



AVRUPA BİRLİĞİ

ENTEĞRE KİRLİLİK ÖNLEME VE KONTROL (IPPC)

**DEMİR HADDELEME PROSESİNDE MEVCUT EN İYİ
TEKNİKLER REFERANS DOKÜMANI**

ARALIK 2001

TERCÜME

**DEMİR ÇELİK ÜRETİCİLERİ DERNEĞİ
ANKARA – MAYIS 2007**

İÇİNDEKİLER

AMAÇ.....	1
ÖNSÖZ.....	2
1.Bu belgenin statüsü	2
2.IPPC Yönergesinin İlgili Yasal Yükümlülükleri Ve BAT'ın Tanımı.....	2
3.Bu Belgenin Amacı	3
4.Bilgi Kaynakları	3
5.Bu Belgenin Kolay Anlaşılması ve Kullanımı	3
ÖZET.....	5
Bölüm A: Sıcak ve Soğuk Şekillendirme.....	5
Sıcak Haddelme.....	5
Soğuk Haddelme	10
Tel Çekme (Wire Drawing).....	14
Bölüm B: Sıcak Daldırılmalı Sürekli Kaplama Hattı	17
Levhanın Alüminyumla Kaplanması	19
Telin Kaplanması	19
Bölüm C: Kesikli (Batch) Galvanizleme	20
BÖLÜM - A Sıcak ve Soğuk Şekillendirme (Çelik Haddelme ve Çekme)	24
A.1 GENEL KAPSAMDA SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRME	25
A.1.1 Sıcak Haddelenmiş Yassı Ürünler.....	25
A.1.2 Sıcak Haddelenmiş Uzun Ürünler	26
A.1.3 Borular.....	27
A.1.4 Soğuk Haddelenmiş Yassı Ürünler	29
A.1.5 Soğuk Çekilmiş Uzun Ürünler / Parlak Çelik Barlar	32
A.1.6 Tel.....	32
A.2 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRMEDE UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	33
A.2.1 Sıcak Haddehane	33
A.2.1.2 Yüzey Düzeltme ve Girdi İşleme	48
A.2.1.3 Tavlama ve Isıl İşlem Fırınları	49
A.2.1.4 Tufal Giderme	51
A.2.1.5 Kenar Kesme	52
A.2.1.6 Kaba Haddelme	52
A.2.1.7 Şerit Haddelme / Tamamlama Hattı	52
A.2.1.8 Çubuk Haddelme / Tamamlama Hattı	53
A.2.1.9 Levha Haddelme.....	53
A.2.1.10 Haddelenecek Ürünün Hadde Tezgahları arasında Taşınması.....	53
A.2.1.11 Soğutma Hatları.....	54
A.2.1.12 Sac ve Levha Üretimi	54
A.2.1.13 Levha Sıcaklık İyileştirmesi	54
A.2.1.14 Hadde Atelyeleri	55
A.2.1.15 Su Devreleri / Sıcak Haddehane Tesislerinde Su Yönetimi.....	55
A.2.1.16 Sıcak Haddelme Tesislerinde Atık ve Yan ürün Yönetimi	58
A.2.2 SOĞUK HADDEHANE	59
A.2.3 FİLMAŞİN TESİSLERİ.....	75
A.3 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRME İÇİN MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ.....	82
A.3.1 Sıcak Haddehaneler.....	82
A.3.2 Soğuk Haddehaneler.....	92
A.3.3 Tel İmalatı	111

A.4 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRMEDE SAPTANMIŞ TEKNİKLERİN DEĞERLENDİRMESİ	120
A.4.1 Sıcak Haddeleme Tesisleri	120
A.4.2 Soğuk Haddeleme Hattı.....	176
A.4.3 Tel Haddehanesi	219
A.5 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRMEDE EN İYİ TEKNİKLER	234
A.5.1 Sıcak Haddeleme Hattı	235
A.5.2. SOĞUK HADDELEME	240
A.5.3 Tel Fabrikası.....	245
A.6 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRME İÇİN YENİ TEKNİKLER.....	246
A.6.1 Sıcak Haddehane	246
A.6.2 Soğuk Haddehane.....	253
A.6.3. Tel Tesisi	253
A.7 SONUÇLAR	253
BÖLÜM B - Sürekli Sıcak Daldırmalı Kaplama Hatları	257
B.1 Sürekli sıcak kaplama hatları ile ilgili genel bilgi	258
B.2 Sürekli Sıcak Daldırmalı Kaplama Hatlarında Uygulanan Teknikler	259
B.2.1 Sürekli Sıcak Daldırmalı Kaplama Prosesine Genel Bakış	259
B.2.2 Sacın Galvanizlenmesi (Çinko ve Çinko Alaşımı Kaplama)	260
B.2.3 Sacın Alüminyum Kaplanması	268
B.2.4 Sacın Kurşun ve Teneke Kaplanması	270
B.2.5 Tel Sıcak Daldırma Kaplama.....	271
B.3 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARINDA MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ.....	273
B.3.1 Sürekli Kaplama Kütle Akışına Genel Bakış	273
B.3.2 Çeliğin Galvanizlenmesi.....	274
B.3.3 Sacın Alüminyum Kaplanması	279
B.3.4 Sacın Kurşun-Teneke Kaplanması	280
B.3.5 Telin Sıcak Daldırma ile Kaplanması (Galvanizleme).....	281
B.4 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARI İÇİN BAT'IN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER.....	283
B.4.1 Sacın Galvanizlenmesi	283
B.4.2 Alüminyumlaştırma ve Kurşun-Teneke (Terne) Kaplama.....	297
B.4.3 Sıcak Daldırmalı Kaplama (Galvanizleme).....	298
B.5 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARI İÇİN MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER.....	305
B.5.1 Sacın Galvanizlenmesi	307
B.5.2 Sacın Alüminyum Kaplanması	308
B.5.3 Sacın Kurşun-Teneke Kaplanması	309
B.5.4 Telin Kaplanması.....	309
B.6 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARI İÇİN GELİŞEN TEKNİKLER.....	310
B.6.1 Levha Kaplama.....	310
B.6.2 Tel Kaplama	311
B.7 SONUÇ NOTLARI	312
BÖLÜM C - KESİKLİ GALVANİZLEME	315
C.1. KESİKLİ GALVANİZLEME GENEL BİLGİLERİ	316
C.2. GALVANİZLEMEDE UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	317
C.2.1 Kesikli Sıcak Daldırma Kaplamaya Genel Bakış	317
C.2.2 Hammadde Taşıma	319
C.2.3 Girdilerin Hazırlanması	319
C.2.4 Yağ Giderme.....	319
C.2.5 Asitleme.....	319

C.2.6 Sıyırma.....	320
C.2.7 Durulama	320
C.2.8 Flakslama	321
C.2.9 Sıcak Daldırma	322
C.2.10 Sonlandırma.....	323
C.3. GALVANİZLEMEDE MEVCUT EMİSYON VE TÜKETİMLER	324
C.3.1 Yağ Giderme.....	325
C.3.2 Asitleme.....	326
C.3.3 Yıkama.....	327
C.3.4 Flakslama.....	328
C.3.5 Durulama I + II.....	328
C.3.6 Sıcak Daldırma	329
C.3.7 Tamamlama	330
C.4. KESİKLİ GALVANİZLEMEDE BAT'IN BELİRLENMESİNDE GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULMASI GEREKEN YÖNTEMLER	331
C.4.1 Ham Madde ve Yardımcı Malzemelerin Depolanması ve Taşınması	331
C.4.2 Yağ Giderme.....	331
C.4.2.3 Yağ Giderme Banyolarının Bakımı ve Temizliği.....	332
C.4.3 Asitleme ve Yıkama	335
C.4.4 Asitleme.....	347
C.4.5 Flakslama.....	349
C.4.6 Sıcak Daldırma	355
C.5. YIĞIN GALVANİZLEME İLE İLGİLİ MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER	364
C.6. YIĞIN GALVANİZLEME İLE İLGİLİ OLARAK ORTAYA ÇIKAN TEKNİKLER	367
C.7. SONUÇ AÇIKLAMALARI.....	368
BÖLÜM D - BİRÇOK ALT SEKTÖRLER İÇİN ORTAK TEKNİKLER.....	373
D.1.FIRINLAR: ISI VERİMLİLİĞİ	374
D.1.1 Rejeneratif (Yenileyici) Yakıcılar:	374
D.1.2 Reküperatörler (iyileştiriciler) ve Reküperatif (iyileştirici) Yakıcılar.....	375
D.2 FIRINLAR : NO_x EMİSYONLARINI AZALTMA ÖNLEMLERİ	376
D.2.1 Düşük NO _x Brülörü	377
Şekil D.2-2 Hava kademeli düşük NO_x brülörünün şematik gösterimi.....	379
D.2.2 Hava Ön ısıtma Sıcaklığının Sınırlandırılması.....	380
D.2.3 Harici Atık Gaz Devir daimi (FGR).....	381
D.2.4 Katalizörlü İndirgenme Seçimi (SCR).....	382
D.2.5 Katalizörsüz İndirgenme Seçimi (SNCR)	383
D.2.6 Fırınlar için NO _x İndirgeme Metotlarının Karşılaştırılması	384
D.3 YAĞ EMÜLSİYONLARI	414
D.3.1 Emülsiyonların Temizlenmesi ve Tekrar Kullanılması.....	414
D.3.2 Kullanılan Emülsiyon İşlemi / Emülsiyon Ayrılması	414
D.3.3 Yağ ve emülsiyon buharının tutulması ve yağın alınması	417
D.4 ALKALİLERLE YAĞIN ALINMASI (DEGREASING)	417
D.4.1 Degresleme banyo şelalesinin uygulaması	417
D.4.2 Sıcak su ön degreslemesi.....	417
D.4.3 Degresleme banyosunun bakımı ve temizliği	417
D.4.4 Kullanılmış yağ banyosunun temizlenmesi.....	419
D.4.5 Alkali atık suların temizlenmesi	419
D.4.6 Degres buharının toplanması ve arıtımı	419
D.5.ASİTLEME	419
D.5.1. Açık Asitleme Banyosu İşlemi.....	419
D.5.2. Asitlemeden Kaynaklanan Emisyonun Kontrolü/Toplanması	421

