sert krom uygulamalarında gerekli olan kalın kaplama tabakaları oluşturabilir	Current commercial options to hard chromium are listed in a paper from NEWMOA (see [108, NEWMOA, 2003]). In some cases there are no alternatives to Cr(VI) electroplating
Yüksek sertlik 700 ila 1000 HV (Cr(III)'den daha sert), korozyona dayanıklı, mikro çatlaklı ve yağı iyi tutar, düşük sürtünme dayanıklılığı, yapışma önleyici, freze ile işlenebilir, termal olarak dirençli	Untrue: coatings from Cr(III) achieve similar hardness values. May be affected by thickness of coating. Other attributes from Cr(III) are similar to Cr(VI) (see below)
Yaygın olarak kullanılır, iyi bilinen bir uygulama, kolay uygulanabilir ve düşük maliyetli	Cr(VI) Decorative coating: 650 sites in Germany, turnover EUR 21000 million/yr Cr(VI) Hard chromium: 285 sites in Germany, turnover EUR 840 million/yr
Parlak kaplamalar genellikle Cr (VI) solüsyonları ile elde edilir	Glossy coatings are also obtained from Cr(III) solutions
Önemli uygulamalar için yüzey işleme şartnameleri (örn. Otomotiv) Cr(VI)'yı kullanmasını ister.	
Üç değerlikli krom (Cr (III)) kaplamanın (hem klorür hem de sülfat esaslı) avantajları	
Advantaj	**Yorum**
Daha düşük toksisite	Ek sağlık ve güvenlik gereksinimi yok Seveso Direktifi sınırlarını karşılar
Daha yüksek katot verimliliği	Hidrojen oluşmaz ve daha az sprey Enerji tasarrufu yüksektir (bkz. Vaka çalışmaları ve örnek tesisler, Bölüm 4.9.8.3) ve bu artan kimyasal maliyetlerinden fazladır böylece değişim için iyi geri ödeme süresi ve artan kar sağlar.
Daha iyi örtme ve fırlatma gücü. Daha yüksek raf yoğunlukları ve dolayısıyla vardiya başına daha yüksek parça üretimi sağlar	Örnek olay incelemelerinde bildirilen artan karlılık
Düşük akım yoğunluğu. Bu, daha hafif ağırlık ve daha ucuz "jigging" gerektirir.	Örnek olay incelemelerinde bildirilen artan karlılık
Süreç, akım kesintisine karşı duyarsızdır ve yakılması neredeyse imkansızdır. Reddetme oranları düştü (% 66 oranında rapor edildi).	Örnek olay incelemelerinde bildirilen artan karlılık
ABD'de yaygın olarak kullanılır ve dünya çapında en az 100 yerde. 7 yıldır Avrupa'da iki büyük ocak üreticisi tarafından ısıya, neme ve güçlü asit veya kostik temizleyiciler ve aşındırıcı malzemelerle temizlemeye maruz kalan parçalar için kullanılmaktadır.	
Çözeltilerin daha düşük krom içeriği, daha düşük viskozite ile sonuçlanarak daha düşük havuz dışına sürüklenme, daha az atık kirliliği ve daha az leke oluşması ile sonuçlanır.	
Cr (VI) sürecinden daha az atık üretildi:% 80'e kadar rapor edildi. Ayrıca, kromat çamuru oluşturan anotların çözünmemesi	
Azaltılmış atık su arıtımı, azalan atık ve atık masrafları, daha az ıskarta, daha az hava kalitesi izleme, artan iş hacmi sayesinde genel net kâr artışı. Daha düşük işçi riski nedeniyle Cr(III) operatörleri için daha düşük sigorta primleri mümkündür	
Çözeltiler daha az konsantredir, oksitleyici değildir ve daha temizdir ve daha az aşındırıcıdır ve tesis ve ekipman için daha az aşındırıcıdır	
Cr(III) kaplama çözeltileri, gözenekli kap veya membran filtrasyonu ile yenilenebilir	

Altı Değerlikli Krom (Cr(VI)) Kaplamanın Dezavantajları		
Dezavantaj	**Yorum**	**Karşı Yorum**
İnsanlara ve çevreye karşı çok zehirlidir. Mevcut / önerilen sınıflandırmalar: $Na_2Cr_2O_7$ çok toksik/çok toksik Na_2CrO_4 toksik/çok toksik CrO_3 toksik/çok toksik Hepsi: suda yaşayan organizmalar için çok toksik (R50/53) Çok toksik (insan sağlığına), Seveso II Direktifi kurulum başına beş ton eşiğini aşar	Kontrol önlemleri iyi anlaşılmıştır ve kolayca uygulanabilir: pıhtılaşma ve çökeltme ile atıksu arıtmada sprey bastırma, duman tahliyesi, Cr(VI)'nın kolayca azaltılması dahil. Karşı akım durulama, buharlaştırma vb. ile kapalı döngüde kullanılabilir. Benzer boyuttaki bileşenlerin yüksek hacimli üretimi için özel, kapalı üretim hatlarında kullanılabilir.	Duman tahliyesi gibi kontrol önlemleri diğer çevresel etkilere neden olur Önemli bir önlem, krom spreyi oluşumunu azaltmak için fıçılarda PFOS kullanımını içerir: PFOS toksik ve biyolojik birikim etkisine sahiptir ve şu anda araştırma aşamasındadır (bkz. Bölüm 8.2). En büyük üretici 2002'de üretimi durdurdu İş sağlığı sorunları nedeniyle sağlık ve güvenlik için sigorta primleri daha yüksek olabilir
Düşük katot verimliliği, yüksek akım alanlarında aşırı birikimle zayıf metal dağılımı ve düşük akım alanlarında zayıf örtme, deliklerin etrafında örtme eksikliği, güç kaynağındaki dalgalanmalara duyarlılık ve "beyaz yıkama" (opak/bulanık yüzey kaplama: yaygın bir sorun). Yüksek reddetme oranları. Yüksek enerji maliyetleri.	Kaplama havuzunda atımı (kaplama verimini) iyileştirmek için yardımcı anotlar kullanılabilir	
%85-90 elektrik gücünden dolayı düşük akım verimliliği hidrojen gazı üretir ve kabarcıklar kırılarak Cr (VI) sisi oluşturur.	Kontrol önlemlerine bakın (yukarıdaki bu tablonun ilk satırına bakın)	
Güçlü asit elektrolitindeki sürükleme ve aşınma (bazen krom kazanlarında), Fe, Cu, Ni ve Cr (III) gibi safsızlıkları (bu işlem sürecinde de oluşturulur) artırır. Bunlar kimyasal çökeltme, iyon değişim reçine kolonları veya membran elektrolizi veya elektrodiyaliz yoluyla uzaklaştırılmalıdır. Reçinenin bozulmasını önlemek için normalde iyon değişimi ilk statik durulama adımındadır. Bu çok önemlidir.		
Kazanlarda yüksek kimyasal konsantrasyonu: tipik olarak 180–450 g/l	Cr (III) banyolarından on kata kadar daha yüksek konsantrasyon. Bu, viskoziteyi arttırır ve yüksek konsantrasyon ile havuz dışına yüksek Cr(VI) sürüklenmesini sağlar	
Yüksek çözelti gücünden kaynaklı yüksek atık üretimi (durulamadan deşarjların olduğu yerlerde)		
Tipik olarak zamanla ayrışan kurşun anotlar kullanılır. Bunların ayrışması sonucu oluşan kurşun kromatlar (toksik) anotların üzerinde ve tankta birikir. Filtrelenmeleri ve giderilmeleri gerekir.		

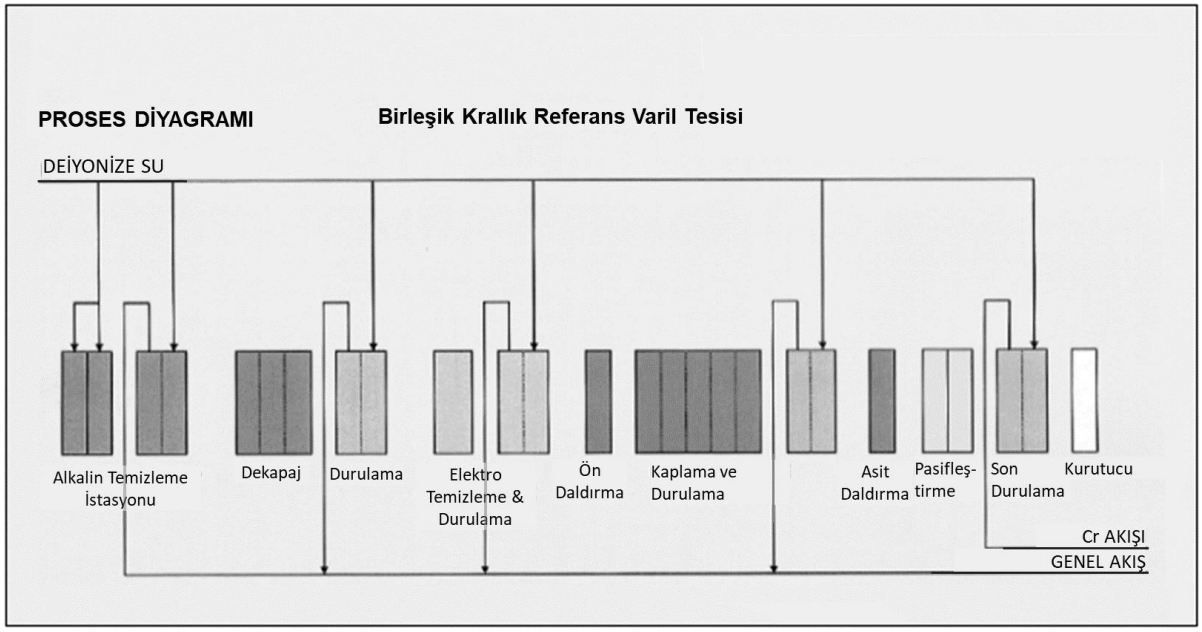
Cr(VI) güçlü bir oksidandır ve kontrolünde kullanılan plastik hava kanalları vb. ekipmana saldırarak çalışma ortamındaki havada korozyona ve tesis ve ekipmanın hasar görmesine neden olur. Kurutulmuş Cr(VI) elektrolitlerinin kaplama atölyelerinde yangına neden olduğu bilinmektedir.		
Cr(VI) kaplama çözeltileri, atık çözeltideki metalin geri kazanılması için uzmanlar tarafından rejenerasyonu veya bertafi gerekir		

Üç değerlikli krom (Cr (III)) kaplamanın (hem klorür hem de sülfat esaslı) dezavantajları		
Dezavantaj	**Yorum**	**Karşı Yorum**
Çözelti reaksiyonları kalınlığı sınırlar ve bu nedenle sert krom uygulamaları için arzu edilen gereksinime göre oluşturulamaz	Cr(III) çözeltileri ile şu anda kalın filmler elde edemez. Bunun üstesinden gelmek için patentli bir süreç, üretim öncesi denemelerdedir. Bilgi için Yeni Teknikler, Bölüm 6.2'ye bakın.	
Korozyon kararlılığı, sertliği ve aşınma direnci Cr(VI)'dan daha düşüktür	Bildirilen sertlik ölçümleri Cr (VI) çözeltilerine benzer. Şu anda mühendislik uygulamaları için kalın kaplamalar yapmak mümkün değildir. Korozyon, kaplamanın gözenekli olmasından veya pasivasyon etkisinin olmamasından kaynaklanıyor olabilir (aşağıdaki satırlara bakınız). Yüksek korozyon direncinin gerekli olmadığı durumlarda (örn. iç mekan uygulamaları) Cr(III) kaplamanın ömrü, parçaların ömrünü aşacaktır. Cr(III), parçaların ısıya, neme, aşındırıcıya ve kuvvetli asit veya alkali temizlik maddelerine ve aşındırıcı temizlik malzemelerine maruz kaldığı ocak yapan büyük şirketler tarafından yaklaşık yedi yıldır yaygın olarak kullanılmaktadır ve herhangi bir sorun bildirilmemiştir.	
Cr (III) çözeltisi plakalanmadığı alanlarda pasifleşmez. Bu, borular gibi fazla kör alanları olan parçalarda korozyona neden olabilir.	Kör alanları olan parçalar hızla durulanmalı ve ardından Cr (VI), fosfat veya organik pasifleştirici solüsyonla pasifleştirilmelidir.	
Kör alanlardan (bakırdan Cu, Zn) çözünmüş substratın çözünmesi, kirletici maddelerde ve diğer dışarıdan sürüklenen kirleticilerde (önceki bir kaplama aşamasından Ni) bir artışa neden olabilir Bu da koyulaşmaya neden olarak kaplamanın rengini etkileyebilir ve akım verimini azaltabilir	Bunu, iyon değiştirme veya çökeltme ajanları kullanarak bakım ve ardından filtreleme yoluyla kontrol etmek önemlidir. Aktif karbon ile filtreleme, organik bozulma ürünlerini gidermek için gereklidir	
Renk, Cr(VI) dekoratif kaplamalardan farklıdır. Cr(VI) mavi/parlak ile karşılaştırıldığında Cr(III) klorür için renk koyu gri/parlak veya sarı/parlak olarak ve Cr(III)sülfat için beyaz/parlak olarak rapor edilir	1. Renk kontaminasyon oluşumundan etkilenir (yukarıdaki satıra bakın) 2. Renk farklılıkları, demir (veya diğer katkı maddeleri) ilavesiyle eşleştirilebilir. Demir ve diğer bazı iyonlarla birlikte biriktirme kaplama özelliklerini iyileştirir. Renk uyumu kritikse, parçaların aynı işlemlerle üretilmesi gerekebilir	

Cr(III), hasara ve zehirlenmeye duyarlı pahalı membran elektrotları gerektirir	Membran elektrotlar kullanılabilir, ancak artık büyük ölçüde daha ucuz ve daha sağlam grafit veya kompozit anotlarla değiştirilmektelerdir. Organik katkı maddeleri, anotta Cr(III) oksidasyonunu önler. Cr(III) oksidasyonunu, muhafazalı kurşun anotlar ve belli bir elektrot potansiyeli seviyesinde tutulan çözünmez katalitik anotlar ile önlenebilir.	
Cr(III) çözeltileri, diğer atıksuların arıtımına müdahale eden kompleks oluşturucu maddeler içerir	Bu varsayımsal olarak mümkün olabilir, ancak hiçbir sorun gözlemlenmemiş veya rapor edilmemiştir. Bir vaka çalışmasında, Cr'nin elektrolitik geri kazanımını yapan Cr(III) operatörü, atıksuyu fazladan arıtmaya gerek olmayacak derecede düşük metal seviyelerine ulaşmıştır.	
Cr (III) çözeltileri klorür içerir ve klor salar. Diğer malzemelerin klor ile oksidasyonu, atık sularda AOX üretimine yol açabilir. Klor salınımı, çözeltide çok sayıda küçük kabarcık oluşturur ve kaplamada bir çukurlaşma kaynağıdır.	Bu sorun, sülfat çözeltileri için değil, yalnızca klorür bazlı çözeltiler için mevcuttur. Bu, 20 yıl önce klor salınımını engelleyen katkılarla çözüldü. Katkı maddelerinin seçimi ve aktif karbon filtrasyona yapılan olağan düzenli bakım, AOX'un salınmasını önleyecektir. Saha ziyaretlerinde herhangi bir sorun gözlemlenmemiş veya vaka çalışmaları veya operatörler trafından rapor edilmemiştir. Vaka çalışmalarında veya saha ziyaretleri sırasında hiçbir çukurlaşma problemi rapor edilmemiştir. Cr(III)'den daha iyi kalitede çıktıların alınmasının kilit bir avantaj olduğu bildirilmiştir. Cr(VI) çözeltilerinde çok sayıda hidrojen kabarcığı da üretilir.	
Cr(III) çözeltileri, çözeltiyi muhafaza için daha fazla kontrol ve maliyetli ekipman gerektirir	Ek kontrollerin yapılması, dekoratif kaplamada Cr adımından önce gelen nikel solüsyonlarını kullanan operasyonlar için gerekli olanlardan daha büyük değildir. Ek ekipman (iyon değişimi, aktif karbon filtreleme) ihtiyacı, kapalı döngü Cr(VI) için gerekli olana benzer.	
Daha karmaşık çözelti kimyası daha fazla kimyasal gerektirir. Çalıştırması daha maliyetli	Doğru ama örnek olay incelemeleri, Cr(III)'e geçme nedeni olarak önemli toplam tasarrufları rapor ediyor. Yukarıdaki Avantajlar tablosundaki toplam kârı inceleyiniz.	
Cr(III), ısıtma veya diğer işlemlerle ters çevrilemeyen bir ligand değişim reaksiyonuna dayandığından kapalı bir döngüde çalıştırılamaz.		
Cr(III) çözeltileri için, buharlaşma ve sürükleme yoluyla kaybedilen normalde kaybedilenden daha fazla olabilir. Banyonun buharlaştırılması, orijinal hacme geri dönmenin bir yöntemidir		

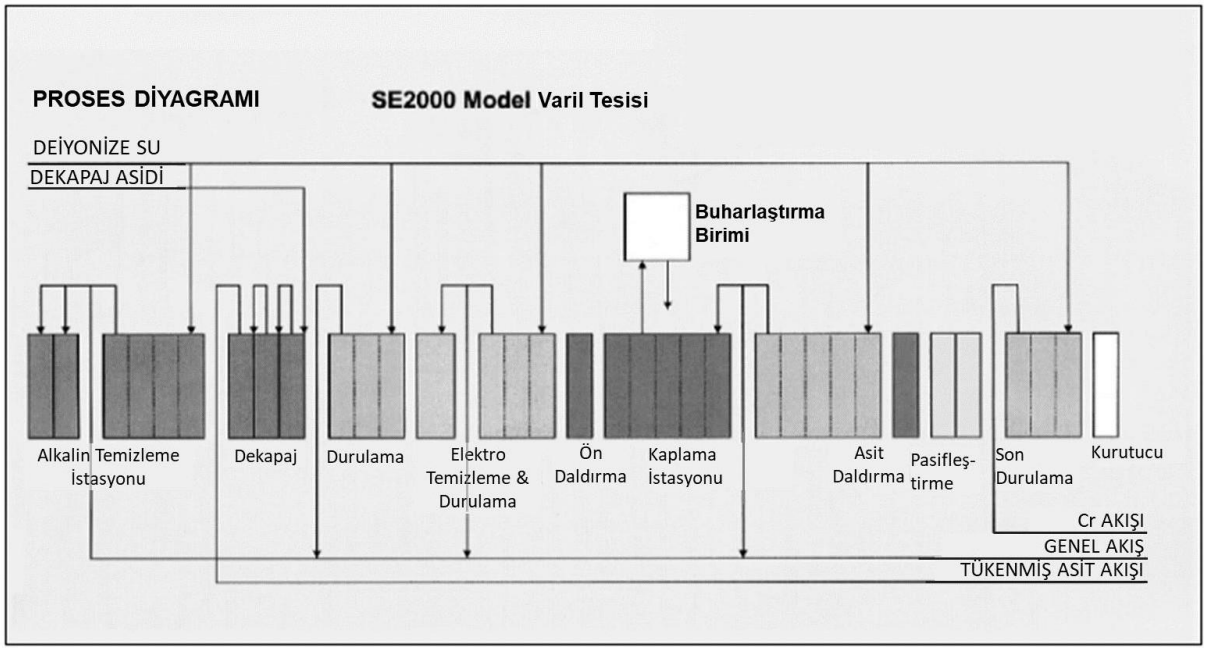
8.11 Tesis optimizasyonu hesaplamaları örneği

Bu örnek tesis çinko kaplama ve pasivasyon yapan otomatik bir varil çizgisidir. Yazılım ayrıca bir jig (raf) fabrikasının bir simülasyonunu da içeriyor. Yazılımda, belirli bir işlem tankına tıklamak doğrudan uygun sayfaya bağlanır (sonraki sayfalarda gösterilmiştir).



Şekil 8.22: İngiltere sanayi için ortalama tesis şeması

Not: 'İngiltere Karşılaştırması' burada iyileştirmeler yapılmadan önce ortalama tesis türü anlamına gelir. Bu, "MET ile ilişkili ölçüt" anlamına gelmez.



Şekil 8.23: Endüstri için optimize edilmiş "iyi uygulama" tesisi, SE2000

Not: Bu tesis 4. ve 5. Bölümlerde belirtilen bazı süreç içi teknikleri kullanmaktadır.

SUMMARY OF IMPROVEMENTS - Barrel Plant

Process	Rinse Stages		Water used		Capital Cost	Cost Savings
	Own Plant	Mod. Plant	Own	Mod.	£	£/yr
			m³/year			
Alkaline cleaning station	2	4	2 748	411	1 950	5 551
Pickle process configuration:	Batch	Cascade	-	-	500	13 531
Rinse after Pickle	2	3	2 748	774	1 300	2 171
Electroclean & Rinse	3	4	774	411	1 300	985
Pre-Dip	-	-	-	-	-	-
Plating Station with Rinse	3	5	886	305	16 950	14 581
Acid Dip	-	-	-	-	-	-
Passivate	-	-	-	-	-	-
Rinse afterpassivate	2	3	4 344	1 051	1 300	3 623
Dryer	-	-	-	-	-	-
		Total water used, m³/year:	11 500	2 951		
Total of above specific costs and savings					23 300	40 441
Plus common infrastructure costs - mods to services/buildings, etc.					0	
Total cost					23 300	
Payback period, at interest rate			10 %		0.6	years

Şekil 8.24: Ortalama (kıyaslama) tesisinden iyi uygulamalara yapılan iyileştirmelerin özeti

Sayfa, aşağıdaki örnek sayfalarda gösterilen tüm hesaplamaları ve sonuçları özetler. Günde 24 saat çalışan bir varil otomatik tesis için, haftada 5 gün, yılda 48 hafta ve aşağıdaki özellikler:

• alkali çinko levha ve krom pasivasyonu

• İki ila dört ters akışlı durulamadan alkali temizlendikten sonra durulama artıyor

• Bir toplu tanktan üç kademeli ters akış kademesine asit dekapajının değiştirilmesi

• iki ila üç ters akışlı durulamadan alkali temizlendikten sonra durulama artıyor

• eko durulama tankı eklenmesi

• İki ila beş ters akış durulamalarından sonra durulama arttırma

• İki ila üç ters akışlı durulamadan sonra kaplama durulama. 2000 yılında su, enerji ve kimyasal maliyetler ortalama maliyetler için belirlenmiştir.

%10'luk bir faiz oranı ve %0'lık enflasyonla, değişikliklerin geri ödeme süresi:

• tesis değişikliklerinin maliyeti: 0,6 yıllık geri ödeme süresi olan 23300 GBP

• Programa 50000 GBP tahmini altyapı maliyeti değişikliği girilirse, geri ödeme süresi 1.8 yıl olur.

Tüm maliyetler, işletme süreleri, tesislerin büyüklüğü, enflasyon, faiz oranı değerleri, su, elektrik, ısıtma, kimyasallar vb. Gibi herhangi bir sahaya uygun olacak şekilde çeşitlendirilebilir.

Bu sayfa tüm tesis için standart standart verileri değiştirmek için kullanılır.

STANDARDS

These figures are used throughout the application	User set value	Normal Value
Operating hours per day	16.0 hours	16 hours
Operating days per week	5 days	5 days
Operating weeks per year	48 weeks	48 weeks
Availability	80 %	80 %
Effective operating hours per year	3 072 h/year	h/year
Cost of water IN	0.70 £/m	0.70 £/m
Cost of trade effluent discharge	0.40 £/m	0.40 £/m
Barrel nominal size	1100 mm	760, 1300 or 1200 mm
Tank length (along plating line)	900 mm	
Tank width	1800 mm	
Tank height	900 mm	
Capital cost per tank incl. inflation	1300 £	£ 1500, 1300 or 1100
Inflation since January 2000	0 %	0 %
Interest rate	10 %	10 %
Cost of electricty	0.040 £/kWh	0.040 £/kWh
Cost of hot water heating	0.010 £/kWh	0.010 £/kWh

Şekil 8.25: Hesaplama için standart faktörlerin girildiği sayfa

Bu sayfa, sürükleme oranının belirli tesis koşullarına göre değiştirilmesine izin verir veya varsayılan değerler kullanılabilir.

STANDARDS

These figures are used throughout the application	User set value	Normal Value
Drag-out per barrel	2.0 litre/barrel	1.5 litre*
Plant output, barrels per hour	10 per hour	10 per hour
Drag-out rate	20.00 litre/ hour	

* Typical figure for a 1100 mm size barrel, as currently selected

Şekil 8.26: Sayfa ayarı sürükleme oranları

Bu sayfa, alkalin temizliği için belirli bir tesis için verilerin ayarlanmasına ve bu işleme ve geri ödeme süresine ilişkin değişikliklerin maliyetlerini göstermek için değiştirilmiş tesis ile karşılaştırmaya izin verir.

ALKALINE CLEANING STATION	OWN PLANT		MODIFIED PLANT	
		(user inserts own data and options)		
Cleaning agent price	1.10	£/kg	1.10	£/kg
Cleaning agent conc. in tank	80	g/litre	80	g/litre
Soak tank temperature, deg °C	80	deg °C	80	deg °C
evaporation loss	49.3	litre/h	49.3	litre/h
+ drag out*	20.0	litre/h	20.0	litre/h
= make-up water req'd	69.3	litre/h	69.3	litre/h
No of rinse tanks	2		4	
Rinse ratio required (min)	2 000		2 000	
Minimum rinse flow req'd	894.4	litre/h	133.7	litre/h
Actual rinse flow	894.4	litre/h	133.7	litre/h
Rinse flow to waste	825.1	litre/h	64.4	litre/h
Cost of water IN*	1 923	£/yr	288	£/yr
Cost of cleaning agent dragged out	4 988	£/yr	2 603	£/yr
Cost of effluent treatment	1 247	£/yr	651	£/yr
Cost of trade effluent discharge*	1 014	£/yr	79	£/yr
Total annual running costs	9 172	£/yr	3 621	£/yr
Annual savings			**5 551**	£/yr
Capital cost of additional tank(s)*			1 950	£
Payback period, at interest rate*		10 %	**0.4**	years

**rates and costs can be modified on the "Standards" or "Drag Out" pages*

(other values, automatically calculated)

Şekil 8.27: Alkali temizleme istasyonu

Bu sayfa, belirli bir tesis için dekapaj için verilerin ayarlanmasına ve bu işleme ve geri ödeme süresine ilişkin değişikliklerin maliyetlerini göstermek için değiştirilmiş tesis ile karşılaştırmaya izin verir.

PICKLE	OWN PLANT		MODIFIED PLANT	
	(user inserts own data and options)			
Tank arrangement	3 tanks, batch		3 tanks in cascade	
Acid cost per year	£ 8 300	£/year	£ 5 534	£/year
Plant turnover	£ 1 660 000	£/year	£ 1 660 000	£/year
Reject rate, %	3.0	%	2.5	%
Proportion due to poor pickling	20	%	2.0	%
Value of poor pickling rejects	£ 9 960 £/year		£ 817	£/year
Cost savings due to improved pickling			£ 9 143	£/year
Acid cost savings			£ 2 766	£/year
Operating time saved by eliminating batch acid changes (3h)			£ 1 621	£/year
Annual savings			**£ 13 530**	£/year
Capital cost of modification			**£ 500**	£
Interest rate*			10	%
Payback period			**0.0**	years

**rates and costs can be modified on the "Standards" or "Drag-Out" pages*

Şekil 8.28: Asitli paklama istasyonu

Bu sayfa, paklama sonrası durulama için belirli bir tesis için veri ayarlanmasına ve bu işleme ve geri ödeme süresine ilişkin değişikliklerin maliyetlerini göstermek için değiştirilmiş tesis ile karşılaştırılmasını sağlar. Gereken durulama oranı ayarlanabilir.