D.5.3. Asitlemeden Kaynaklanan Asit Gazları, Buhar ve Aerosoller için Azaltma Teknikleri (ve Asit Rejenerasyonu)	422
D.5.4 Hidroklorik Asit ile Asitleme	427
D.5.5 Sülfürik Asit ile Asitleme	427
D.5.6 Elektrolitik Asitleme	428
D.5.7 Karışık Asitle Asitleme	428
D.5.8 Karışık Asitle Asitlemede NOx Azaltma Teknikleri.....	428
D.5.9 Serbest Asit Geri Kazanımı	434
D.5.10 Asit Rejenerasyon.....	438
D.5.11. Asitli Atıkların / Atık Suların İşlenmesi.....	448
D.6.PROSES SOLÜSYONLARININ (ASİT, EMÜLSİYONLAR, ...) ISITILMASI	449
D.7.FLAKS İŞLEMİ (FLUXING).....	450
D.7.1. Flaks Banyolarının Sahada Rejenerasyonu (Demirin Ayrılması)	450
D.7.2 Kullanılmış Flaks Banyosunun Dışarıda Yeniden Kullanımı	453
D.8 DURULAMA	453
D.8.1. Durulama Suyunun Etkin (çoklu) Kullanımı	453
D.8.2 Durulama Suyunun Arıtımı	455
D. 9. PROSES SUYU VE ATIK SU ARITIMI.....	455
D.9.1 Yağ ve Tufal İçeren Proses Suyunun Arıtılması	455
D.9.2 Soğutma Sistemleri ve Soğutma Suyu Arıtımı.....	461
EKLER	463
Ek 1: İzleme	463
Ek 2: Mevzuat	463
Terimler Sözlüğü.....	463
Referanslar	463
EK 1: İZLEME.....	464
EK 2: MEVZUAT	464
1. HELCOM VE PARCOM ÖNERİLERİ.....	464
HELCOM Önerisi 11/7	464
HELCOM Önerisi 17/5	464
HELCOM Önerisi 13/6	465
Yeni ikincil çelik üretimi ve haddeleme tesisleri ile ilgili kirlilik sınırının hakkında	
PARCOM Önerisi 92/3	465
İkincil demir çelik tesisleri için mevcut en iyi teknoloji tanımı konusunda, 14 Haziran	
1990 tarihli PARCOM önerisi 90/1	466
2. AVUSTURYA, GENEL HAVA EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ	466
2.1 Isıtma/Yeniden Isıtma/Isıl İşlem Tesisleri	466
2.2 Asit Yüzey İşlem Tesisleri	466
2.3 Avusturya'nın Su Emisyon Limitleri	467
3. DEMİR HADDELEME FAALİYETLERİ İLE İLGİLİ YÜRÜRLÜKTEKİ ALMAN	
KANUNU.....	468
3.1 Hava kalitesi ile ilgili Alman kanunları	468
TERİMLER SÖZLÜĞÜ	475
Maddeler.....	475
Birimler	475
Ön Ekler	476
Kısaltmalar	476
Terimlerim Tanımları.....	477
REFERANSLAR	478

AMAÇ

Demir Haddeleme Prosesi üzerine yapılan bu çalışma, daha önce hazırlanan demir-çelik üretimi ve dökümü prosesinde yürütülen çalışmayla bağlantılıdır. Yarı-bitmiş ürünlerle başlayarak, yığın (ingot) dökümünden elde edilen slab, dökülmüş demir kütük ve demir/çelik çubuklar veya sıcak haddeleme, soğuk haddeleme, çekme (drawing), sıcak daldırmalı metal kaplama ve ilgili prosesler öncesi ve sonrası şekillendirilmiş çelik ürünler ve daha ileri üretim basamakları için çalışma yapılarak rapor edilmiştir.

Yönerge 96/61/EC'ye Ek I'in 2.3 bölümü, sadece sıcak haddeleme fabrikalarından (>20t/h) söz etmektedir, ancak asitle temizleme ve yağ giderme gibi soğuk haddeleme proseslerinden de bahsedilecektir.

Ek'in 2.3.c kısmı, koruyucu (madeni arıtım için) eritme metal kaplamalardan (>2 /h) söz etmektedir. Sürekli sıcak daldırmalı çelik kaplama ile çelik ürünlerinin sıcak daldırmalı kaplamaları arasında bir ayırım yapılmamıştır. Bu nedenle, genelde galvanizleme olarak bilinen çelik ürünlerinin kesikli daldırmalı kaplaması, işlemin bir kısmıdır.

Bu çalışmada demir ve hadde demir dökümhaneleri, çeliğin elektrokaplaması ve organik kaplaması dahil edilmemiştir (Bölüm 2.3 b ve 2.4 Ek I).

Sürekli işletmeyi ilgilendiren, ana işletim basamakları:

- Levha, dökülmüş demir kütük, demir/çelik çubuk ve çelik blok gibi girdi materyallerin yeniden ısıtılması ve ısı muamelesi
- Yüzey düzeltme ve hazırlama işlemleri: Yüzey temizleme (scarfing), bileme, tortu giderme (dengeleme), yağ giderme, asitle temizleme
- Çeliğe şekil verme: Pürüzlü frezeleme, sıcak haddeleme, soğuk haddeleme, çekme (drawing)
- Özel madde veya kalite üreten işlemler:
- Birleştirme, sertleştirici haddeleme (rolling)/ skin pass rolling (kabuğunu soyarak haddeleme)
- Sıcak daldırmalı metal kaplama ve sonlandırma
- Üretilen çelik ürünlerin kesikli sıcak daldırmalı kaplaması hakkında, aşağıda bahsedilen işletme basamakları belirtilecektir:
- Üretilen çeliğin yüzeyinin hazırlanması: yağ giderme, yıkama, asitle temizleme, eritme (fluxing), kurutma
- Erimiş metalle kaplama
- Muamele sonrası / sonlandırma : soğutma, yağlama

Bu BREF dökümanı 4 Bölümden oluşur (A-D). A'dan C'ye kadar bölümler Demir Metal İşleme sektörünün farklı endüstriyel alt-sektörlerini içerir. A, Sıcak ve Soğuk Oluşturma; B, Kesiksiz Kaplama; C, Kesikli Galvanizleme. Bu yapı, doğadaki farklılıklar ve FMP terimi tarafından dahil edilen aktivitelerin ölçüsü nedeniyle seçilmiştir.

Bölüm D bir endüstriyel alt-sektörü içermez. Birden fazla sektörde BAT'ın belirlenmesinde göz önüne alınacak teknikler olup, birkaç çevresel ölçümün teknik tanımlamalarından oluşmaktadır. Bu, Bölüm 4'deki üç bölümdeki teknik tanımlamaların tekrarından kaçınmak için yapılmıştır. Bu tanımlamalar, ilgili Bölüm 4'de verilen, tek tek alt-sektörlerin uygulamasıyla ilgili olarak daha spesifik bilgi ile bağlantılı olarak incelenmelidir.

ÖNSÖZ

1. Bu belgenin statüsü

Farklı bir şekilde belirtilmediği sürece, bu dökümandaki “Yönergeye” referanslar, entegre kirlilik önlenmesi ve kontrolü hakkında Konsey Yönergesi anlamına gelir.

Bu doküman AB üye ülkeleri ve mevcut en iyi teknikler üzerine ilgili sektörler (BAT) arasında bilgi alış verişinin sonuçlarını sunan serînin bir parçasını oluşturur, ilgili denetleme ve kendilerindeki gelişmeler de bu sisteme dahildir. Yönergenin 16(2) maddesini müteakip Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanmıştır ve bu yüzden “mevcut en iyi teknikler” belirtildiğinde, Yönergenin Ek IV’ü ile uyum sağlayacak şekilde dikkate alınmalıdır.

2. IPPC Yönergesinin İlgili Yasal Yükümlülükleri Ve BAT’ın Tanımı

Okuyucuların, bu dökümanın taslağını çizdiği yasal bağlamı anlamasını yardım etmek için, bu önsözde IPPC Yönergesinin, “mevcut en iyi teknikler” teriminin de açıklamasını içeren, konu ile ilgili hükümlerinden bazılarının taslağını çizmiştir. Bu açıklama kaçınılmaz şekilde tamamlanmamıştır ve sadece bilgi için verilmiştir. Herhangi bir yasal değeri yoktur ve Yönergenin gerçek hükümlerini hiçbir şekilde değiştirmez veya etkilemez.

Yönergenin amacı, Ek I’de listelenen aktivitelerden ortaya çıkan kirliliğin önlenmesi ve birlikte kontrolünü başarmak içindir. Bu da sonuçta çevrenin bir bütün olarak yüksek düzeyde korunmasına yol açar. Yönergenin yasal temeli çevresel korumayı kapsamaktadır. Uygulaması toplumun sanayisinin rekabetçiliği gibi diğer Toplum hedeflerini hesaba almalıdır, böylece devam eden gelişime katkıda bulunur. Daha spesifik olarak, ruhsatlı bir sistem için, hem işletme hem de düzenleme gerektiren sanayi tesislerinin belli sınıfları için, kirliliğe entegre, geniş kapsamlı bakış üstlenmek için ve tesisin tüketici potansiyelini görmeyi sağlar. Böyle bir entegre yaklaşımın toplamda amacı, endüstriyel proseslerin yönetim ve kontrolünü, bir bütün olarak yüksek düzeyde çevre korumasını sağlamak için, geliştirmek olmalıdır. Bu yaklaşımın temeli, işletmenin kirliliğe karşı tüm uygun önleyici önlemleri alması gereken, özel olarak mevcut en iyi tekniklerin kullanımı ile, çevresel performansını yükseltmeyi olanaklı kılan, Madde 3’de verilen genel prensiptir.

“Mevcut en iyi teknikler” terimi, aktivitelerin gelişiminde “en efektif ve gelişmiş evre olarak, Yönerge’nin 2 (11) Madde’sinde tanımlanmıştır ve prensipte önlemek amacıyla tasarlanan emisyon sınır değerleri için temel sağlamak, belirli tekniklerin pratik uygunluğunu belirten işletme yöntemleri sağlamıştır ve uygulanmadığı yerlerde, genelde emisyonu ve bir bütün olarak çevre üzerine etkisini azaltmak için tasarlanmıştır”. Madde 2 (11) bu tanımları aşağıdaki gibi daha iyi açıklamaya devam eder:

“teknikler” hem kullanılan teknolojiyi hem de tesisin dizayn edildiği, inşa edildiği, korunduğu, işletildiği ve aktif hizmetlerin geri çekildiği şekli içerir;

“mevcut” teknikler, ilgili endüstriyel sektörde uygulamaya izin veren bir ölçek üzerinde geliştirilen, ekonomik ve teknik açıdan, işletmeye makul geldiği sürece, problemlili Üye Ülke’nin içinde kullanılan veya kullanılmayan, üretilen veya üretilmeyen teknikler, maliyet ve avantajları göz önünde tutularak uygulanabilir koşullar sağlanan tekniklerdir; “en iyi” bir bütün olarak çevrenin genel yüksek koruma düzeyini elde etmede en etkili anlamına gelmektedir.

Dahası, Yönerge'nin Ek IV kısmı, genelde veya bazı özel durumlarda, en iyi tekniği belirlerken, göz önüne alınması gerekenlerin bir listesini içerir...akla bir ölçümün benzer maliyet ve yararları, önlem ve tedbirlerin prensipleri gelmektedir". Bu düşünceler, Madde 16 (2)'yi devam ettiren Komisyon tarafından yayımlanan bilgileri içermektedir.

İzinleri dağıtan yetkili otoritelerin, izin durumunu belirlerken, Madde 3'de belirtilen genel prensipleri dikkate alması istenmiştir. Bu durumlar, eşdeğer parametre veya teknik ölçümler tarafından uygun olduğu yere koyulduğu ve eklendiği emisyon sınır değerlerini içermelidir. Yönerge'nin 9(4) Maddesine göre, bu emisyon sınır değerleri, eşdeğer parametreler ve teknik ölçümler, önyargısızca çevresel kalite standartlarına uymalıdır, herhangi bir teknik veya spesifik teknolojinin kullanımını tavsiye etmeden fakat bahsedilen tesisin teknik karakteristiğini, coğrafik konumu ve lokal çevresel durumlarını dikkate alarak, mevcut en iyi tekniklere dayanmalıdır. Her koşulda, izin koşulları uzun-mesafeli veya sınırı aşan (transboundary) kirliliğin minimize edilmesi üzerine provizyonları içermelidir ve bir bütün olarak çevre için yüksek düzeyde bir koruma sağlamalıdır.

Üye Ülkelerin Yönerge'nin 11. Maddesine göre mevcut en iyi tekniklerdeki gelişmelerden haberdar edilmiş olması gerektiğini veya yetkili otoritelerin izlediğini garantiye alma yükümlülükleri vardır.

3. Bu Belgenin Amacı

Yönergenin 16(2) Maddesi Komisyonun " Üye Ülkeler arasında mevcut en iyi tekniklerle ilgili bilgi alış verişinde bulunulmasını birbirlerini izleyerek geliştirmesini" ve bu alış verişin sonuçlarını yayımlamasını istemektedir. Bilgi alış verişinin amacı Yönergenin 25. raporunda belirtilmiştir. Burada "toplum boyutunda mevcut en iyi teknikler hakkında bilginin geliştirilmesi ve alışverişinin, toplumda teknolojik dengesizlikleri düzeltmeye yardım edeceği, toplumda kullanılan sınır değerleri ve tekniklerin dünya çapında yayılmasını ilerleteceği ve bu Yönergenin etkili uygulamasında Üye Ülkelere yardım edeceği " belirtilmiştir.

Komisyon (Çevre DG), Madde 16(2) altında işe yardım etmek için, bir bilgi alış veriş forumu (IEF) ve, IEF'nin şemsiyesi altında birkaç teknik çalışma grubu düzenlemiştir. IEF ve teknik çalışma grubu madde 16(2)'de istendiği gibi, Üye ülkelerden ve endüstriden temsilcileri içerir.

Bu doküman serilerinin amacı, Madde 16(2)'de belirtildiği gibi bilginin doğru şekilde alış verişini sağlamak ve izin verilen yetkililerin, izin (ruhsat) durumlarını belirlerken göz önüne alması için referans bilgi sağlamaktır. Bu dokümanlar, mevcut en iyi teknikler hakkında bilgi sağlayarak, çevresel performansı ilerletmek için değerli araçlar olarak kullanılmalıdır.

4. Bilgi Kaynakları

Bu doküman, Komisyonun çalışmasında yardımcı olmak için, grupların uzmanlıklarını da içeren, birkaç kaynaktan toplanan bilginin bir özetini temsil etmektedir. Tüm katkılar için minnettar olduğu kabul edilmiştir.

5. Bu Belgenin Kolay Anlaşılması ve Kullanımı

Bu dokümanda sağlanan bilginin, belli durumlarda BAT'ın belirlenmesine girdi olarak kullanılması planlanmıştır. BAT'ı belirlerken ve BAT-temelli izin koşullarını belirlemede, çevre için bir bütün olarak yüksek düzeyde koruma sağlamak için bütün hedefe önem verilmelidir.

Bu bölümün geri kalan kısmı, dökümanın her bölümünde sağlanan bilgi tipini tanımlar. Bölümlerin her birinde A, B ve C, alt-bölümler 1 ve 2, ilgilenilen endüstriyel sektör hakkında ve sektör içinde kullanılan endüstriyel prosesler üzerinde genel bilgiyi sağlar.

Alt-bölümler 3, yazıldığı dönemde var olan tesisatlarda durumu yansıtan o zamanki emisyon ve tüketim düzeyleri hakkında bilgi ve verileri sağlar.

Alt-bölümler 4, BAT ve BAT-temelli izin koşullarını belirlemek için emisyon indirgemesi ve ilgili olduğu düşünüldüğü diğer teknikleri daha detaylı şekilde açıklar. Bu bilgi, tekniği kullanarak tüketim ve emisyon düzeylerini, maliyetler hakkında bir fikir ve teknikte birlikte diğer sorunlarını, örneğin yeni, mevcut, büyük veya küçük tesisler için IPPC izinlerini gerektiren tesislerde uygulanabilen teknikleri içerir. Genelde eski moda olarak görülen teknikler dahil edilmemiştir.