RINSE 2 - AFTER PICKLE	OWN PLANT		MODIFIED PLANT	
Operating hours per year*	3 072	h/year	3 072	h/year
Acid drag out rate*	20.0	litre/h	20.0	litre/h
	(user inserts own data and options)			
No of rinse tanks	2		3	
Rinse ratio required (minimum)	2 000		2 000	
Water consumption*	894.4	litre/h	252.0	litre/h
Cost of water IN*	1 923	£/yr	542	£/yr
Cost of trade effluent discharge*	1 099	£/yr	310	£/yr
Total annual running costs	3 022	£/yr	852	£/yr
Annual savings			**2 170**	£/yr
Capital cost of additional tank(s)*			1 300	£
Payback period, at interest rate*	10	%	**0.6**	years

**rates and costs can be modified on the "Standards" or "Drag-Out" pages*

Şekil 8.29: Asit paklama sonrası durulama; ortalama ve iyi uygulama tesisleri ve geri ödeme süresi için işletme ve maliyet karşılaştırması.

Bu sayfa, eloktrofikasyon için belirli bir tesis için verilerin ayarlanmasına ve bu işleme ve geri ödeme süresine ilişkin değişikliklerin maliyetlerini göstermek için değiştirilmiş tesis ile karşılaştırmaya izin verir. Gereken durulama oranı ayarlanabilir.

ELECTROCLEANING STATION	OWN PLANT		MODIFIED PLANT (user inserts own data and options)	
Cleaning agent price	1.10	£/kg	1.10	£/kg
Cleaning agent conc. in tank	80	g/litre	80	g/litre
Soak tank temperature, deg °C	80	deg °C	80	deg °C
evaporation loss	24.7	litre/h	24.7	litre/h
No of rinse tanks	3		4	
Rinse ratio required (minimum)	2 000		2 000	
Minimum rinse flow req'd	252.0	litre/h	133.7	litre/h
Actual rinse flow	252.0	litre/h	133.7	litre/h
Rinse flow to waste	227.3	litre/h	109.1	litre/h
Cost of water IN*	542	£/yr	288	£/yr
Cost of cleaning agent dragged out	4 877	£/yr	4 409	£/yr
Cost of effluent treatment	1 219	£/yr	1 102	£/yr
Cost of trade effluent discharge*	279	£/yr	134	£/yr
Total annual running costs	6 917	£/yr	5 933	£/yr
Annual savings			**984**	£/yr
Capital cost of additional tank(s)*			1 300	£
Payback period, at interest rate*		10%	**1.5**	years

**rates and costs can be modified on the "Standards" or "Drag-out" pages*

Şekil 8.30: Elektrotemizleme istasyonu

Bu sayfa, eloktroplama için belirli bir tesis için verilerin ayarlanmasına ve bu işleme ve geri ödeme süresine ilişkin değişikliklerin maliyetlerini göstermek için değiştirilen tesisle karşılaştırmaya izin verir. Gereken durulama oranı ayarlanabilir.

PLATE	OWN PLANT		MODIFIED PLANT	
Whether **evaporator** installed.....	No		Yes	
No of rinse stages	3		5	
Rinse ratio required [minimum]	3 000		3 000	
Rinse flow required	288.4	litre/h	99.2	litre/h
Evaporator rating			99.2	litre/h
Effluent flow	288.4	litre/h	0.0	litre/h
Running costs: chemicals	10 721	£ pa	0	£ pa
water IN	620	£ pa	213	£ pa
effluent treatment	2 680	£ pa	0	£ pa
trade effluent discharge	354	£ pa	0	
chiller/evaporator operation	1 769	£ pa	1 352	£ pa
Total running costs	**16 144**	**£ pa**	**1 565**	**£ pa**
Annual savings			**14 579**	**£ pa**
Capital cost of extra tank(s) & evaporator			16 950	£
Interest rate*			10	%
Payback period			**1.3**	years

**Rates can be changed: see Standards sheet*

Şekil 8.31: Plakalama ve durulayıcılar

Bu sayfa soğutucular için gereksinimleri hesaplar ve spesifik veriler girilebilir. Yazılım maliyetleri otomatik olarak hesaplar ve durulama iadesini dengelemek için bir buharlaştırıcı kullanma seçeneğinin maliyetini de hesaplar.

Plating Tanks Heat Balance - Chiller Option (user inserts own data)			Heat Balance (calculated by spreadsheet)	
Plating voltage	12	Vdc		
Plating current per stage	1 500	A/stage		
No of plating stages	5			
Utilisation factor	80	%		
Heat from plating operation				
Natural heat losses	50	% of plating	72	kW
Balance to be removed by chiller			- 36	kW
			36	kW
Chiller coefficient	40	%	kW	
Ancilliary equipment power	14			

Annual running costs*:	1 769	£/yr
(annual cost of plating current:	9 830	£/yr

Plating Tanks Heat Balance - Evaporator Option				
Evaporator design rate	99	litre/h		
Evaporation characteristic	0.7	kW/litre/h		
Heat loss through evaporation			- 69	kW
Heat gain from plating (see above)			72	kW
Natural heat losses (see above)			- 36	kW
Balance to be supplied by hot water coils			- 33	kW
		kW		
HW heating required	33			

Şekil 8.32: Plakalama istayonu için soğutucu gereksinimleri

Yine bu, belirli bir tesis için durulama ve durulama oranının girilmesine ve optimize edilmiş bir tesis ile karşılaştırılmasına izin verir.

RINSE 4 - AFTER PASSIVATE	OWN PLANT		MODIFIED PLANT	
Operating hours per year*	3 072	h/year	3 072	h/year
Acid drag out rate*	20.0	litre/h	20.0	litre/h
	(user inserts own data and options)			
No of rinse tanks	2		3	
Rinse ratio required (minimum)	5 000		5 000	
Water consumption*	1414.2	litre/h	342.0	litre/h
Cost of water IN*	3 041	£/yr	735	£
Cost of trade effluent discharge*	1 738	£/yr	420	£
Total annual running costs	4 779	£/yr	1 155	£
Annual savings			**3 624**	£
Capital cost of additional tank(s)*			1 300	£
Payback period, at interest rate*	10	%	**0.4**	years

**rates and costs can be modified on the "Standards" or "Drag-out" pages*

Şekil 8.33: Pasivasyondan sonra durulama

8.12 Alüminyum parlatmadan kaynaklanan NO_X emisyonlarını azaltmanın maliyet avantajı için örnek hesaplama

Açıklama

Eloksal işlemden önce alüminyumun otomatik/yarı otomatik parlaması ile örnek tesis.

İşleme hattı alkali temiz/yağ giderir; parlatıcılar; sıcak smut kaldırma; eloksal, arasındaki durulama ile:

• parlatma solüsyonu %6 - %7 oranında %70 nitrik asit (ürünle birlikte verilir)

• %15 sülfürik asit (%96 olarak verilir)

• %78 - 79 oranında fosforik asit (%50 olarak verilmiştir).

Hava, bir gaz yıkayıcı ile 30000 m3/saatte çıkarılır. Çoğu NO2, daha zor olan esas NO'yu bırakarak emilir.

Elde edilen çevresel faydalar

60 - 70 mg/m^3 fırçalandıktan sonra NOX için tipik sanayi rakamları

İngiltere ve Galler için Geçici Çevre Ajansı taslak rehberliği (2001), 20 mg/m^3 NOX için referans değer belirlemektedir. Emisyonu önerilen kıyaslama oranına düşürmek için 50 mg/m^3 azalma gerekir.

Saatte 30000 m3 x 50 mg = 1500 gr.

Günde 24 saat, günde 360 gün çalışan bir operasyon için (vardiyalı çalışmanın üstlenilmesi veya tanklar sıcakken SCR'nin çalıştırılması gerektiğine karar verilmesi):

= 12960 kg/yıl 13 tona kadar NOX/yıl

Günde 8 saat, haftada 5 gün, 48 hafta çalışan bir operasyon için:

= 12 kg/d = 60 kg/saafta = 2880 kg/yıl y yaklaşık 3 ton NOX/yıl.

Çapraz ortam etkileri

Güç tüketimi.

Süreçte kullanılan malzemeler ve kimyasallar, özellikle katalizörler.

Operasyonel veriler

Yukarıyı görmek.

Ekonomi ve uygulanabilirlik

Ölçek faktörü (Ekonomi ve Çapraz-Ortam MET'sı ile ilgili ilk taslak referans belgesinden etkileri) yani tekniği kullanarak gerçek bir tesisten maliyeti ölçeklendirmek: $Cy = Cx\ (y/x)^e$

Cy = tesis y maliyetini

Cx = Tesisinin maliyeti x

y = plaka y ölçeği (boyut veya çıktı)

x = tesis x ölçeği (büyüklük veya verim)

e = kaba yaklaşım faktörü, 0,1 ölçeklendirme parametresi olarak çıktı kullanılırken kabaca doğru olarak alınır.

Bu durumda:

$Cy = Cx(30000/110000)^{0.6} Cx(0.273)^{0.6}$ = EUR 459000 ~ EUR 500000

Tablo 8.47: NO_X'in Seçici Katalitik İndirgenmesi (SCR): EUR (2001) 'daki Maliyet [24, UBA-Avusturya, 2001]'den Veriler

	Nitrik Asit Tesisi	Alüminyum Parlatıcı	
Yatırım, Katalizör hariç	925000	500000	750000
15 yıl boyunca yıllık maliyet	95400	51500	76500
Bakım ve aşınma (sermayenin %2'si)	18500	10000	14250
Ek enerji	3710	1830	2720
Yıllık SCR maliyeti	8300	3000?	5000?
Sıvı amonyak	35000	2000?	3000?
Toplam yıllık işletme maliyeti	65510	14800	20970
Yıllık toplam maliyetler	(sic)164400	78130	114440
Ton başına NO_X maliyeti	593	5275 ila 22783	7805 ila 33823
Ton başına NO_X gölge maliyeti		1500 ila 7100	
AB-15 ortalaması		4200	
Not: ? = gerçek veriler yerine tahmin			

Ekonomik canlılık

1996 yılında AB imalatında brüt kar: ~ %9, şimdi < %5 ve 2 - 4 yıl olacak.

KOBİ cirosu 7 milyon Euro, brüt kar %5 = 350000 EUR

Ancak, bu sektördeki KOBİ'lerin yaklaşık 1,5 milyon Avro'luk bir ciroya sahip olması, şirket başına yaklaşık 1,5 milyon Avro ve %5'lik brüt kar = 75000 Avro'dur.

Bu örnek için sonuçlar

KOBİ'ler olarak sektörün %90'ından fazlası, hatta KOBİ büyüklüğünün ve kârlılığının en üst noktasında bile, kurulumun maliyeti orantısızdır. Çoğu KOBİ için maliyet sürdürülebilir değildir.

NOX ton başına azaltma maliyeti en iyi 1,2 kat daha fazla NOX, 5 kat, ve en kötü ihtimalle de 8 kat daha fazla NOX.

Uygulama için itici güç

Büyük NOx emisyonları.

Yerel çevresel hava kalitesi sorunları.

Referanslar

[29, EA, 2001-3] [24, UBA-Avusturya, 2001] [88, EIPPCB].

Alüminyum aydınlatma, kişisel iletişim, David Hemsley, CETS.

Aluminyum parlatmadan kaynaklanan NOX emisyonlarının dosya notu hesaplaması [153, Tempany, 2003].

8.13 Almanya'da atık su minimizasyonu ve atıksu içermeyen elektro-kaplama

Su, endüstriyel üretim için vazgeçilmez bir hammaddedir. Almanya'da diğer birçok ülkede olduğu gibi, tatlı su ve atık su arıtma ve deşarjı birçok dal için önemli bir maliyet faktörüdür. Maliyet düşürme, su tasarrufu tekniklerinin Almanya'daki hemen hemen tüm sektörlere tanıtılmasının temel sebebiydi.

Sanayide su kullanımı için toplam maliyet aşağıdaki maliyetlerden oluşur:

- • tatlı su alımı
- • Gerekirse tatlı su arıtımı
- • Atık suların temizlenmesi
- • atık su deşarj ücreti
- • kontrol (örnekleme, izleme)
- • Atık su arıtmada üretilen atıkların bertarafı.

Kullanım maliyetine, bölgesel su tedarikine ve yasal standartlara bağlı olarak su maliyetlerini etkileyen faktörler büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Almanya'da, suyun endüstriyel kullanımı için toplam maliyet 50 EUR/m^3 kadar yüksek olabilir. Atık su arıtma genellikle en büyük maliyet faktörüdür. Atık su arıtmanın maliyeti, bir yandan kirleticilerin niteliği ve miktarı ile, diğer yandan da atık suyun kalitesine bağlı olarak farklı idari kurallarla belirlenmektedir. Atık suyun tahliyeye tahliyesi için gereken şartlar Avrupa Birliği içinde standartlaştırılmıştır ve uluslararası standartlar Ek 8.3'te görülebilir.

Atık su içermeyen teknolojinin temeli

Atık su içermeyen teknolojinin tanıtılması için önemli bir ön koşul, suyun orijinal kalitesini tekrar kazanmak için bir arıtma ünitesinin kurulmasıdır. Böyle bir saflaştırma aşaması için maliyetler genellikle yüksektir, ancak diğer taraftan geleneksel su kullanım maliyetleri ortaya çıkmaz. Su döngüsünün kapanmasının ekonomik açıdan uygun olup olmadığını değerlendirmek için aşağıdaki koşullar dikkate alınmalıdır:

- Toplam atık su miktarı
- Devridaim suyunun kalitesi ile ilgili şartlar
- Kirletici maddelerin niteliği ve miktarı
- Çevrimden deşarj ve buharlaşma ile kayıplar.

Pratikte, farklı tiplerde atık su kirleticileri vardır, bazılarının çıkarılması zor iken bazılarının çıkarılması kolaydır.

Kaldırılması kolay kirleticiler:

- biyobozunur organik bileşikler
- çökeltilebilen metal iyonları
- katı madde filtrelenmesi kolay
- kolayca imha edilebilen inorganik bileşikler (siyanür, nitrat, amonyak). Kaldırılması zor olan kirleticiler:
- tuzlar
- Katıların ince dağılımı (kolloidler)
- kararlı organik ve inorganik bileşikler.