Genel anlamda Alt-bölümler 5, BAT ile uyum içinde olduğu düşünülen teknikler, emisyon ve tüketim düzeylerini belirtir. Amaç, BAT'a dayanan izin koşullarının belirtilmesi veya Madde 9(8) altında belirtilen genel bağlayıcı kuralların tesis edilmesi için yardım edecek, uygun referans noktası olarak düşünülebilecek emisyon ve tüketim düzeyleri bağlamında, genel işaretleri sağlamaktır. Bununla birlikte, bu dökümanın emisyon sınır değerleri hakkında öneride bulunmadığı vurgulanmalıdır. Uygun izin koşullarının belirlenmesi, ilgilenilen tesis karakteristikleri, coğrafik lokasyon ve lokal çevresel durumlar gibi yerel, spesifik faktörlerin göz önüne alınmasını içerecektir. Mevcut tesislerde, daha yenisi ile değiştirmenin ekonomik ve teknik uygulanabilirliği, hesaba katılmalıdır. Bir bütün olarak çevre için yüksek düzeyde koruma sağlamanın tek hedefi, farklı tipte çevresel etkileri tespit etmek ve bu etkilerin tespitinde yerel koşulların dikkate alınması gerekmektedir.

Bu sorunların bazılarına hitap eden bir girişim yapılmasına rağmen, bu dökümanda onların tamamen hesaba katılması mümkün değildir. Alt-bölüm 5'de belirtilen teknikler ve bu teknik düzeylerinin tüm tesise uygun olması gerekli değildir. Diğer taraftan, uzun-mesafeli veya sınırı aşan (transboundary) kirliliğin minimize edilmesini de içeren yüksek düzeyde çevresel korumanın sağlanması zorunluluğu, izin koşullarının tamamen lokal düşünceler üzerine kurulamayacağını belirtir. Bu nedenle, bu dökümandaki bilgilerin izin (ruhsat) veren kişiler tarafından tamamen göz önüne alınması yapılacak en büyük gayrettir.

Mevcut en iyi teknikler zamanla değiştirildiğinden, bu doküman gözden geçirilip, uygun şekilde yenilenecektir. Tüm yorum ve tavsiyeler, aşağıda belirtilen adresteki Olası Teknoloji Çalışmalar için Enstitünün, Avrupa IPPC Bürosuna yapılmalıdır:

Edificio Expo-WTC. C/Inca Garcilaso, s/n, E-41092 Seville- İspanya
Telefon: +34 95 4488 284 Fax: +34 95 4488 426
e-mail: eippcb@jrc.es
İnternet: <http://eippeb.jrc.es>

ÖZET

Demir Haddemele prosesindeki mevcut en iyi tekniklerin sunulduğu bu doküman, 96/61/EC nolu Konsey Yönergesinin, 16(2) fıkrasına göre yürütülen bilginin karşılıklı değişimini ifade eder. Bu doküman, amaç ve kullanımını içeren önsözün ışığında incelenmelidir.

BREF dokümanı 4 Bölümden (A-D) oluşur. A'dan C'ye kadarki bölümler, Demir Haddemele sektörünün farklı sanayi alt sektörlerini içerir: A, Sıcak ve Soğuk Haddemele; B, Sürekli Kaplama; C, Kesikli Galvanizleme. Bu yapı, demir haddemele prosesinin yapısı ve ölçeğindeki farklılıktan dolayı bu şekilde sınıflandırılmıştır.

D Bölümü bir sanayi alt sektörünü kapsamaz. Değişik çevresel kontrol önlemlerini içeren BAT'ın alt sektörler için tanımlamalarını içerir. Bu, 4. Bölümdeki teknik tanımlamaların tekrarından kaçınmak için yapılmıştır. Bu tanımlar, ilgili 4. Bölümde verilen tek tek alt sektörlerin uygulaması ile ilgili olarak, daha spesifik bilgi ile bağlantılı olarak değerlendirilmelidir.

Bölüm A: Sıcak ve Soğuk Şekillendirme

Demir haddemele prosesinin sıcak ve soğuk şekillendirme bölümü, sıcak haddemele, soğuk haddemele ve çeliğin çekilmesi gibi farklı proseslerden oluşmuştur. Farklı üretim hatları ile müthiş çeşitlilikte yarı-ürün ve ürünler üretilmektedir. Ürünler; sıcak ve soğuk haddelenmiş levhalar, sıcak haddelenmiş uzun ürünler, çekilmiş uzun ürünler, boru ve tellerdir.

Sıcak Haddemele

Sıcak haddemelede çeliğin boyut, şekil ve metalurjik özellikleri, 1050 ile 1300 °C arasında sıcaklığı değişen sıcak metale uygulanan pres ile sürekli değiştirilir. Sıcak haddemele için çelik girdisi form ve şekil açısından çeşitlilik gösterir. Bunlar imal edilecek ürüne bağlı olarak döküm ingotlar, slablar, kütük, demir/çelik çubuk ve profil olabilir. Sıcak haddemeleden elde edilen ürünler, şekillerine göre genelde iki temel türde sınıflandırılırlar; düz ve uzun ürünler.

1996'da toplam AB'de, sıcak haddelenmiş (HR) ürün üretimi, düz yassı mamul 79.2 milyon ton (ca. %62)[Stat97] olmak üzere, 127.8 tondu. Almanya 22.6 milyon tonla en büyük düz yassı ürün imalatçısıdır. Bunu, 10.7 milyon tonla Fransa, 9.9 milyon tonla Belçika, 9.7 milyon tonla İtalya ve 8.6 milyon tonla İngiltere izlemektedir. Geriye kalan sıcak haddelenmiş yassı ürünlerin çoğu geniş yüzeyli şerittir.

Sıcak haddelenmiş ürünlerinin kalan % 38'lik kısmı uzun ürünler olup, bu da 1996 yılı üretimiyle 48.5 milyon ton kadardır. İki büyük üretici ülke 11.5 milyon tonla İtalya ve 10.3 milyon tonla Almanya'dır; bunları 7 milyon tonla İngiltere, 6.8 milyon tonla İspanya takip etmektedir. Tonaj terimlerinde uzun ürün sektörünün en büyük kısmı, toplam üretimin üçte birine karşılık gelen tel çubuk üretimidir, bunu takiben, güçlendirici kalıplar ve her bir üretimin dörtte biri kadar ortalama pay ile ticari kalıplar üretilmektedir.

Çelik boru imalatında, 1996 yılında dünyanın en büyük üreticisi 11.8 milyon ton üretimle (dünya toplam üretiminin % 20.9'u) AB ülkeleri olup bunu Japonya ve ABD izlemektedir. Avrupa çelik boru endüstrisinin konsantre bir yapısı vardır. Beş ülke- Almanya (3.2 milyon ton), İtalya (3.2 milyon ton), Fransa (1.4 milyon ton), İngiltere (1.3 milyon ton) ve İspanya (0.9 milyon ton) ile- AB toplam üretiminin kabaca % 90'ına karşılık gelir. Bazı ülkelerde tek bir firma tüm ülkenin ürettiği ürünün % 50'sini tek başına üretmektedir. Büyük entegre çelik

boru üreticilerinin yanı sıra pek çok sayıda çelik boru üreticisi küçük firmalar vardır; bunlar özellikle kaynaklı boru üretirler. Bazı küçük tonajlı fakat pazarı açık kaliteli malzeme üreten üreticiler, genellikle özel ebatlarda müşterinin isteği doğrultusunda malzeme üretirler. Sıcak haddeleme prosesleri; skarfing (yüzey temizleme), tavlama (haddeleme sıcaklığına kadar ısıtma), tufal giderme, boyutlandırarak haddeleme, kesme ve dilme işlemlerinden oluşur. Ürettikleri ürünlerin türüne göre sınıflandırılırlar. Kütük ve slab üretim hattı, sıcak şerit ve levha hattı, çubuk, köşebent, profil ve boru hatları olarak sınıflandırılırlar.

Sıcak haddelemenin temel çevresel sorunu havaya verilen emisyonlar, özellikle NO_x ve SO_x emisyonları, fırınlardaki yüksek enerji tüketimi, ürünlerin manipasyonu sırasında veya yüzey temizlemesi sırasında ortama yayılan toz emisyonları, yağ ve tufal içeren atıksu çıkışları ve yağlı atıklardır. Isıtma ve ısıl işlem fırınlarındaki NO_x konsantrasyonu 200 – 700 mg/Nm³ civarında, spesifik emisyonu ise 80 ile 360 g/t arasında değişir. Bu değer 900 mg/Nm³'e hatta 1000 oC'lik yakma havasının ısıtılmasıyla 5000 mg/Nm³'e kadar yükseldiği rapor edilmiştir. Fırınlarda SO₂ emisyonları, kullanılan yakıtla bağlı olarak değişir. 0.6-1700 mg/Nm³ ve 0.3-600 g/t spesifik emisyonu sahiptir. Bu fırınların enerji tüketimi 0,7 ile 6,5 GJ/t arasında değişirken ortalama 1-3 GJ/t olmaktadır.

Ürünün yüzey temizliği, taşlanması, haddelenmesi ve manipasyonu sırasında çıkan tozlara ilişkin çok sınırlı veri mevcuttur. Raporlanan konsantrasyonlar;

- Yüzey temizleme : 5- 115 mg/Nm³
- Taşlama : < 30 – 100 mg/Nm³
- Hat boyu: 2-50 mg/Nm³ ve
- Rulo (ürün) manipasyonu : yaklaşık 50 mg/Nm³

Sıcak haddeleme prosesinde suya verilen kirlilik yağ ve konsantrasyonu 5 ile 200 mg/l arasında değişen askıda katı maddeden oluşur. Atık suyun hidrokarbon içeriği 0,2 ile 10 mg/l arasında değişir. Atıksu arıtmadan çıkan yağlı atıksu miktarı hat tipine göre 0,4 ile 36 kg/t arasında değişir.

Sıcak haddelemenin diğer proses basamakları, emisyon ve tüketim verileri, ve daha fazla detay için yeterli bilgi ile sunulan mevcut veriler Bölüm A.3'de belirtilmiştir. Sıcak haddelemenin tek proses basamakları ve farklı çevresel sorunları için BAT'ı içeren önemli bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir. Tüm emisyon ölçümleri günlük ortalama değerler olarak belirtilmiştir. Havaya verilen emisyon 273 oK, 101.3 kPa ve basit gazlı standart koşullara dayandırılmıştır. Suyu deşarj, debi bağlantılı 24 saatlik kompozit numunenin veya debi bağlantılı kompozit numunenin gerçek işletme süresi üzerinden günlük ortalama değerler olarak (üç vardiyada işletilmeyen tesisler için) belirtilmiştir.

Tabloda belirtilen mevcut en iyi teknikler ve ilgili emisyon/tüketim değerleri hakkında Teknik Çalışma Grubunun (TWG) ortak kararı vardır. Farklı görüşler burada ayrıca belirtilmiştir.

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayrı Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri
Ham Maddeler ve Yardımcıların Depolanması ve Ele Alınması	
. Uygun önlemlerle dökülen maddeler ve sızıntıların toplanması,	
. Kontamine kanalizasyon suyundan yağın ayrılması ve elde edilen yağın tekrar kullanımı	
. Su arıtma tesisinde ayrılmış suyun arıtımı	
Yüzey Temizleme	
. Yüzey temizleme işleminden çıkan tozun toplanması ve torbalı filtrelerle ortamdaki alınması	Toz düzeyleri hakkında farklı görüşler < 5 mg/Nm, < 20 mg/Nm
. Nemden dolayı torbalı filtrelerin kullanılmadığı durumlarda elektrostatik filtrenin kullanılması	Toz düzeyleri hakkında farklı görüşler < 10 mg/Nm, 20-50 mg/Nm
. Yüzey temizleme sonrası çıkan tufalin (demir parçacıklarının) ayrı toplanması	
Taşlama	
. Taşlama işleminden çıkan tozun davlumbazla toplanması ve torbalı filtrelerden geçirilmesi.	Toz düzeyleri hakkında farklı görüş < 5 mg/Nm, < 20 mg/Nm
Tüm yüzey rektifikasyon prosesleri	
. Tüm yüzey rektifikasyon proseslerinden çıkan suyun arıtımı ve tekrar kullanımı (katıların ayrılması)	
. Tortu (taş), talaş ve tozun işletme içinde kullanarak veya satılarak geri kazanımı	

Tablo 1: Sıcak haddeleme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayrı Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri / Bu seviyelerle ilgili farklı görüşler
Tekrar ısıtma ve ısıl işlem fırınları	
. Genel önlemler, örneğin fırın tasarımı, işletme ve bakımı, Bölüm A.4.1.3.1.'de açıklandığı gibi	
. Sistemin fazla havayla çalışması veya ısı kaybının işletme pratikleriyle önlenmesi (örneğin, şarj sırasında kapı açıklığının minimum olması veya çoklu bölmeli kapı tasarımının yapılarak sızdırmazlığın sağlanması)	
. Yakıtın dikkatli seçimi ve ısıtma durumlarını optimize etmek için fırında otomatik kontrolün uygulanması . doğal gaz için . diğer gazlar ve gaz karışımları için . fuel oil (benzin) için (<8%)	SO ₂ düzeyleri <100 mg/Nm <400 mg/Nm 1700 mg/Nm'e kadar
. Ayrı görüş . BAT, yakıttaki kükürt içeriğinin %1'in altına indirilmesini ister. . Düşük S limiti veya ek SO ₂ indirgenmesi BAT'de yer almalı.	
. Besleme ön-ısıtması tarafından atık gazda ısının geri kazanımı . Atık gazın ısı değiştiricisiyle geri kazanımı . Atık gazdaki ısının atık ısı kazanıyla veya buharlaştırıcı kızak soğutma (buhar için ihtiyaç olduğunda) sistemiyle geri kazanımı	Enerji kazanımı % 25-50, % 50'ye kadar NO _x indirgenme potansiyeli (sisteme bağlı olarak)
. İkinci jenerasyon NO _x yakıcıları	NO _x 250-400 mg/Nm ³ (%3 O ₂), havayı önceden ısıtmadan konvansiyonel olana kıyasla yaklaşık % 65 NO _x indirgenme potansiyeli belirtilmiştir
. Hava ön ısıtma sıcaklığının sınırlandırılması NO _x emisyonu artışına karşın enerji kazanımı İndirgenmiş enerji tüketiminin avantajları, SO ₂ , CO ₂ ve CO'deki düşüşlerin, NO _x 'deki artışla karşılaştırılması.	
Ayrı görüş: . SCR ve SNCR, BAT'tır . SCR/SCNR'nin BAT olup olmadığına karar vermek için yeterli bilgi yoktur	ulaşılabilir değerler: ¹ SCR: NO _x <320 mg/Nm ³ SNCR: NO _x <205 mg/Nm ³ . Amonyakta kayma 5 mg/Nm ³
. Ara ürünlerde ısı kaybının indirgenmesi; slab ve kütük izolasyonunu uygun yaparak depolama zamanını minimize etmek. . Sıcak yükleme, direkt yükleme veya direkt haddelemenin maksimum hızına izin vermek için, lojistik ve ara depolamanın değiştirilmesi (maksimum hız, ürün projeleri ve kalitesine bağlıdır)	
. Yeni tesisler, yakın-net-şekil döküm ve ince kat döküm için, haddelenecek ürün bu teknikle üretilebilir	
¹ Şu anda mevcut olan SCR (ayaklı profil fırını) ve mevcut SCNR (ayaklı profil fırını) tesisi için rapor edilen emisyon düzeyleridir	

Tablo 1'in devamı : Sıcak haddeleme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri / Bu seviyelerle ilgili farklı görüşler
Tufal Giderme	
. Su ve enerji tüketimini indirmek için madde izlemi	
Haddelenmiş stoğun nakliyesi	
. İstenmeyen enerji kaybını, coil kutular veya coil geri kazanım fırınları ve transfer kalıpları için ısı kalkanı ile indirmek	
Bitiş Hattı	
. Suyla soğutma işlemi sonrası çıkan atıksuyun arıtma tesisinden geçirildikten sonra içerisindeki katı maddelerin (demir oksitler) ayrılması ve bunların geri kazanımı.	
Emilen havadaki tozun torbalı filtrelerle toplanması ve tutulan tozların geri kazanımı.	toz düzeyleri hakkında ayrı görüş; <5 mg/Nm3, <20 mg/Nm3
Düzleştirme ve Kaynak	
Emiş hatları ve torbalı filtrelerle tozsuzlaştırma	toz düzeyleri hakkında ayrı görüş; <5 mg/Nm3, <20 mg/Nm3
Soğutma (makinelere vs.)	
Kapalı çevrim çalışan farklı soğutma sistemleri	
Yağ ve tufal içeren atıksuyun arıtımı	
. >%95'den fazla yeniden sirkülasyon hızları ile kapalı devrelerin işletimi	
. Arıtım tekniklerinin uygun kombinasyonunu kullanarak emisyonun indirgenmesi (Bölüm A.4.1.12.2 ve D.10.1'de detaylı olarak açıklanmıştır)	AKM: < 20 mg/l Yağ: < 5 mg/l ⁽¹⁾ Fe: < 10 mg/l Cr: < 0,2 mg/l ⁽²⁾ Ni: < 0,2 mg/l ⁽²⁾ Zn: < 2 mg/l
. Toplanan tufalın demir çelik üretiminde tekrar kullanılması . Son olarak çıkan yağlı çamurun susuzlaştırılarak yakılması veya uygun şekilde arazide depolanması.	
Hidrokarbon Kirliliğinin Önlenmesi	
. Önleyici periyodik kontroller ile conta, pompa ve boru hatlarının önleyici bakımları . Modern tasarlanmış merdane yatakları, sızdırmazlık elemanları ve yağlama ekipmanlarında ve hatlarında göstergelerin yer alması. . Çeşitli hatlardan gelen drenaj suyunun toplanması ve arıtılması (hidrolik yağlar), ayrıştırılan yağların yüksek fırınlara enjeksiyonu. Ya da atıksuyun ileri arıtmaya gönderilerek yağın ultra filtrasyonla veya vakum buharlaştırıcıdan geçirilerek ayrılması.	Yağ tüketiminde % 50-70 oranında azalma olmuştur.
¹ Gelişigüzel ölçümlerine dayanarak yağ	
² Paslanmaz çelik kullanan tesisler için 0.5 mg/l	