Atık su üretmeden üretim maliyetini hesaplarken tüm bu değişkenler dikkate alınmalıdır. Atık su içermeyen bir işlemin uygulanıp uygulanmadığına karar verilmesi, maliyet avantajları tarafından belirlenir:

- • Tatlı su, atık su arıtma, atık su deşarj ücreti ve kontrollerin satın alınması.

daha büyüktür

- • Su sirkülasyon sisteminin maliyetleri.

Özellikle Avrupa'da, kaplama atölyelerinde atık su bulunmayan sistemlerin çalışması, aşağıdaki örneklerde gösterildiği gibi, sadece belirli koşullar altında ekonomik olarak uygulanabilir.

Atık su, atık sudan çıkarılması zor olan maddeleri, özellikle tuzları içerir; Tek mevcut teknik bir buharlaştırma işlemidir. Suyun buharlaşması pahalı bir süreç olduğundan, bu teknoloji sadece istisnai durumlarda kullanılır.

Aşağıda sunulan tüm örnekler için Alman koşullarını yansıttığı göz önünde bulundurulmalıdır. Tatlı su, atık su deşarjı ve çevresel düzenlemelerin maliyetleri önemlidir:

- • Tatlı su 1 - 2/m^3
- • Atık su deşarjı EUR 2 - 4/m^3
- • atık bertarafı 100 - 200 EUR/t
- • kontroller (örnekleme ve analizler) EUR 5000 - 10000/yıl. Düzenlemeler (örn. Alman Atık Su Yönetmeliği, IPPC Direktifi)
- • Suyun ekonomik kullanımını gerektirir
- • Atık su deşarjı için sınır değerlere uygunluk.

Almanya'da ekonomik olarak uygulanabilir teknik çözümler, başka ülkelerde farklı şartlar altında olmayabilir.

Geleneksel atık su minimize teknolojisi

Tatlı su ve atık su için yüksek maliyetler (3 - 8 EUR/m^3) ve suyun ekonomik kullanımını gerektiren yasal standartlar nedeniyle, Alman kaplama endüstrisindeki su tüketimi son 10 yılda önemli ölçüde düşmüştür. Örneğin, büyük kaplama mağazaları toplam atık su emisyonlarını 30000 - 50000 m3/yıl'dan birkaç milyon m3/yıl'a düşürmüştür.

Tesis A

Bu tesisin ilk tasarım aşamasında, atıksu içermeyen bir üretim sürecinin uygulanmasına yönelik düşünce verildi. Bireysel proses aşamalarını neredeyse hiç atık su üretmeden işletmek mümkün olmasına rağmen, planlama sürecinde, tamamen atık su içermeyen bir üretim tesisinin inşaatının enerjisel olarak optimize edilmiş bir prosesin gerekliliğiyle uyumlu olmayacağı ortaya çıktı. Özellikle diğer üretim işlemlerinden fazla ısı kullanılmadığı takdirde. Hesaplamalar, atık sudan arındırılmış alternatifin atık su minimize edilmiş tekniğe kıyasla çok pahalı olabileceğini de kanıtlamıştır. Sonuç olarak, konsept atık su oluşumunu en aza indirecek şekilde değiştirildi. 400.000 m^2/yıl kapasiteli yeni tesis sadece yılda 1215 m^3 atık su üretmektedir (bu da 3 l/m^2 özel durulama suyu tüketimi anlamına gelmektedir).

Su tasarrufu sağlayan bir teknolojinin temel koşulu, optimum durulama sisteminin kurulmasıydı. Teknik olarak mümkün olan her yerde, üç aşamalı durulamalar kuruldu. Pasifleştirme hattından gelen durulama suyu iyon değiştiricilerle arıtılır ve durulama işlemine geri beslenir. Pasifleştirme hattından gelen tek atık su, iyon değiştiricilerin rejenerasyonundan gelir. Kaplama işleminden gelen durulama suyu, bir evaporatör birimi ile konsantre hale getirilmekte ve tamamen işlemden geçirilmekte iken, damıtık, durulama için tekrar kullanılmaktadır. Sıkı Alman standartlarını karşılamak için gerekli olan karmaşık ve pahalı atık su arıtma ünitesinin düzeni, su tasarrufu teknolojisinin ek maliyetlerini telafi eden büyük ölçüde daha küçük tutulabilir.

Atık su içermeyen proses aşamaları

Daha önce de belirtildiği gibi, bütün bir tesisin atık sudan arındırılması genel olarak finansal açıdan kabul edilemez. Bununla birlikte, belirli koşullar altında, atık su üretmeden belirli işlem aşamalarının işletilmesi uygun olabilir. Bu işlem aşamalarından gelen atık suyun toplanmasını ve ayrı ayrı işlenmesini gerektirir.

Tesis B

Tesis B, Alman Çevre Bakanlığı tarafından desteklenen, 15 yıllık bir krom kaplama tesisini atık ve atık su içermeyen bir teknolojiyle yenilemeye yönelik bir projeydi. Eski tesis, standart üç aşamalı bir durulama ile donatıldı ve proses ısısını ortadan kaldırmak için elektrikli soğutma sistemleri kullanıldı. Bu tesiste yıllık olarak kullanılan 60 tonluk kromik asitten yaklaşık 23 ton atık su elde edilmiş ve yaklaşık 500 ton elektrolitik çamur elde edilmiştir.

Yeni tesisinin konsepti, elektrolitin gerekli soğutmasını sağlamak için buharlaşma ısısını kullanmaya dayanmaktadır. Bu amaçla, ilk statik durulama suyunun suyu, aynı zamanda, işlem banyosundan çıkan egzoz havasının tahliye edilmesine hizmet eden bir buharlaştırıcıya beslenir. Suyun buharlaştırılması, seyreltilmiş elektrolitin soğutularak konsantre olmasına ve böylece işlem banyosuna geri dönmesine neden olur. Proses için durulama tekniği, beş aşamalı kombine bir daldırma ve püskürtme durulama sistemi, gereken miktarda durulama suyunun, buharlaşan miktarla tam olarak aynı olduğu şekilde tasarlanmıştır. Bu, elektrolit döngüsünün ve su döngüsünün kapalı olduğu ve normal işletme sırasında tesis tarafından atık ve atık su üretilmediği anlamına gelir.

Elektrolitler elektrodiyaliz ile rejenere edilir. Burada azaltılmış üç değerlikli krom, altı değerlikli kromla yeniden oksitlenir ve krom kaplama işlemini olumsuz etkileyen demir, bakır ve çinko gibi katyonlar seçici olarak giderilir. Galvanik işlemin kendisi atık su içermez. Temizleme işlemlerinde ve elektrolitlerin rejenerasyonunda az miktarda atık su ortaya çıkar. Bu kaynaklardan gelen atık suların arıtılmasında ortaya çıkan atık miktarı, tesisin yenilenmesinden önce yıllık olarak üretilen 500'den fazla t'nin aksine sadece 7 t/yıl'dır.

Atık su içermeyen teknoloji, aşağıdaki sayılar gösterdiği gibi, geleneksel teknolojiye göre önemli ekonomik avantajlara sahiptir. Sürüklenen proses proses solüsyonunun proses tankına tam dönüşü yılda 23 ton kromik asit alım maliyetini ortadan kaldırır ve bununla birlikte 25000 EUR/yıl değerinde kromat içeren atık suyun arıtılması için kimyasal maliyetler elektroliz çamurunun (500 t /yıl) 75.000 EUR/yıl'a ayarlanmasıyla ilgili masrafların yanı sıra. Atık su içermeyen teknoloji yaklaşık 300000 Euro/yıl su tasarrufu ile sonuçlandı. İşletme maliyetlerindeki tasarruf, yatırımın bir yıl içinde kendisine ödenmesini sağlamıştır.

Atık su içermeyen üretim tesisi

Yukarıda ve Bölüm 4.7.11'de açıklandığı gibi, galvanik tesis atık suyunun tek tek aşamalarını çalıştırmak ekonomik olabilir. Atıksu içermeyen tüm bir tesisin ekonomik açıdan uygun koşullarda işletilebilmesi için, aşağıdaki örnek tesisinde gösterildiği gibi birkaç koşulun karşılanması gerekmektedir.

Tesis C

Tesis, sadece birkaç işlem aşamasına ve iş parçalarının (vida ve somunların) homojen bir spektrumuna sahip bir iç kaplama atölyesidir. Fazla ısı, kurum içi sertleştirme tesisinden temin edilebilir. Tesis bir içme suyu avcılığı bölgesinde yer almaktadır. Almanya'da, su kirletici malzemeler kullanan tesislerin normal olarak bu alanlarda faaliyet göstermesine izin verilmez. Bu nedenle, görev, herhangi bir atık su üretmeyen ekonomik açıdan uygun bir tesis inşa etmekti. Bu teknolojinin ekonomik olarak hayata geçirilebilmesinin anahtarı, esas olarak suyun ekonomik kullanımıdır. Bu nedenle durulama aşamalarına ve sürüklenen sıvıların geri dönüşüme özel dikkat gösterildi.

Su tasarruflu durulama:

- tüm proses aşamaları çok aşamalı (en az üç kademeli) su tasarruflu kademeli durulamalarla donatılmıştır.
- Çinko kaplama banyosunda, altı aşamalı bir durulama kuruldu, bu da kompakt bir durulama olarak tasarlandı
- Akış durulamalarından sonra iyon değiştiricilerin montajı. Sürükle geri bildirim:
- Tüm sıcak çalışma aşamalarında durulama suyunun doğrudan geri dönüşü
- Çinko kaplama ünitesinden durulama suyunun vakumlu bir evaporatör ile konsantrasyonu ve konsantratların proses tankına geri dönüşü.

Bu önlemlerden dolayı, su tüketimi yılda 1300 l/saate karşılık gelen yaklaşık 1200 m^3'e düşürülebilir.

Bu işlem sırasında 200 - 300 l/saat buharlaşmak ve yaklaşık 1000 l/saat atık su hacmini bırakmak gerekiyordu. Atık su, kostik soda çözeltisi ile nötralize edilir, ağır metallerin büyük bir kısmı hidroksit olarak çökeltilir, bu daha sonra bir filtre presi kullanılarak çıkarılabilir. Nötrleştirilmiş atık su, buhar sıkıştırmalı düşük enerjili bir buharlaştırıcıda yoğunlaştırılır. Konsantre kurutulur ve bir yeraltı depo tesisine gönderilir.

Bu tesisin ekonomik yönleri şunlardır:

- Yatırım maliyetleri

500.000 Euro'luk ek yatırım maliyetleri, esas olarak evaporatör ve kurutucu içindir. Atık su ön arıtma tesisi, geleneksel arıtma tesisinden daha küçük ve daha basit bir tasarıma sahip olduğu için, yaklaşık 100000 Euro'luk tasarruflar ortaya çıkmaktadır.

- İşletme maliyetleri

Atık su içermeyen teknolojinin avantajı da işletme maliyetlerinde yatmaktadır. Kurum içi sertleştirme ünitesinden gelen fazla enerji, buharlaştırıcının ve kurutucunun çalışması için kullanıldığından enerji maliyetleri düşük tutulur. 120.000 EUR tutarındaki tasarruf, önemli ölçüde daha düşük su tüketimi, atık su deşarjı için herhangi bir ücret, atık su arıtma kimyasalları için daha düşük maliyetler ve önemli ölçüde daha düşük atık bertaraf maliyetleri ile elde edilmektedir. Atık sudan arındırma sisteminin uygulanması için ek yatırım, dört yıl içinde kendisine ödeme yapacak.

Referans literatür

Elektro kaplama atölyelerinde ve atıklarda su minimizasyonunun ekonomik ve ekolojik yönleri

Su geçirmez elektro kaplama iki BMBF Ortak Projesinde değerlendirilmiştir: “Kaplama atölyelerinin, aynı anda maliyet düşürme altında malzeme kaybını en aza indiren proses teknolojisine dönüştürme” (FKZ 01RK9730/0; http://www.10galvaniken.de/) ve “ Malzemelerin, ıslak süreçlerin giderilmesi alanında kapatılması ”(FKZ 01ZH941B/1).

SÖZLÜK

Genel Sözlük

1. Genel terimler, kısaltmalar, kısaltmalar ve maddeler

Türkçe Terim veya Kısaltma	İngilizce Terim veya Kısaltma	Açıklama
A	A	amper
A/dm2, A/m2	A/dm2, A/m2	desimetre kare başına amper, metre kare başına amper. Elektrotta akım yoğunluğunun bir ölçüsü.
AAT	WWTP	Atıksu arıtma tesisi
AB	EU	Avrupa Birliği.
AB ETS	EU ETS	Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Planı.
AB-15	EU-15	1 Mayıs 2004'ten önce Avrupa Birliği Üye Devletleri. 26 Haziran 2002'de 15 Üye Devlet vardı. Bu belgedeki verilerin çoğu AB-25'ten önce geliyor. Yeni Üye Devletlerden gelen veriler, sağlandığı yerde belirtilmiştir.
AB-25	EU-25	1 Mayıs 2004'den 31 Aralık 2006'ya kadar Avrupa Birliği Üye Devletleri.
AB-27	EU-27	1 Ocak 2007'den 30 Haziran 2013'e kadar Avrupa Birliği Üye Devletleri.
AB-28	EU-28	Avrupa Birliği Üye Devletleri 1 Temmuz 2013'ten itibaren.
ABD	US	(i) Amerikan İngilizcesi; (ii) Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Devletler
ABS	ABS	Akrilonitril-butadien-stiren kopolimerlerine dayanan plastiklerin herhangi biri
AC	AC	alternatif akım
ACGHI	ACGHI	Devlet Endüstriyel Hijyenistlerin Amerikan Konferansı. Bu kuruluş endüstriyel hijyen/işyeri güvenliği için çeşitli standartlar üretir
aerobik	aerobic	Oksijen varlığında meydana gelen biyolojik bir süreç
akifer	aquifer	bir kuyuya ya da bir kaynağa kullanılabilir miktarda su verecek olan su taşıyan bir kaya tabakası (çakıl ve kum dahil).
AKM	SS	su içindeki askıda katı madde (içeriği)
akut etki	acute effect	şiddetli semptomların hızla geliştiği ve çoğu kez maruziyetin sona ermesinden sonra azalan herhangi bir canlı organizma üzerinde olumsuz bir etki.
akut kirlilik	acute pollution	Seyrek olaylar, plansız olaylar veya kazalardan kaynaklanan kirlilik (ayrıca bkz. kronik kirlilik)
akut toksisite	acute toxicity	tek bir doz veya bir kimyasalın tek bir maruziyetinden kaynaklanan yan etkiler; Kısa bir süre içinde üretilen herhangi bir zehirli etki, genellikle 96 saatten azdır. Bu terim normal olarak deney hayvanlarında etkileri tanımlamak için kullanılır.
alkali	alkali	proton alıcısı. Az ya da çok kolay bir şekilde, bir su çözeltisinde hidrojen iyonları alan bir madde.
anaerobik	anaerobic	Oksijen yokluğunda oluşan biyolojik bir süreç.
anot	anode	pozitif elektrot
anotlama	anodising (GB), anodizing (US)	Anodik oksidasyon - Alüminyum, magnezyum veya çinko gibi bir metalin yüzeyinde genellikle oksitlerden oluşan koruyucu, dekoratif veya fonksiyonel özelliklere sahip bir film oluşturmak için kullanılan elektrolitik süreç [101, CEN, 2000].
anyon	anion	negatif yüklü bir iyon; elektrokimyasal reaksiyonlarda anoduna doğru çekilen bir iyon
AOCl	AOCl	adsorbe edilebilir organik klor bileşikleri
AOX	AOX	adsorbe edilebilir organik halojen bileşikleri. Aktif karbon üzerine adsorbe edilebilen bir su örneğinde bulunan tüm halojen bileşiklerinin (florin hariç) klor olarak ifade edilen litre başına miligram cinsinden toplam konsantrasyonu.
APE	APE	alkil fenol etoksilatlar
asimilasyon kapasitesi	assimilative capacity	Doğal bir su kütlesinin atık suları veya toksik maddeleri zararlı etkilere ve su canlılarının hayatına zarar vermeden alma yeteneği
asit	acid	proton donörü. Su çözeltisinde az ya da çok kolayca hidrojen iyonları veren bir madde
ATBC	ATBC	asetil tributil sitrat
atım gücü	throwing power	Belirtilen koşullar altında belirli bir çözelti içindeki bir elektrot (genellikle bir katot) üzerindeki birincil akım dağılımı ile verilen kaplama (genellikle metal)

		dağılımının iyileştirilmesi. **Not:** bu terim, terimin benzer olduğu anodik işlemler için de kullanılabilir: makro atım gücü [101, CEN, 2000]
bakterilerle ayrışabilen	biodegradable	Bu mikroorganizmalar tarafından fiziksel ve / veya kimyasal olarak parçalanabilir. Örneğin, birçok kimyasal madde, yiyecek artıkları, pamuk, yün ve kağıt biyolojik olarak parçalanabilir.
bakterisit	bactericide	bakterileri kontrol etmek veya yok etmek için kullanılan bir böcek ilacı
banyo	bath	belirli bir yüzey işlem aktivitesi için bir kimyasal çözeltisi, örn. dekapaj banyosu. Ayrıca bir işlem dizisindeki ilgili kazan veya iş istasyonuna atıfta bulunur
BF	BF	kesikli reaktörde pıhtılaştırma
birincil önlem/teknik	primary measure/technique	Bir şekilde ana sürecin işleyiş şeklini değiştiren ve böylece ham emisyonları veya tüketimleri azaltan bir teknik (bkz. boru sonu tekniği)
bobin işlenmesi	coil processing	Materyal kangalının sürekli halde işlenmesi. Bakır, pirinç, nikel ve çinko da bobinler halinde işlense de en büyük çaplı faaliyetler çelik (2080 mm genişliğe kadar) veya alüminyum içindir. Bobinler dekoratif süslemeler için daha küçük kalınlıkta (birkaç mm) olabilir.
BOİ, Biyolokimyasal Oksijen İhtiyacı	BOD	Organik maddeleri ayrıştırmak için mikroorganizmaların ihtiyacı olan çözünmüş oksijen miktarı. Ölçüm birimi mg O_2/litre'dir. Avrupa'da, BOİ genellikle üç ($BOİ_3$), beş ($BOİ_5$) veya yedi ($BOİ_7$) gün sonra ölçülür.
Boru sonu teknik	end-of-pipe technique	Son emisyonları veya tüketimi bir miktar ek işlemle azaltan, ancak temel işlemin temel işleyişini değiştirmeyen bir teknik. Eş anlamlılar: "ikincil teknik", "azaltma tekniği". Zıtlık: "süreç-bütünleşmiş teknik", "birincil teknik" (bir şekilde ana sürecin işleyiş şeklini değiştiren ve böylece ham emisyonları veya tüketimleri azaltan bir teknik)
BREF	BREF	MET referans belgesi; ing. BAT reference document
Büyük torba	big bag, or bulk bag	katı madde içeren ve / veya dağıtan büyük torba. Genellikle malzeme yoğunluğuna bağlı olarak yaklaşık bir ton içerir ve palet tutma sistemleri ile uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır.
büyük torba	bulk bag	bkz. büyük torba
Çapak alma	deburring	elektro-parlatma, taşlama, cilalama veya dekapaj ile çapakların veya keskin kenarların giderilmesi
Çapraz ortam etkisi	cross-media effects	Tekniğin uygulanmasının neden olduğu herhangi bir yan etki ve dezavantaj. Bir tekniğin oluşturduğu çevre problemlerinin diğerlerine kıyasla detaylandırılması (Bkz. Bölüm 4).
caroat	caroat	potasyum monopersülfat
CASS	CASS	bakır hızlandırılmış tuz püskürtme testi. Standart bir korozyon testi
CF	CF	sürekli flokülasyon
çıkış suyu; çıkış akıntısı	effluent	Emisyon oluşturan fiziksel sıvı (kirleticilerle birlikte hava veya su)
CNC	CNC	bilgisayar sayısal denetimi
çoklu ortam etkisi	multi-media effects	etkilerin birden fazla ortama etki edebileceği durumlar; örn. hava ve suya. Bkz. "çapraz ortam etkileri".
çözünürlük çarpımı	solubility product	Çözünmüş madde ile dengede iken çözünmüş elektrolit iyonlarının molar cinsinden konsantrasyonlarının çarpımı
ÇYS	EMS	Çevre Yönetim Sistemi
DAF	DAF	çözünmüş hava yüzdürme
daldırmalı kaplama	immersion coating, displacement coating	Bir metalin temas ettiği çözeltideki bir başka metal ile değiştirildiği bir ikame reaksiyonu ile üretilen metal kaplama [101, CEN, 2000]. Örneğin; $Fe + Cu^{2+} \text{--->} Cu + Fe^{2+}$
DC	DC	doğru akım (elektrik kaynağı)
DDC	DDC	ditiokarbamat
DEA	DEA	Veri zarfı analizi; veriyi kıyaslama ve/veya analiz etme metodu
dekapaj, paklama	pickling	Bir metal için; oksitlerin veya diğer bileşiklerin metal yüzeylerden bir kimyasal veya elektrokimyasal işlem etkisiyle çıkarılması [101, CEN, 2000]. Bir plastik için; butadien bileşeninin oksitlenmesi ve çözünmesi için ABS tipi plastik yüzeylere uygulanan kromik ve sülfürik asit karışımı, böylece, otokatalitik kaplamaya yönelik hazırlığın bir parçası olarak bir mikropürüzlü yüzey meydana getirilir (Almanca: "Beizen"; "Dekapieren" de aynı açıklamaya uyuyor gibi gözükmektedir).
Dializ	dialysis	bir ayırma tekniği: kolloidlerin çözelti içindeki diğer çözünmüş maddelerden bir membran yoluyla seçici difüzyonla ayrılması
dışarı sürüklenme	drag-out	işlem sırasında iş parçaları veya substrat tarafından bir banyodan dışarı taşınan sıvı

DNC	DNC	doğrudan veya dağıtılmış sayısal kontrol. Bir NC programının bir PC'den bir CNC makinesine gönderildiği bir sistem.
DOS	DOS	dioksil sebakat
DS	DS	kuru katılar (içerik). Standart test yöntemi ile kuruduktan sonra kalan malzeme kütlesi
DSA	DSA	boyutsal olarak kararlı anotlar. Grafit anotlar olarak kullanım sırasında tüketilmeyen metal anotlar, bu nedenle boyutsal olarak stabildir.
durulama ölçütü	rinse criterion	Kirleticinin çözücüye (genellikle su) oranı
EC50	EC50	etki konsantrasyonu 50. Tek bir dozun uygulanmasından sonra test popülasyonunun% 50'sinde etkilerin gözlemlendiği konsantrasyon. Efektler arasında daphnia'nın hareketsizleştirilmesi, büyümenin inhibisyonu, hücre bölünmesi veya biyokütle üretimi veya alg tarafından klorofil üretimi yer alır.
ECCS	ECCS	elektro-kimyasal krom kaplama. İng. "electro-chemical chromium plating".
EDDS	EDDS	etilen diamin disüksinat
EDTA	EDTA	etilendiamintetraasetik asit. Önemli bir şelatlayıcı madde
EIPPCB	EIPPCB	Avrupa bütünleşmiş kirlilik önleme ve kontrol bürosu.
eko durulama	eco rinse	iş parçalarının kaplamadan önce ve sonra geçirildiği statik bir durulama tankı, toplanan sürgünün sürükleme olarak yeniden kullanılmasına izin verir.
EKÖK	IPPC	entegre kirlilik önleme ve kontrolü
ekonomi bilimi	Economics	Maliyetin (yatırım ve işletme) ve herhangi bir olası tasarruf (örneğin; azaltılmış hammadde tüketimi, atık ücretleri) hakkında bilgi, tekniğin kapasitesi ile ilgili olarak (Bkz. Bölüm 4)
elde edilen çevresel faydalar	achieved environmental benefits	elde edilen emisyon değerleri ve verimlilik performansı dahil olmak üzere teknikte (süreç veya azaltma) ele alınacak temel çevresel etkiler. Tekniğin diğerlerine kıyasla çevresel faydaları (Bkz. Bölüm 4).
elektrogalvazleme	electrogalvanising	Alman galvanizli Metallabscheidung veya diğer dillerden benzer terimleri çevirmek için sıklıkla kullanılan bir terim. Sıcak daldırma galvanizle karıştırıldığı için İngilizce olarak kullanılmamalıdır.
elektro kaplama	electroplating	bir yüzeyin, bir metalin temel metalden farklı özelliklere veya boyutlara sahip olmasını sağlamak amacıyla bir metalik kaplamanın elektrodepozisyonu (bkz. elektrogalvanizasyon, galvanizleme. Almanca: galvanische Metallabscheidung). **Not:** Tek başına kaplama bu anlamda kullanılamaz. [101, CEN, 2000]
elektrolit	electrolyte	Çözelti veya erimiş halde bir elektrik akımı iletebilen bir madde
elektroparlatma	electropolishing	Uygun bir çözümde anodik yaparak metal yüzeyin pürüzsüzleştirilmesi ve parlatılması [101, CEN, 2000]
elektrot	electrode	bir elektrik akımının bir elektro-kimyasal reaksiyona (veya bir elektrik arkına veya bir vakum tüpüne) girdiği veya bir elektrolit bıraktığı bir iletken [101, CEN, 2000], Bkz. anot ve katot
emisyon	emission	Havadaki, sudaki veya araziye yerleştirilen, bireysel veya dağınık kaynaklardan maddelerin, titreşimlerin, ısı veya gürültünün doğrudan veya dolaylı olarak salınması
emisyon limit değerleri (ELD)	emission limit values (ELV)	bir veya daha fazla zaman diliminde aşılmayabilecek belirli spesifik parametreler, konsantrasyon ve/veya bir emisyon seviyesi cinsinden ifade edilen kütle
ENSA	ENSA	etoksilatlanmış alfa-naftol sülfonik asit
EP	EP	elektrostatik presipitatör; elektrostatik çöktürücü
Galvanizleme	galvanising	sıcak daldırmalı metal kaplama (Almanca: Schelztauchüberzug; Fransızca: galvanizleme à chaud).
Gevrekleşme	embrittlement	örneğin, elektro-kaplama, katodik temizlik ya da asitleme işlemlerinde atomik hidrojenin emilmesinin neden olduğu ve gecikmiş kırılma, gevrek kırılma ya da sünekliğin azalması ile kendini gösteren bir metal ya da alaşımın gevrekleşmesi [101, CEN, 2000]
hava bıçağı	air knife	laminar hava perdesi veren düşük basınç, hassas yarıklar yoluyla yayılan yüksek hacimli hava kullanan bir makine. Bileşenler, bu perdeden el ile veya bir konveyör bant üzerinden veya bir bobin olarak geçirilebilir. Hava, sistemdeki sıkıştırma ve hareket nedeniyle ısınır ve bu da yağları ve gresleri ısıtarak uzaklaştırlmalarına yardımcı olur. Hem hava hareketi hem de sıcaklık, bileşenlerin kurumasını kolaylaştırır. Ayrıca, çikolata işlenmesinde olduğu gibi diğer endüstrilerde de kullanılır.
havalandırma	aeration	bir sıvının hava (oksijen) ile karıştırılması eylemi.
HC	HC	Hidrokarbon
HDI	HDI	Yüksek yoğunluklu ara bağlantılar. Birden çok katmana sahip bir baskılı devre kartı türü ve tabakalar arasında yüksek yoğunluklu bir ara bağlantı.
içeri sürüklenme	drag-in	(önceki bir banyodan) işlem sırasında ortaya çıkan iş parçaları veya substrat ile banyoya taşınan sıvı