Tablo 1'in devamı : Sıcak haddeleme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri / Bu seviyelerle ilgili farklı görüşler
Hadde atölyeleri	
<ul style="list-style-type: none"> . İstenilen berraklık derecesi için teknik açıdan kabul edilebildiği koşulda, su-bazlı yağ uzaklaştırma . Organik çözümler kullanılmak zorunda ise, tercih klorlanmamış çözümlere verilmelidir . Haddeme işleminden gelen yağların uygun olarak sudan alınması ve bertarafı, örneğin yakılması. . Taşlama çamurunun içindeki metal partiküllerin manyetik ayırıcılarla ayrılarak demir ve çelik üretim prosesine geri sirkülasyonu . Yağ ve gres-içeren atıkların uygun şekilde bertarafı örneğin yakılması. . Diğer değerlendirilemeyenlerin düzenli depolama alanlarında depolanması. . Yağ/su ayırımı için uygun emülsiyon kırıcı kullanımı. Yağlı atıkların uygun bertarafı örneğin yakılması. . Soğutma ve yağ uzaklaştırmadan gelen atıksuyun arıtımı . Metal içeren atıkların demir çelik üretim proseslerine geri sirkülasyonu 	

Tablo 1'in devamı : Sıcak haddeleme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Soğuk Haddeleme

Soğuk haddelemede, sıcak haddelenmiş şerit ürünlerin, kalınlık, mekanik ve teknik özellikleri malzeme (girdi) önceden ısıtılmadan, haddeleme – presleme işlemi ile değiştirilir. Girdi, sıcak haddeleme fabrikalarından bobin formunda gelir. Proses basamakları ve soğuk haddeleme fabrikasında proses işlemleri, ele alınan çeliğin kalitesine bağlıdır. Bahsedilen proses basamakları düşük alaşım ve karbon çelik için kullanılmıştır: Isıtılarak perçinleme, kalınlığı azaltmak için haddeleme; kristal yapıyı yeniden oluşturmak için ısı muamelesi veya birleştirme (annealing); istenen mekanik özellikler, şekil ve yüzey pürüzlülüğü vermek ve işlemleri sonlandırmak için birleştirilen şeritin sertleştirilerek haddelemesi veya yüzeyin temizlenerek haddelenmesi (skin pass rollingi).

Yüksek alaşımlı çelik (paslanmaz çelik) için proses yolu, karbon çelikleri için ek basamakları içerir. Temel aşamalar; sıcak bant birleştirme ve ısıtarak perçinleme; soğuk haddeleme; son birleştirme ve asitle temizleme (veya parlak birleştirme); yüzeyin temizlenerek haddelenmesi ve bitirme. Soğuk haddelenmiş ürünler temelde, yüksek kaliteli yüzey ve yüksek özellikli ürünlerde kullanım için kesin metalurjik özellikli, şerit ve levhalardır (kalınlık tipik olarak 0.16-3 mm). 1996'da soğuk haddelenmiş geniş ürünlerin (levha ve tabakalar) üretimi 39.6 milyon ton idi [EUROFER CR]. Ana üretici ülkeler 10.6 milyon tonla Almanya, 6.3 milyon tonla Fransa, 4.3 milyon tonla İtalya, 4.0 milyon tonla İngiltere ve 3.8 milyon tonla Belçika'dır.

Soğuk haddelenmiş dar şeritler, sıcak şeritten veya sıcak haddelenmiş levhalardan elde edilir. Soğuk haddelenmiş dar şerit miktarı, 1994 yılında 8.3 milyon tona ulaşmıştır (2.7 milyon ton soğuk haddelenmiş ve 5.5 milyon ton uzunluğuna kesilmiş şerit)

AB’de soğuk haddelenmiş şerit endüstrisi hem çok güçlüdür hem de parçalara bölünmüştür. En büyük 10 şirket üretimin %50’sini karşılarken, geri kalan 140 şirket kalan %50 üretimden sorumludur. Sektörün yapısı şirket büyüklüğü ve endüstri konsantrasyonundaki ulusal farklılıklar tarafından belirlenmiştir. AB üretiminin yaklaşık % 57’si ile piyasaya egemen olan en büyük şirketlerin çoğunluğu Almanya’da yerleşmiştir (1994’de 1.57 milyon ton). Bunun yanında şirketlerin çoğunluğu küçük veya orta-ölçekli girişimler olarak sınıflandırılabilirler [Bed95].

1994’de Almanya 1.9 milyon ton ile dar aralıklı şeritin ortalama % 35’ini üretirken, bunu İtalya ve Fransa her biri 0.9 milyon tonluk üretimle takip etmiştir.

Soğuk haddeleme için temel çevre sorunları: asitli atıklar ve atık su; yağsızlaştırma buharı, asit ve yağ içeren buharlar, yağ içeren atıksu, tufal giderme sırasında çıkan toz, asitleme işlemi sırasında çıkan NO_x gazı ve yakma fırınlarından çıkan emisyonlar.

Soğuk haddelemedeki asit emisyonu; asitleme ve asit rejenerasyon prosesinden kaynaklanır. Emisyonlar kullanılan asit türüne göre değişiklik gösterir. Hidroklorik asit kullanılan asitleme prosesinde HCl emisyonlarının 1 ile 145 mg/Nm³ arasında değiştiği, (16 g/t’ye kadar); ortalama 10 ve <30 mg/Nm³ (yaklaşık 0.26 g/t) olarak raporlanmıştır. Sülfürik asit kullanılan asitleme prosesinde H₂SO₄ emisyonlarının 1-2 mg/Nm³ arasında değiştiği ve 0.05-0.1 g/t olduğu raporlanmıştır.

Paslanmaz çeliğin karışık asitle temizlenmesi halinde, HF emisyonları 0.2-17 mg/Nm³ (0.2-3.4 g/t) aralığında belirtilmiştir. Asit içeren emisyonların yanısıra NO_x’da oluşur. Tespit edilen düzey, 3- ile yaklaşık 1000 mg/Nm³ (3-4000 g/t spesifik emisyon) arasında değişmektedir.

Çeliğin manipasyonu ve yüzey temizleme işlemi sırasında çıkan toz emisyonlarına ilişkin çok az veri mevcuttur. Mekanik yüzey temizleme işlemi sırasında çıkan toz emisyonlarına ilişkin 10-20 g/t toz çıktığı, ortalama <1 ile 25 mg/m³ arasında değiştiği raporlanmıştır.

Soğuk haddelemede diğer proses basamakları için emisyon ve tüketim verileri ve daha fazla detay için, mevcut verilerin yeterli bilgilerle sunulduğu, Bölüm A.3’e bakınız.

Tablo 2’de BAT hakkında, tek tek proses basamakları ve farklı çevresel sorunlarla ilgili çok önemli bulgular özetlenmiştir. Tüm emisyon ölçümleri günlük ortalama değerler olarak ifade edilmiştir. Havaya verilen emisyonlar 273 K, 101.3 kPa ve basit gazlı standart koşullara dayandırılmıştır. Suya deşarjlar günlük ortalama değerler olarak verilmiş, ve 24 saatlik kompozit numuneler alınarak bütün işletme şartları dikkate alınmıştır. Üç vardiya çalışmayan yerlerde tesisin toplam işletme süresi dikkate alınmıştır.

Teknik Çalışma Grubu (TWG), BAT’lerde belirtilen emisyon ve tüketim değerlerine yönelik ortak kararlar almışlar, farklılıklar ayrıca tabloda işlenmiştir.