IEF	IEF	Bilgi Değişim Forumu (IPPC Direktifi çerçevesinde gayri resmi danışma organı)
ikincil teknik/önlem	secondary measure/technique	bkz. "boru-sonu tekniği"
ıslatıcı madde	wetting agent	bir sıvının yüzey gerilimini azaltan madde. Bu, sıvının katı bir yüzey üzerinde daha kolay ve daha muntazam bir şekilde yayılmasına izin verir.
İşletme ve Bakım	O&M	bu belgede "işlemler ve bakım" (Ayrıca iş planlaması ile ilgili "organizasyon ve yöntemler" anlamına gelebilir)
izleme	monitoring	Sistematik, periyodik veya anlık gözetleme, denetleme, örnekleme ve ölçümlere dayalı olarak bir emisyon veya diğer bir parametrenin değerini belirlemeyi veya değerlendirmeyi amaçlayan proses; ya da salınan miktarlar ve salınan kirleticilerin trendleri hakkında bilgi edinmeyi amaçlayan diğer değerlendirme metotları
jig (iş bağlama düzeneği)	Jig, or rack	Yüzey işlemi aktiviteleri sırasında iş parçalarını askıya almak için kullanılan bir çerçeve; iş bağlama düzeneği. Elektrokimyasal aktivitelerde raf ayrıca iş parçalarına akım taşır
jig ya da raf	rack, or jig	Yüzey işlem aktiviteleri sırasında iş parçalarını askıya almak için kullanılan çerçeve. Elektrokimyasal aktivitelerde raf ayrıca işlenen parçalarına akım taşır.
JIT	JIT	ing. "just-in-time"; tam zamanında; Bileşenlerin, montajın bir sonraki aşamasına tam ihtiyaç olunan zamanda teslim edildiği ve stokta tutulmadığı bir üretim yönetim tekniği
kaçak emisyon	fugitive emission	Bir işlemin, kontrolsüzlük veya engellenme yetersizliği nedeniyle bıraktığı emisyonlar.
kaplama	plating	Daha doğru bir terim olan "elektro kaplama" teriminin yaygın olarak kullanılan bir kısaltmasıdır.
katot	cathode	negatif elektrot
katyon	cation	pozitif yüklü bir iyon: elektrokimyasal reaksiyonlarda katoda doğru çekilen bir iyon
kirletici	pollutant	Çevreye zarar verebilecek veya etkileyebilecek madde veya madde grubu
Knoop	Knoop	Knoop üniteleri sertliğin bir ölçüsüdür
KOİ	COD	kimyasal oksijen talebi: bir atıksu numunesinde bulunan organik maddelerin yaklaşık 150 °C'de kimyasal olarak okside etmek için gerekli olan potasyum dikromat miktarına denk gelen oksijen miktarı olarak ifade edilir. Bununla birlikte, KOİCr ölçümü ayrıca numunede bulunan herhangi bir inorganik indirgeyici ajanı içerir. Yüksek klorür muhtevası (>1000mg/l) da sonuçlarda girişime neden olur. KOİ için ISO standardı ISO 15705:2002'dir. TOK da atık sudaki organik bileşiklerin bir ölçüsüdür.
Kompleksleştirme ajanı	complexing agent	bkz. "şelasyon maddesi"
Korozyon	corrosion	Özellikle nem, hava veya kimyasalların etkisi ile metaller üzerinde yüzeysel kimyasal reaksiyon.
kronik kirlilik	chronic pollution	Atık deşarjı gibi düzenli veya sürekli olaylardan kaynaklanan kirlenme (bkz. akut kirlilik)
Küresel ısınma	global warming	sera etkisi: Kısa dalga güneş radyasyonu, Dünya atmosferinden geçer, ancak kızılötesi radyasyon olarak yüzeyiyle yeniden ışınlandıktan sonra, bir kısmı atmosferdeki gazlar tarafından absorbe edilir (bu, küresel ısınma olarak bilinir). Küresel ısınmanın% 'si CO2 tarafından absorbe edilmesinden kaynaklanmakta, geri kalan% 45'lik oran esas olarak çeşitli VOX kullanımı sonucunda metan tarafından enerji emilimi ve ozon tabakasına verilen hasardan kaynaklanmaktadır.
LAS	LAS	lineer alkilbenzen sülfonat
LC_{50}	LC_{50}	Ölümcül konsantrasyon 50. Su veya ortam havasındaki bir maddenin litre başına miligram cinsinden en düşük konsantrasyonu, belirli bir süre içinde test popülasyonunun %50'sinde ölüme neden olmaya yeterlidir (örn. balıklar için 96 saat, su piresi için 48 saat).
LC_{50}	LD_{50}	Ölümcül doz 50. Belirli bir süre içinde (14 günden fazla olmayan) test popülasyonunun %50'sinde ölüme neden olan fareler ve sıçanlar gibi türlere verilen en düşük doz, vücut ağırlığının kilogramı başına test maddesinin miligramı cinsinden (mg/kg) ifade edilir.
legionella bakterisi	legionella	Legionnaires hastalığına neden olan türleri içeren bir gram-negatif basil cinsi (Fransızca: "légionellose"; Almanca: "Legionärskrankheit"; İspanyolca: "legionela)
LPG	LPG	sıvılaştırılmış petrol gazı. Sıvı olarak basınç altında depolanan petrol gazları, genellikle propan ve bütan karışımıdır
MAC	MAC	izin verilen maksimum konsantrasyon
makro atım gücü	macrothrowing power	Bir elektro kaplama çözeltisinin, substratın yüzeyinden daha pürüzsüz bir kaplama üretme kabiliyeti. Bkz. "atım gücü" [101, CEN, 2000]
MET	BAT	mevcut en iyi teknikler
metalleme	metallizing, metallising	metalik olmayan bir malzemenin yüzeyine metalik malzemenin uygulanması. **Not:** Metalize etme teriminin bu anlamla sınırlandırılması ve özellikle "metal

		püskürtme" (ing. "sprey metallizing") için eşanlamlı olarak kullanılmaması tavsiye edilmektedir [101, CEN, 2000].
mevcut tesis	existing installation	Bu direktifin yürürlüğe girdiği tarihten önce mevcut olan bir mevzuata uygun olarak veya bu yetkinin alınması şartıyla, yetkilendirilmiş veya yetki sahibi yetkili makamın yetkisine ilişkin bir kurulum yapılmalıdır. Bu Direktifin yürürlüğe girdiği tarihten sonraki en geç bir yıl içinde işletme
mikro atım gücü	microthrowing power	Belirli bir şartlar altında bir elektro kaplama çözeltisinin gözenekler veya çiziklerde bir metali biriktirme yeteneği
mikro-pürüz	microrough	Bir malzemenin yüzeyindeki mikroskopik düzensizlikler
MLB	MLB	ing. "Mulit-layer board"; Çok katmanlı devre kartı; Birden fazla katmana sahip baskılı devre kartı.
MSA	MSA	metan sülfonik asit
MTO	MTO	ing. "Metal Turnover"; Banyodaki metalin orijinal miktarının ilaveler yapılarak yenilenme sayısı.
n/a	n/a	uygulanamaz VEYA mevcut değil (kullanıldığı yere göre)
n/d	n/d	veri yok
NC	NC	sayısal olarak kontrol edilen
NOx	NOx	azot oksitleri
NPE	NPE	nonil fenil etoksilat
NTA	NTA	nitriloasetik asit
OEM	OEM	Orijinal Ekipman Üreticisi. Başka şirketlere, bayinin marka adını kullanarak yeniden satış yapmak veya bunları başka bir ürüne dahil etmek için ekipman tedarik eden bir şirket, örn. Büyük otomotiv üreticilerine parça üreten bir şirket.
operasyonel veri	operational data	emisyonlar/atıklar ve tüketim ile ilgili performans verileri (ham maddeler, su ve enerji). Güvenlik yönleri, tekniğin çalışabilirlik kısıtlamaları, çıktı kalitesi vb. dahil olmak üzere, tekniğin nasıl işletileceğine, sürdürüleceğine ve kontrol edileceğine dair diğer her türlü yararlı bilgi (Bkz. Bölüm 4).
operatör	operator	Kuruluşun teknik işleyişi üzerinde belirleyici, ekonomik gücün devredildiği kurulumu/tesisi yapan veya kontrol eden veya ulusal mevzuatta öngörülen herhangi bir gerçek veya tüzel kişi.
OSPAR	OSPAR	1992 OSPAR Konvansiyonu, atıkların deniz ve PARCOM'a boşaltılmasına ilişkin 1972 Oslo Sözleşmesi'ni birleştirdi (bakınız PARCOM). Sözleşme altındaki çalışma OPSAR Komisyonu tarafından yönetilmektedir.
otokatalitik kaplama	autocatalytic plating	Metalik bir kaplamanın, kontrol edilen metal veya alaşım tarafından katalize edilen kontrollü bir kimyasal indirgeme ile çökeltilmesi [101, CEN, 2000]
Ötrofikasyon	eutrophication	Bir su kütlesinin kanalizasyonla kirlenmesi, topraktan dökülen gübreler ve endüstriyel atıklar (inorganik nitratlar ve fosfatlar). Bu bileşikler, sudaki oksijen içeriğini azaltarak ve böylece yüksek oksijen gereksinimi olan hayvanları öldürerek, alglerin büyümesini teşvik eder.
oyma	etching	Genel olarak, bir metal yüzeyin bir kısmının asit veya alkali etkisiyle uzaklaştırılması. Bu, sonraki işlemden önce, metalin üst yüzeyinin, kir ve oksitlerle, vb. ile birlikte uzaklaştırılmasını tarif etmek için kullanılabilir. Eloksallamadan önce kullanılan aşındırma, alaşım yüzeyindeki mikro galvanik aktivitenin mat bir görünüme yol açtığı bir alkali çözelti kullanır. [118, ESTAL, 2003]
PARCOM	PARCOM	Karasal deniz kirliliği kaynakları üzerine 1974 Paris Sözleşmesi. PARCOM Komisyonu, akit taraflarının işbirliği yaptığı forumdu. Şimdi 1992 OSPAR Konvansiyonu bunu yerine geçti (bakınız OSPAR).
parlatma	polishing (mechanical)	aşındırıcı parçacıkların hareketi ile metal bir yüzeyin düzgünleştirilmesi
Pcb, PCB	Pcb, PCB	**(i)** baskılı devre kartı. Bileşenler ve belirli sabit bileşenler arasındaki kabloların bir yalıtımlı levha üzerine basıldığı bir elektronik devre. (Notlar: 1. Bu belgedeki ana kullanımdır. 2. Esnek filmler ve diğer alt tabakalar yalıtım levhası yerine kullunılıyor olabilir) [39, 1993]; **(ii)** poliklorlu bifenil. Klorlu bifenil türevleri. Biyoakümülatif toksik bileşikler,sentetik reçinelerinde ve elektrik izolatörlerde kullanılır. Bu belgedeki tek kullanımı, bu sektörün teislerinde potansiyel olarak kullanılan kimyasalların tartışılması sırasındadır (bkz. Bölüm 4.1.1.1) [39, 1993]
PFOS	PFOS	Perflorooktan sülfonat: bir sürfaktan. Ek 8.2'ye bakınız.
PI	PI	prosese entegre edilmiş teknik; “süreç-entegre”.
pıhtılaştırma	flocculation	ince bölünmüş lüçük parçacıkların daha büyük kütleli/boyutlu parçacıklar haline birleşerek gelmesi [39, 1993]
planlanmamış salınım	unplanned release	planlanmamış bir emisyon olup, yani izinle yetkilendirilmemiştir. Örneğin, bir sıvının dökülerek yüzeye veya yeraltı suyuna karışması veya bir arıtma tesisinin planlanan kapasitesini aşan bir miktardaki atıksuyun tesise deşarjı. Akut olabilir (diğer bir deyişle kısa bir süre içinde meydana gelebilir, genellikle kaza eseri