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri / Bu seviyelerle ilgili farklı görüşler
Rulo Açma	
. Duşlama hatlarından gelen ve içerisinde katı parçacıklar bulunan atıksuyun arıtma tesisinden geçirilerek içerisindeki demir oksitli tanacilerin geri kazanımı.	
. Emilen havanın torbalı filtrelerden geçirilerek temizlenmesi ve tutulan tozun geri kazanımı.	Toz seviyesi hakkında farklı görüş 5 mg/Nm3 20 mg/Nm3
Asitleme	
Asit tüketimini azaltmak veya atık asit miktarını düşürmekle ilgili Bölüm A.4.2.2.1'de anlatılan teknikler özellikle aşağıda verilenler kesinlikle uygulanmalıdır.	
. Uygun depolama ve soğutma teknikleriyle çeliğin korozyonunun önlenmesi	
. Elektrolitik ön-asitle temizlemeyi kullanma	
. Modern, optimize asitle temizleme olanaklarını kullanmak (daldırmalı yerine türbülans veya sprey asitle temizleme)	
. Asitle temizleme havuzlarının yaşam ömrünü uzatmak için mekanik filtrasyon ve tekrar sirkülasyon	
. Karışık asitin geri kazanımı için kısmi iyon değiştirme veya elektro diyaliz (electro-dialysis) yöntemleri kullanılmalıdır. Bu teknikler, Bölüm D6.9'da açıklanmıştır.	
HCl Asitle Temizleme İşlemi	
. Harcanan HCl'in tekrar kullanımı	Toz: 20-50 mg/Nm3 HCl: 2-30 mg/Nm3
. veya (yeniden üretilen) rejeneratın tekrar sirkülasyon ile sprey (aşırı)ısıtma veya akışkan yatak (veya denk proses) ile asidin tekrar üretimi	SO2: 50-100 mg/Nm3 CO: 150 mg/Nm3 CO2: 180000 mg/Nm3 NO2: 300-370 mg/Nm3
. Hava emişinin sızdırmazlığı sağlanmış davlumbaz ve diğer ekipmanlarla yerine getirilmesi.	Toz: 10-20 mg/Nm3 HCl: 2-30 mg/Nm3
H2SO4 Asitle Temizleme İşlemi	
. Serbest asidin, geri kazanımı için kristalizasyon ve duşlama sistemlerinin kullanımı	H2SO4: 5-10 mg/Nm3 SO2: 8-20 mg/Nm3
. Hava emişinin sızdırmazlığı sağlanmış davlumbaz ve diğer ekipmanlarla yerine getirilmesi.	H2SO4: 1-2 mg/Nm3 SO2: 8-20 mg/Nm3

Tablo 2 : Soğuk haddeleme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri / Bu seviyelerle ilgili farklı görüşler
Karışık asitle asitleme	
. Serbest asit ıslahı (yan-akış iyon değiştirici veya diyaliz) . veya asit rejenerasyonu - sprey ısıtma ile - veya buharlaştırma prosesi ile	Toz < 10 mg/Nm ³ HF < 2 mg/Nm ³ NO ₂ < 200 mg/Nm ³ HF < 2 mg/Nm ³ NO ₂ < 100 mg/Nm ³
. Kapalı emiş ve yıkama sistemi, ek olarak: . H ₂ O ₂ , üre vb. ile temizleme . veya asitle temizleme havuzuna H ₂ O ₂ veya üre ekleyerek NO _x baskılanması . veya SCR	Bütün sistemler için: Nox : 200-650 mg/Nm ³ HF 2 - 7 mg/Nm ³
. Alternatifi: Nitrik asitsiz asitleme ve kapalı emiş ve gaz yıkama sistemi ek olarak:	
Asitin Isıtılması	
. Isı değiştiricilerde dolaylı ısıtma veya, eğer ısı değiştiriciler için ilk önce buhar üretilmeli ise, daldırmalı yanma	
. Buharın direkt enjeksiyonunu kullanmama	
Atıksuyun minimize edilmesi	
. Taşkın internal yeniden-kullanımı ile kaskat (şelale) yıkama sistemleri (ör. asitle temizleme havuzları ve fırçalayarak veya ovalayarak temizleme) . “Asitle temizleme-asit rejenerasyon-yıkama” sisteminin dikkatli ayarlanması ve yönetimi	
Atıksu arıtımı	
. Sistemden gelen sürüklenen asidik suyun göz ardı edilemeyeceği durumlarda, nötralizasyon, topaklanma (flocculation) vb ile arıtma	AKM: < 20 mg/l Yağ: < 5 mg/l ⁽¹⁾ Fe: < 10 mg/l Cr _{top.} : < 0,2 mg/l ⁽²⁾ Ni: < 0,2 mg/l ⁽²⁾ Zn: < 2 mg/l
Emülsiyon sistemleri	
. Contaların, boru hatları vs.nin düzenli kontrolü ve sızıntı kontrolü ile kontaminasyonun önlenmesi . Emülsiyonun kalitesinin sürekli izlenmesi . Yaşam ömrünü uzatmak için emülsiyon devrelerinin temizleme ve emülsiyonun tekrar kullanımı ile çalıştırılması . Harcanan emülsiyonların yağ içeriğini azaltmak için arıtımı ör. ultrafiltrasyon veya elektrolitik bölme ile	
Haddelme ve Sertleştirme	
. Duman tutucular tarafından ekstrakte edilen havanın arıtımı (damlacık ayırıcı) ¹ rasgele ölçümlere dayanan yağ ² paslanmaz çelik için <0.5 mg/l	

Tablo 2'nin devamı: Soğuk haddelme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri / Bu seviyelerle ilgili farklı görüşler
Yağ giderme	
. Yağ giderici solüsyonun tekrar kullanımı ve yıkama ile devreden yağ giderilmesi. Yıkama için uygun ölçümler, mekanik yöntemlerdir ve membran filtrasyonu bölüm A.4'de açıklanmıştır . Elektrolitik emülsiyonla ayrılan veya yağ içeriğini azaltmak için ultrafiltrasyon ile, harcanan yağ giderme solüsyonunun arıtımı: ayrılmış yağ fraksiyonunun tekrar kullanımı, deşarjdan önce ayrılmış su fraksiyonunun arıtımı (nötralizasyon vb) . Yağ uzaklaştırıcı baca ve temizleme için ekstraksiyon sistemi	
Tavlama Fırınları	
. Kesiksiz (sürekli) fırınlar için, düşük NOx ocakları	Ön-ısıtmasız hava için NOx 250-400 mg/Nm ³ , % 60 oranında NOx azaltılması (ve % 87 CO için)
. Rejeneratif veya iyileştirici ocaklarla yakma havasının ön-ısıtılması . Atık gazla stoğun ön-ısıtılması	
Sonlandırma/ Yağlama	
. Duman uzaklaştırıcıları takip eden ekstraksiyon bacaları ve /veya elektrostatik çöktürücüler veya, . Elektrostatik yağlama	
Düzeltilme ve kaynakla birleştirme	
. Davlumbazlı emiş sistemleri ve torbalı toz tutma filtreleri	toz düzeyleri hakkında ayrı görüş ... < 5 mg/Nm ³ < 20 mg/Nm ³
Soğutma (makinelere vb.)	
. Kapalı devrelerde iş gören ayrı soğutucu su sistemleri	
Metalik Yan-ürünler	
. Baş ve sondan kesilerek ayrılan atık kırıntı hurdaların metalurjik prosese yeniden geri kazanımı.	

Tablo 2'nin devamı: Soğuk haddeleme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Tel Çekme (Wire Drawing)

Tel çekme tel çubuk/ tellerin boyut olarak küçültüldüğü bir işlemdir. Metal kalıp (die) denen koni-şekilli küçük çapraz kollu açıklıklardan çekilerek çekme(drawing) gerçekleşir. Girdi genellikle, bobin formunda sıcak haddeleme fabrikalarından elde edilen 5.5 ile 16 mm aralığında boyutlardaki tel çubuklardır. Tipik tel tesisi aşağıdaki işlem dizisinden oluşmaktadır:

- Tel çubuğun ön-muamelesi (mekanik tortu giderme, asitle temizleme)
- Kuru veya ıslak çekme (metal kalıp boyutlarının azaltan birkaç taslak)
- Isı muamelesi (sürekli (kesiksiz)- kesikli birleştirme, patent alma, yağ sertleştirme)
- Sonlandırma

Avrupa Birliği, dünyanın en büyük tel üretim endüstrisine sahiptir; onu Japonya ve Kuzey Amerika takip etmektedir. Yılda yaklaşık 6 milyon ton tel üretir. Çengelli uçlu tel, ızgara, çit, net, çivi gibi çeşitli tel ürünlerini de içeren ürünlerle birlikte, sektörün yıllık üretimi 7 milyon tondan daha fazla bir değere ulaşır. Avrupa tel çekme sanayisi, büyük miktarda orta ölçekli özelleşmiş şirketlerle karakterizedir. Bununla birlikte, sanayinin üretimi birkaç büyük üretici tarafından hükmedilmektedir. Şirketlerin yaklaşık % 5'i, toplam üretimin % 70'ini

karşılıkmaktadır. (% 25'i ise toplam üretimin %90'ını karşılıkmaktadır). Geçen on yılda, bağımsız tel çekme şirketleri, giderek artan şekilde düşey şekilde entegre olmuştur. Avrupa'da yaklaşık % 6 oranındaki tel üreticisi, çelik tel üretiminin % 75'ini temsil etmektedir [CET]. AB tel üretiminin, en büyük çelik üreticisi % 32 ile Almanya (yaklaşık 1.09 milyon ton) ve bunu takiben (ortalama %22, 1.2 milyon ton ile) İtalya, İngiltere, Benelux (özellikle Belçika), Fransa ve İspanya'dır.

Tel üretimi ile ilgili temel çevresel sorunlar: asitleme prosesi sonrası çıkan emisyonlar ve atıksular, deterjanla temizleme hatlarından çıkan tozlar, harcanan yağ ve oluşan yağlı atıklar, fırınlardan çıkan yakma gazları ve kurşun banyolarından gelen kurşun içeren emisyonlardır.