		emisyon olarak adlandırılır) veya kronik olabilir (bir tanktan uzun süreli sızıntı gibi).
Profil	profiles (architectural)	Yapı parçalarında montaj ve kullanım için özel kesit boyutlarına göre imal edilen ve kesilen iş parçaları ve alt tabaka. Örneğin, kapı ve pencere çerçeveleri
PS	PS	ing. "presensitised"; Bu belgede, üretim sürecinin bir parçası olarak ve dağıtımdan önce ışığa duyarlı bir kaplama ile yüzey işlemine tabi tutulmuş litografik plakalar ile ilgili olarak kullanılır.
PTFE	PSA	fenil sülfonik asit
pth	pth	delikten kaplama. Bu Baskılı Devre Kartları için bir tekniktir. Deliklerin kaplanması, çift taraflı bir levhanın her iki tarafındaki iletken izleme düzlemleri arasında veya Çoklu Katmanlı Levhaların (MLB) çoklu izleme düzlemleri arasında elektriksel olarak iletken bağlantılar sağlar. Not: bir tür PCB olan delik konstrüksiyonu ile karıştırmayın. Bileşenlerin tellerinin, tahtadan delinmiş deliklerden geçirildiği konstrüksiyon. Bu şimdi büyük ölçüde yüzeye monte edilen bileşenler tarafından yerini almıştır.
QAC	PTFE	politetrafloroetilen
QMS	QAC	kuaterner amonyum bileşiği
QMS	QMS	Kalite yönetim sistemi
referans koşullar	reference conditions	belirtilen koşullar, ör. Bir işlemin işletilmesi ile ilgili olarak, örneklerin toplanması vb.
rektifikasyon	rectification	Düzeltme; gerekli yüzey kalitesi spesifikasyonlarına uymadığı için reddedilen ürünlerin yeniden işlenmesidir. Pratikte, rektifikasyon ve sıyırma (ing. stripping) terimleri bazen birbiri yerine ve her iki aktiviteyi de belirtmek için kullanılabilir.
Rz	Rz	Bir yüzeyin pürüzlülüğünün ölçülmesi
sarıcı birimi	looper unit	malzemenin sürekli rulolarını içeren bobin kaplamasındaki birim. Giriş sarıcı birimlerinde, rulonun uzunluğu azaltılır, böylece metal rulosunu sonunun yeni bir kangal takılırken hareketsiz/sabit kalması sağlanır; Çıkış sarıcı birimlerinde, rulonun uzunluğu artıtılır, böylece tamamlanmış kangalın kesilirken alıcı kangalın hareketsiz/sabit kalması sağlanır.
sekestrasyon	sequestration	Koordinasyon bileşimleri ile metal iyonlarını kitleyerek onları etkisiz kılmak. Bu amaçla kullanılan sekestrasyon ajanları genellikle şelasyon yapan maddelerdir.
şelasyon	chelation	bileşiklerin veya radikallerin bir merkezi polivalent metal iyonuna (bazen metalik olmayan) bağlanmasıyla kapalı bir halk şeklinde dizilen atomuların oluşumu.
şelasyon maddesi	chelating agent	metal iyonları ile şelasyon yapabilen bir bileşik.
şerit zımparalama	linishing	sonsuz bir esnek kuşağa bağlanmış bir aşındırıcı vasıtasıyla düz yüzeylerin tek yönlü taşlanması (ABD *ing.* graining) [101, CEN, 2000]
sıyırma	strip, stripping	Bir parçadan veya astardan bir kaplamanın çıkarılması için yapılan işlem veya kullanılan çözelti (Bkz. "Rektifikasyon")
SPC	SPC	İstatiksel Süreç Kontrolü; Bir süreç yönetimi tekniği. Proses parametrelerinin (banyo sıcaklığı, pH, ana bileşenlerinin konsantrasyonu gibi) düzenli ölçümleri, sürecin kalitesini kontrol etmek için istatistiksel parametreler (3 x standart sapma gibi) içerisine uyumu sağlamak için sürekli olarak analiz edilir.
spesifik emisyon	specific emission	üretim kapasitesi veya fiili üretim gibi bir referans esasına ilişkin emisyon (örn. ton başına kütle veya üretilen birim başına)
STM	STM	metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri. Bu dokümanın kapsamındaki konuları ifade eder
t/yr	t/yr	ton/yıl, ton cinsinden yıllık üretim
TA Luft	TA Luft	Hava kirliliğinin kontrolü için Alman Federal Yönetmeliği
TAKM	TSS	su içindeki toplam askıda katı madde (içeriği)
Tamburlama	tumbling	yüzey kaplamasının iyileştirilmesi amacıyla aşındırıcıların veya parlatma taşlarının varlığında varillerde toplu işlenerek törpülenip daha pürüzsüz hale getirilmesi
Tanım	description	Tekniğin teknik tanımı (Bkz. Bölüm 4)
taşıma çubuğu	flight bar	hem jigleri ana proses adımları boyunca hareket ettirmek için hem de (prosesin elektrik akımına bağlı olduğu yerlerde) elektrik akımını "jig"e taşımak için kullanılan düzenek
taşkın havuzu, taşkın alanı (tanklar için)	containment, contained area	(ikincil) muhafaza, tank konteynerinin kendisi tarafından sağlanan korumanın ötesinde depolama tankları dökülmelere karşı ek korumayı ifade eder. Sızıntılar için iki ana ikincil muhafaza türü vardır; bunlar, çift tanklı tabanlar (zemin üztündek tanklar), çift çeperli ve çift duvarlı tanklar ve tankın altındaki zemini üzerine yapılan geçirimsiz bariyerler [90, EIPPCB]
TÇG	TWG	Teknik Çalışma Grubu.
TÇKM	TDS	toplam çözünmüş katı maddeler
tesis	plant	makine veya fabrika. Büyük bir ekipman ya da bir ekipman grubu; ör. krom elektro kaplama için bir tesis

Tesis, kurulum	installation	IPPC Direktifi'nde, Ek I'de listelenen bir veya daha fazla faaliyetin yürütüldüğü sabit bir teknik birim ve bu sitede yürütülen faaliyetlerle teknik bağlantıya sahip olan ve emisyonları etkileyebilecek diğer doğrudan ilişkili faaliyetler ve kirlilik
TKM	TS	toplam katı madde (içeriği). Malzemenin kurutulmadan önceki katı içeriği.
TOK	TOC	toplam organik karbon: atık sularda organik bileşiklerin bir ölçüsü. Belirlenmesinde diğer indirgeyici maddeleri içermez (KOİCr'den farklı olarak). Toplam organik karbon (TOK) için Avrupa Standardı metodu; EN 1484
UV	UV	morötesi ışık
Uygulama Nedeni	driving force for implementation	Tekniğin uygulanmasının nedenleri (ör., diğer mevzuat, üretim kalitesindeki iyileşme) (Bkz. Bölüm 4).
uygulanabilirlik	applicability	Tekniğin uygulanması ve güçlendirilmesinde yer alan faktörlerin göz önünde bulundurulması (Bölüm 4'e bakınız).
V.I.	V.I.	akışkanlık indeksi
valorize	valorise	bir şeyden değer sağlamak veya bir şeye değer eklemek. Örnek: metalurjik bir tesiste hammadde olarak metal içeren bir çamurun kullanılması ile ve içerdiği metallerin geri kazanılmasının sağlanması, böylece bu çamurun valorize edilmesi.
varil	barrel	Ayrıca davul olarak da adlandırılır veya çevrilir. Toplu halde işlendiklerinde iş parçalarını içermek için kullanılan döner bir kap:
varilde işleme	barrel processing	yüzey işleme faaliyetleri varil kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneğin, varil temizleme, varil galvanik
VHN	VHN	Vickers Sertlik Sayısı (sertlik ölçümü)
VOC	VOC	Uçucu organik bileşikler (VOX ve VOX olmayan bileşikler içerir)
VOX	VOX	uçucu organik halojene bileşikler
vs.	vs.	İng. "versus". iki fikir veya iki veri kümesini karşılaştırmak için kullanılır.
WHB	WHB	atık ısı kazanı. İng. "waste heat boiler".
Yayılı emisyon (salınım)	diffuse emission	uçucu veya hafif tozlu maddelerin çevre ile doğrudan temasından kaynaklanan emisyonlar (atmosfer, normal çalışma koşulları altında). Bunlar aşağıdakilerden kaynaklanabilir: • ekipmanın iç tasarımı (örn. Filtreler, kurutucular, vb.) • çalışma koşulları (örneğin kaplar arasındaki malzemenin transferi sırasında) • işletim türü (örn. Bakım faaliyetleri), veya • aşamalı olarak bırakma aşamasından diğerine Medya (örn. soğutma suyu veya atık suya). Kaçak emisyonlar, yaygın emisyonların bir alt kümesidir.
Yayılı kaynaklar	diffuse sources	Tanımlanmış bir alan içinde çoklu ve dağıtılmış benzer dağınık veya doğrudan emisyon kaynakları
yeni geliştirilen teknikler	emerging techniques	Belge ile ilgili yeni teknikler (BREF taslağı ve kılavuzuna bakınız). Yeni tekniklerin tanımlandığı BREF'lerde standart bölümün adı.
yeniden akma (kalay elektrolizi)	reflow	parlak yüzey oluşturmak için elektrokaplanmış kalay kaplamanın eritilmesi
zayıf emülsiyon çözeltisi	weak emulsion solution	Yağ giderme için kullanılan zayıf bir emülsifiye edici çözelti. Çözeltideki yağlar, çözeltinin temizlenerek tekrar kullanılması için kolayca çıkarılabilir ("Demulgen" bir ticari isimdir).
	CPI	Oluklu plakalı interceptör - Yoğunluk farklarına göre serbest emülsifiye edilmemiş yağı ve suyu ayırmak için eğimli oluklu levhalar kullanan yağ ayırma cihazı
	displacement coating	"daldırma kaplama" maddesine bakınız.
	electroless plating	otokatalitik kaplamaya bakınız. Bu terimin kullanımı azalmıştır [CEN, 2000 # 101]
	EOP, EoP, eop	boru-sonu
	jobbing shop, job shop	mühendislik endüstrisinde bir alt yüklenici olarak çalışan uzman yüzey işleme şirketi
	SME	küçük ve orta ölçekli işletmeler, bkz. [61, EC, 2002]

2. Sık kullanılan birimler, ölçüler ve semboller

Terim	Anlam
A	amper
AC	Alternatif akım
ACkWh	kilowatt-saat (alternatif akım)
amp	amper
A/dm^2, A/m^2	metrekare başına amper, metre kare başına amper. Elektrotta akım yoğunluğunun bir ölçüsü.
atm	normal atmosfer (1 atm = 101325 N/m^2)
bar	bar (1013 bar = 1 atm)
barg	bar göstergesi (bar + 1 atm)
°C	santigrat derece
cgs	santimetre gram saniye. Şimdi büyük ölçüde SI birimleri tarafından değiştirilmiştir.
cm	santimetre
cSt	centistoke = 10^{-2} stoke
d	gün
DC	doğru akım
g	gram
GJ	gigajoule
Hz	hertz
h	saat
ha	hektar (104 m2) (= 247105 dönüm)
J	jul
K	kelvin (0 ° C = 273,15 K)
kA	kiloamp (ere)
kcal	kilokalori (1 kcal = 4,19 kJ)
kg	kilogram (1 kg = 1000 g)
kJ	kilojoule (1 kJ = 0.24 kcal)
kPa	kilopaskal
kt	kilotonne
kWh	kilovat saat (1 kWh = 3600 kJ = 3,6 MJ)
l	Litre
m	metre
m^2	metrekare
m^3	kübik metre
mg	miligram (1 mg = 10-3 gram)
MJ	megajoule (1 MJ = 1000 kJ = 106 jul)
ml	mililitre
mm	milimetre (1 mm = 10^{-3} m)
m/min	Dakikada metre
Mt	megaton (1 Mt = 10^6 ton)
Mt/yr	yılda megaton
mV	millivolt
MW_e	megawatt elektrik (enerji)
MW_{th}	megawatt termal (enerji)
ng	nanogram (1 ng = 10^{-9} gram)
Nm^3	normal kübik metre (101325 kPa, 273 K)
Pa	paskal
Poise	viskozite ölçümü: 1 Poise = 0.1 Pascal ikinci
ppb	milyarda parça
ppm	milyonda parça (ağırlıkça)
ppmv	milyonda parça (hacme göre)
s	saniye

S	siemens, SI birim sisteminde elektrik iletkenliği birimi olup ohm'un tersidir.
St	1 St = 10^{-6} m^2/s
t	metrik ton (1000 kg veya 10^6 gram)
t/d	günde ton
t/yr	yılda ton(lar)
V	volt
vol-%	hacim yüzdesi. (Ayrıca %v/v)
W	watt (1 W = 1 J/s)
wt-%	ağırlıkça yüzde. (Ayrıca %w/w)
yr	yıl
val/l	litre başına valans
~	etrafında; Az çok
xT	sıcaklık artışı
µm	mikrometre (1 µm = 10^{-6} m)
Ω	ohm, elektrik direncinin birimi
Ω cm	ohm santimetre, özgül direnç birimi
%v/v	hacim yüzdesi. (Ayrıca vol%)
%w/w	ağırlıkça yüzde. (Ayrıca %wt)

3. Kimyasal elementlerin listesi

İSİM	SEMBOL	İSİM	SEMBOL
Aktinyum	Ac	Merkür	Hg
Alüminyum	Al	Molibden	Mo
Amerikyum	Am	Neodim	Nd
Antimon	Sb	Neon	Ne
Argon	Ar	Neptunyum	Np
Arsenik	As	Nikel	Ni
Astatin	At	Niyobyum	Nb
Baryum	Ba	Azot	N
Berkelyum	Bk	Nobelyum	No
Berilyum	Be	Osmiyum	Os
Bizmut	Bi	Oksijen	O
Bor	B	Palladyum	Pd
Brom	Br	Fosfor	P
Kadmiyum	Cd	Platin	Pt
Kalsiyum	Ca	Plutonyum	Pu
Californium	Cf	Polonyum	Po
Karbon	C	Potasyum	K
Seryum	Ce	Praseodim	Pr
Sezyum	Cs	Prometyum	Pm
Klor	Cl	Protaktinyum	Pa
Krom	Cr	Radyum	Ra
Kobalt	Co	Radon	Rn
Bakır	Cu	Renyum	Re
Curium	Cm	Rodyum	Rh
Disporsiyum	Dy	Rubidyum	Rb
Aynştaynyum	Es	Rutenyum	Ru
Erbiyum	Er	Rutherfordiyum	Rf
Oropıyum	Eu	Samaryum	Sm
Fermium	Fm	Skandiyum	Sc
Florin	F	Selenyum	Se
Francium	Fr	Silikon	Si
Gadolinyum	Gd	Gümüş	Ag
Galyum	Ga	Sodyum	Na
Germanyum	Ge	Stronsiyum	Sr
Altın	Au	Sülfür	S
Hafniyum	Hf	Tantal	Ta
Helyum	He	Teknetyum	Tc
Holmiyum	Ho	Tellür	Te
Hidrojen	H	Terbiyum	Tb
Indiyum	In	Talyum	Tl
Iyot	I	Toryum	Th
Iridyum	Ir	Tülyum	Tm
Demir	Fe	Kalay	Sn
Kripton	Kr	Titanyum	Ti
Lantan	La	Tungsten	W
Lavrensiyum	Lr	Uranyum	U
Kurşun	Pb	Vanadyum	V
Lityum	Li	Ksenon	Xe
Lutesyum	Lu	Iterbiyum	Yb
Magnezyum	Mg	Itriyum	Y
Manganez	Mn	Çinko	Zn
Mendlevium	Md	Zirkonyum	Zr

REFERANSLAR

1 EC (1996). “Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control", Official Journal of the European Communities (OJ), L257 vol 39, pp. 15.

2 EC (2000). “Commission Decision of 17 July 2000 on the implementation of a European pollutant emission register (EPER) according to Article 15 of Council Directive 96/61/EC concerning integrated pollution prevention and control C(2000) 2004", Official Journal of the European Communities, L192.

3 CETS (2002). "Reference document on best available techniques for the surface treatment of plastic and metals using electrolytic or chemical process", CETS.

4 Cramb, A. W. "A Short History of Metals", Carnegie Mellon University, http://neon.mems.cmu.edu/cramb/Processing/saistory.html.

5 Hook, P. and Heimlich, J. E. (2003). "A History of Packaging", Ohio State University, http://ohioline.osu.edu/cd-fact/0133.html.

6 IHOBE (1997). "Recubrimientos Electroliticos", Gobierno Vasco.

8 Nordic-Council (2002). "DEA- an aid for identification of BAT in the inorganic surface treatment industry", TemaNord, Nordic Council of Ministers, TemaNord 2002:525.

9 ESTAL (2002). "Presentation by ESTAL" ESTAL, Seville.

11 Tempany, P. (2002). "STM TWG kick off meeting report" STM TWG kick off meeting, Seville.

12 PARCOM (1992). "PARCOM Recommendation 92/4 on the reduction of emissions from the electroplating industry", PARCOM, 92/4.

13 UNEP; MAP and RAC/CP (2002). "Alternatives for preventing pollution in the surface treatment industry", RAC/CP (Regional Activity Centre for Cleaner Production of the Mediterranean Action Plan), UNEP, WAP, Ministry of the Environment Spain, Government of Catulonia Ministry of the Environment,.

16 RIZA (1999). "Best safety practice for preventing risks of unplanned discharges", RIZA.

18 Tempany, P. (2002). "Site visit reports, Mission 1 UK", EIPPCB, DG-JRC, EC.

19 Eurofer (2003). "Draft Reference document on best available techniques in the continuous electrolytic coating of steel", Eurofer.

20 VITO (1998). "Beste Beschikbare Technieken voor het Elektrolytisch behandelen, chemisch behandelen en ontvetten", VITO.

21 Agences de l'Eau de France; SITS; SATS; CETIM and Ministére de L'Amenagement du Territoire et de l'Environnement (2002). "Surface Treament Waste water Treatment", Agence de l'Eau Rhone-Mediterranée-Corse, 2-9506252-3-1 (EN), 2-9506252-2-3 (FR).

22 Fraunhofer (2002). "Comprehensive preliminary studies and proposals for measures of risk reduction strategies for EDTA", Fraunhofer ISI and Fraunhofer IME, ÜBA.

23 EIPPCB (2002). "Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage", EIPPCB, EC.

24 UBA-Austria (2001). "State-of-the-art for the production of nitric acid with regard to the IPPC Directive", ÜBA-Austria.

26 Envirowise (2003). "Electroplaters plant performance optimisation tool", DEFRA, http://www.envirowise.gov.uk/envirowisev3.nsf/Key/CROD4TGK79?OpenDocument.

28 DG-RTD, E. (2002). "EU Workshop on waste prevention and chromium issues in industrial effluents" EU Workshop on waste prevention and chromium issues in industrial effluents, Lulea, Sweden.

29 EA (2001-3). "IPPC: Interim guidance for Surface treatment of metals or plastics - by chemical or electrolytic means, Draft", Environment Agency for England and Wales, SEPA, NIESH.

30 EC (2003). "Council Directive 2003/53/EC of 18 June 2003 amending for the 26th time the Council Directive 76/769/EEC relating to restrictions on marketing and use of certain substances and preparations (nonylphenol, nonyl phenol ethoxylate and cement)", Official Journal of the European Union (OJ), pp. 4.

31 Biowise (2001). "Biological solution for cheaper metal cleaning", Department of Trade and Industry, Case study 6.

34 Brett, P. C. (2002). "Electrolytic processes", IUPAC, personal communication.

35 Columbia (2002). "Electrolysis", Columbia Electronic Encyclopedia 6th Edn.

36 IUPAC (1997). "Compendium of Chemical Technology: IUPACRecommendations, 2nd edn 1997", IUPAC, ISBN 0865426848.

38 Ullmann (2002/3). "Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6th edn, 2001 electronic release".

39 (1993). "Dictionary of Science", Penguin, 0-14-051262-4.

41 (2003). "Gold facts", Fine Things, www.finethingsjewelry.com.

42 SEA (2001). "Code of Good Safety Practice for the Surface Finishing Industry", Surface Engineering Association, Environment Agency, SEPA, HSE.

43 SEA (2001). "Trivalent Chromium for a safer workplace and environment", SEA.

44 France, T. (2003). "Accidents", French national technical working group for IPPC in the surface treatment of metals and plastics.

45 France, T. (2003). "Aluminium anodising".

46 France, T. (2003). "Cleaning degreasing solutions by centrifuge".

47 France, T. (2003). "Chemical milling".

48 France, T. (2003). "Closed loop chromium plating".

49 France, T. (2003). "Copper recovery by electrodeposition".

51 France, T. (2003). "Emission levels".

53 France, T. (2003). "Recovery systems for aluminium from anodising".

55 France, T. (2003). "Nickel recovery by reverse osmosis".

56 France, T. (2003). "Self monitoring".

57 France, T. (2003). "Static separator for degreasing activities".

58 France, T. (2003). "French regulations for surface treatment activities".

59 France, T. (2003). "Ultrafiltration of degreasing solutions".

60 Hemsley, D. (2003). "The PPC Regulations and their impact on the chemical engineering of process plating plant", Transactions of the Institute of Metal Finishing (UK), 81(3), pp. 4.

61 EC (2002). "Definition of small and medium enterprises (SME)", European Commission, http://europa.eu.int/comm/enterprise/consultations/sme__.

62 France, T. (2003). "Recovery systems for aluminium in anodising".

65 Atotech (2001). "Integrated vertical systems for pcb production - Aurotech".

66 PPRC (2003). "Chromium electroplating and anodising tanks", Pacific Northwest Pollution Resource Center, www.pprc.org/pprc/sbap/facts/chrome.html.

67 IAMS (2003). "A Pollution Prevention Resource Manual for Metal Finishers", Institue of Advanced Manufacturing Sciences, Inc.

68 USEPA (2003). "Research in support of the metal finishing industry", USEPA, www.epa.gov.gov/ORD/NRMRL/std/mtb/metal_finishing.htm.

69 NCDPPEA (2003). "Overview of the Metal Finishing Industry", North Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/03/02454/overview.htm.

70 Ellis, J. B. (2001). "Sewer infiltration/exfiltration and interactions with sewer flows and groundwater quality" Interurba II, Lisbon, Portugal.

71 BSTSA "Metal Pre-treatment".

73 BSTSA "Electroless Nickel".

74 BSTSA "Hard Chromium".

75 BSTSA "Precious Metals".

76 BSTSA "Laquers for Metal Finishing".

77 BSTSA "Electroplated Plastic Components".

78 BSTSA "Zinc Plating".

80 INRS "Guide pratique de ventilation: Cuves de traitmentsde surface", 2.

81 INRS (1998). "Ateliers de traitement de surface: Prévention des risques chimiques", ED 827.

82 Agences de l'Eau (1996). "Prevention des pollutions accidentelles dans les industries de la chimie, du traitement de surface, etc.".

85 EIPPCB "Reference Document on Best Available Techniques for Industrial Cooling Systems", EC.

86 EIPPCB "Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metals Processing Industry", EC.

87 EIPPCB "Reference Document on Best Available Techniques in the Waste Water and Waste Gas Treatment/ Management Systems in the Chemical Sector", EC.

88 EIPPCB "Reference Document on Best Available Techniques on Economics and Cross- Media Effects", EC.

89 EIPPCB "Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries", EC.

90 EIPPCB "Reference Document on Best Available Techniques for Surface Treatment using Solvents", EC.

91 EIPPCB "Reference Document on the General Principles of Monitoring", EC.

92 EC (1991). “Council Directive of 12 December 1991 on hazardous waste", Official Journal of the European Communities, L377.

93 EC (2000). “Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy", Official Journal of the European Communities, L327, pp. 72.

94 EC (1999). “Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste", Official Journal of the European Communities, 182.

95 EC (1986). “Council Directive of 12 June 1986 on the protection of the environment and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture", Official Journal of the European Communities, L181.

96 EC (2003). “Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)", Official Journal of the European Communities, L37.

97 EC (1999). “Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the limitations of emissions of volatile organic carbon compounds due to the use of organic solvents in certain activities and installations", Official Journal of the European Communities (OJ), L85.

98 EC (2003). “Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment", Official Journal of the European Communities (OJ).

99 EC (2000). “Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of-life-vehicles", Official Journal of the European Communities (OJ), L269.

100 EC (2000). “The Hazardous Waste List: Commission Decision (2000/532/EC) of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and.....", Official Journal of the European Communities, L226.

101 CEN (2000). "Corrosion protection of metals and alloys - Surface treatment, metallic and other inorganic coatings - Vocabulary: EN 12508", CEN, 0 580 34230 1.

103 EC (1991). “Council Directive of 18 March 1991 amending Directive 75/442/EEC on waste", Official Journal of the European Communities, L78.

104 UBA (2003). "Draft German BREF: Treatment of metallic and non-metallic surfaces with chemical and electrochemical procedures", ÜBA.

105 EC (1967). “Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations, and administrative provisiosn relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances (as amended)", Official Journal of the European Communities, P 196, 16/08/1967 p.0001-0008.

106 NCMS (2003). "Recent Alternatives for chromate coatings", National Centre for Manufacturing Sciences, USA, http:/chromate.ncms.org/about.htm.

108 NEWMOA (2003). "Trivalent chromium replacements for Hekzavalent chromium plating", North East Waste Management Officials'Organisation.

109 DEFRA (2004). "Perflurooctane sulphonate Risk reduction strategy and analysis of advantages and drawbacks & review of environmental risks - Stage 3 report", DEFRA, j454/PFOS RRS.

110 BEWT (2003). "Chemelec cell", BEWT, personal communication.

111 ACEA (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

112 Assogalvanica (2003). "Comments on STM BREF draft1".

113 Austria (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

114 Belgium (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

115 CETS (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

116 Czech-Republic (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

118 ESTAL (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

119 Eurofer (2003). "Comments on STM BREF draft1".

120 Finland (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

121 France (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

122 UBA (2003). "Draft German BREF: Printed circuit board manufacture", ÜBA.

123 UBA (2004). "German reference plants", ÜBA Germany, personal communication.

124 Germany (2003). "Comments on STM BREF draft1".

125 Ireland (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

126 Netherlands (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

127 Oekopol (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

128 Portugal (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

129 Spain (2003). "Comments on STM BREF draft 1".

131 OSPAR (2002 ongoing). "List of substances of possible concern", OSPAR, 2002-17.

132 Sheasby, P. G. and Pinner, R. (2002). "The surface treatment and finishing of aluminium and its alloys 6th edn Vol 1", Finishising Publications Ltd., SG1 4BL UK, ASM International, Ohio 44073-0001 USA, ISBN 0904477231.

133 Hensel, K. B. (2002). "Electropolishing, Metal finishing guidebook and directory, Vol 100, 1A".

134 CEN/BSI (1997). "Electropolishing", CEN, BSI, BS EN 3769: 1997.

135 Swain, J. (1996). “Electropolishing stainless steel for the pharmaceutical, food and beverage industries", Surface World, May 1996.

136 Webber, J. and Nathan, S. (2000). “A process with POLISH", Process Engineering, April 2000.

137 ISO/BSI (2000). "Electropolishing", ISO, BSI and other standards organisations, BS ISO 15739: 2000.

138 QUALANOD (1999). "Specifications for the quality label for Anodic Coatings on Wrought Aluminium for Architectural Purposes", QUALANOD, Edition: October 1999.

139 Wikipedia (2004). "Printed circuit board", Wikipedia, http://en.wikipedia.og/wiki/Printed_circuit_board.

140 Atotech (2003). "Integrated chromium plating plant - Dynachrome".

142 EC (1996). “Council directive on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amendment 2003/105/EC", OJ.

143 EC (2001). “Commission decision 2455/2001/EC Establishing a list of priority substances in the water field", OJ.

144 EC (1976). “Council directive of 27 July 1976 on the approximation o f the laws. regulations and administrative procedures of the Member States relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations 7/769/EEC", OJ, OJ L 262, 27.9.1976, p 201.

145 LeCarre (2004). "Surface area calculation", Agence de l'Eau Seine Normandie, personal communication.

146 ZVO (2003). "Decorative high gloss chromium plating and functional chromium plating", ZVO.

147 CETS (2004). "Technical arguments for chromium plating from trivalent and Hekzavalent electrolytes", CETS.

148 HTMLA (2003). "Fact sheet: plating with trivalent chrome", Hazard and toxic materials office, Board of Public Works, City of Los Angeles, http://es.epa.gov/techinfo/ca- htm/htmfact9.html.

149 PPT (2004). "Replacing Hekzavalent chromium", http://www.nam.org?PPT/autopanelpresentation.ppt.

150 Rowan (2003). "Chrome plating alternatives", Rowan Technology Group, http://www.rowantechnology.com/Tech-Info.htm.

152 ESTAL (2004). "ESTAL TWG supplementary information", ESTAL, personal communication.

154 NMFRC (2004). "Pollution prevention and control technologies for plating sources (NCMS-NAMF Blue Book)", National Metal Finishing Resource Centre, http://www.nmfrc.org/bluebook/tocmain.htm.

155 EIPPCB "Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries", EC.

156 France, T. (2003). "Water Treatment".

157 ACEA (2004). "Comments on STM BREF draft 2".

158 Portugal (2004). "Comments on STM BREF draft 2".

159 TWG (2004). “Comments on STM BREF draft 2".

160 ESTAL (2004). "Comments on STM BREF Draft 2".

161 Assogalvanica (2004). "Comments on STM Draft 2".

162 USEPA (2000). "Approaching zero discharge in surface finishing", USEPA, EPA/625/R-99/008.

163 Gock and Schlmrosczyk (2004). “Aufbereitung von Phosphatierschlämmen aus der Automobilindustrie", Stoffstrommanagement, pp. 895-899.

164 Wittel (2004). "Phosphating", Chemetall GmbH, personal communication.

165 Tempany (2004). "Final TWG meeting report".

166 RIZA (2004). "Cross-media analysis and provisioanl cost calculation of the re-use of rinse water in chemical nickel plating", RIZA, RIZA werkdoucment nr. 2004.096x