Asitle temizlemeden kaynaklanan hava emisyonları için, HCl konsantrasyonları 0-30 mg/Nm³ olarak raporlanmıştır. Sürekli tavlama ve patentleme hattı için kurşun banyoları kullanılmaktadır. Kurşun içeren atık konsantrasyonu sürekli tavlama hattında 1-15 kg/t, patentleme hattında ise 1-10 kg/t şeklinde çıkmaktadır. Patentleme için kurşun emisyonlarının 0.02- 1 mg/Nm³'den küçük olduğu, yıkama suyu taşkanındaki Pb konsantrasyonunun ise 2-20 mg/l olduğu raporlanmıştır.

Tel çekmenin diğer işlem basamakları için daha fazla detay ve emisyon ve tüketim verisi için, Bölüm A.3'e bakınız.

Tel çekmenin tek tek basamakları için BAT hakkında çok önemli bulgular ve farklı çevresel sorunlar, Tablo 3'de özetlenmiştir. Tüm emisyon ölçümleri günlük ortalama değerler olarak ifade edilmiştir. Havaya verilen emisyon 273 oK, 101.3 kPa ve basit gazlı standart koşullara dayandırılmıştır. Suyu deşarjlar günlük ortalama değerler olarak verilmiş, ve 24 saatlik kompozit numuneler alınarak bütün işletme şartları dikkate alınmıştır. Üç vardiya çalışmayan yerlerde tesisin toplam işletme süresi dikkate alınmıştır.

Teknik Çalışma Grubu (TWG), BAT'lerde belirtilen emisyon ve tüketim değerlerine yönelik ortak kararlar almışlar, farklılıklar ayrıca tabloda işlenmiştir.

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayrı Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri
Kesikli asitle temizleme	
<ul style="list-style-type: none"> . Havuz parametrelerinin yakından denetlenmesi: sıcaklık ve konsantrasyon . Bölüm D.6.1, Kısım D'de "Açık ve kesikli sistem Asitle Temizleme" prosesinde belirtilen sınırlar içinde tesisi işletmek. . Yüksek buhar emisyonlu ısıtarak perçinleme havuzları için, örneğin ısıtılmış veya konsantre edilmiş HCl-havuz: yan ekstraksiyonun tesisatı ve yeni ve var olan tesisatlar için, ekstraksiyon havasının mümkün arıtımı 	HCl 2-30 mg/Nm ³
Asitle temizleme	
<ul style="list-style-type: none"> . Kaskat (şelale) asitle temizleme kapasitesi >yılda 15000 ton tel çubuk veya, . Serbest asit kısmının ıslahı ve asitle temizleme tesisinde yeniden kullanımı . Harcanan asidin dıştan rejenerasyonu (yeniden üretimi) . Kullanılan asidin ikinci sınıf ham madde olarak geri dönüştürülmesi . Kalite gereksinimi izin verdiği sürece asit tortularının giderilmesi (shot blasting). . Karşıt akım kaskat yıkaması 	
Kuru çekme	
<ul style="list-style-type: none"> . Tüm yeni çekme hızı 4 m/sn'den büyük sistemlerde, çekme işleminin kapatılmış davlumbazlı sistemle yapılması ve çıkan emisyonların filtreden geçirilmesi. 	
Yaş çekme	
<ul style="list-style-type: none"> . Çekme yağının temizlenmesi ve yeniden kullanılması . Deşarjda yağ içeriğini azaltmak için harcanan yağın arıtımı ve/veya atık hacmini azaltma, ör. kimyasal parçalama, elektrolit emülsiyon ayırması veya ultrafiltrasyon . Deşarj edilen atık suyun arıtımı 	
Kuru ve yaş çekme	
<ul style="list-style-type: none"> . Kapalı soğutma-suyu devreleri . Tek-kullanımlık (once-through) soğutma su sistemlerinin kullanılmaması 	
Paslanmaz çelik üretimi, yağ katılaştırma ve temperleme fırınları için kesikli ve sürekli tavlama fırınları kullanımı.	
Koruyucu temizleme gazının yakılması	
Düşük karbonlu telin sürekli tavlama ve patent alımı	
<ul style="list-style-type: none"> . İyi işletme yöntemleri, kurşun havuz için Bölüm A.4.3.7'de açıklanmıştır. . Kurşun-içeren atıkların, yağmur ve rüzgardan korunarak, ayrı depolanması . Kurşun içeren atıkların demir-içermeyen metal sanayiinde geri dönüştürülmesi . Yıkama havuzunun kapalı devre işletimi 	Pb < 5 mg/Nm ³ CO < 100 mg/Nm ³ TOC < 50 mg/Nm ³
Yağ katılaştırma hatları	
<ul style="list-style-type: none"> . Yıkama havuzlarından yağ buharlarının emilerek uzaklaştırılması 	

Tablo 3: Tel çekme için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Bölüm B: Sıcak Daldırmalı Sürekli Kaplama Hattı

Sıcak daldırmalı kaplama işleminde, çelik levha veya tel, erimiş metalden sürekli olarak geçirilir. İki metal arasında bir alaşım reaksiyonu gerçekleşir, bu da kaplama ve substrat arasında iyi bir bağ oluşumuna yol açar.

Sıcak daldırmalı kaplamada kullanılmak için, çelik ürününde herhangi termal değişiklikten kaçınmak için yeteri kadar düşük erime noktasına sahip uygun metaller kullanılır; örneğin alüminyum, kurşun, kalay ve çinko. AB’de 1997 yılında sıcak daldırmalı sürekli kaplama hatlarının üretimi ortalama 15 Mt’dir. Sürekli sıcak daldırmalı sistemde kullanılan kaplamalar, önemli oranda çinkodur. Alüminyum kaplama ve özellikle çinkolu kurşun alaşımı (terne) kaplamalar sadece küçük bir rol oynar.

Galvanizli çelik % 81

Tavlanmış galvanize çelik % 4

Galfan % 4

Alüminyumlu çelik % 5

Alüminyum-çinko alaşımı % 5

Çinkolu kurşun alaşımı (Ternex) % 1

Genelde, levha için sürekli kaplama hatları, aşağıda belirtilen basamaklardan oluşur:

- Kimyasal ve/veya termal arıtma anlamında yüzey temizleme
- Isıl işlem
- Erimiş metal içeren banyoya daldırılması
- Muameleyi sonlandırma

Sürekli tel galvanizleme tesisleri aşağıdaki basamakları içerir:

- Asitleme
- Temizleme (fuxing)
- Galvanizleme
- Sonlandırma

Yan sektörleri ilgilendiren temel çevresel sorunlar; asidik hava emisyonları, atıklar ve atık su; fırınların hava emisyonu ve enerji tüketimi, Çinko-içeren kalıntılar, yağ ve krom içeren atık sular.

Daha detaylı emisyon ve tüketim verileri için, yeterli bilgi ile sunulan mevcut verilerin bulunduğu Bölüm B.3’e bakınız.

BAT hakkında tek tek proses basamakları ve sürekli sıcak daldırmalı galvanizleme ve farklı çevresel sorunlar için önemli bulgular Tablo 4’de belirtilmiştir. Tüm emisyon ölçümleri günlük ortalama değerler olarak ifade edilmiştir. Havaya verilen emisyonlar 273 K, 101.3 kPa ve basit gazlı standart koşullardadır. Suya deşarjlar günlük ortalama değerler olarak verilmiş, ve 24 saatlik kompozit numuneler alınarak bütün işletme şartları dikkate alınmıştır. Üç vardiya çalışmayan yerlerde tesisin toplam işletme süresi dikkate alınmıştır.

Teknik Çalışma Grubu (TWG), BAT’lerde belirtilen emisyon ve tüketim değerlerine yönelik ortak kararlar almışlar, farklılıklar ayrıca tabloda işlenmiştir.

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri
Asitleme	
. Bölüm A'da BAT bölümüne bakınız / Soğuk haddeleme fabrikaları	
Yağ giderme	
. Kaskat yağ giderme . Yağ giderici solüsyonun tekrar kullanımı ve yıkama; Yıkama için uygun yöntemler, mekanik yöntemlerdir ve membran filtrasyonu bölüm A.4'de açıklanmıştır . Yağlı solüsyonun elektrolit emülsiyon kırıcıyla veya ultrafiltrasyon yöntemiyle arıtılması, çıkan yağın yakılarak değerlendirilmesi. . Emilen ve temizlenen havanın kapalı tanklarda tutulması. . Sürüklenenleri minimize etmek için sıkıştırıcı haddeleyiciler kullanmak	
Isıl işlem fırınları	
. Düşük NOx ocakları . Rejeneratif veya iyileştirici ocaklarla havanın ön-ısıtılması . Şeritin ön-ısıtılması . Atık gazdan ısı elde etmek için buhar üretimi	Ön-ısıtmasız hava için NOx 250-400 mg/Nm ³ , (% 3 O ₂)
Sıcak daldırma	
. Demirsiz metal sanayiinde, çinko-içeren kalıntı, cüruf veya sert çinko için ayrı toplama ve yeniden dönüştürme	
Tavlama galvanizleme hattı (galvannealing)	
. Düşük NOx yakıcıları . Rejeneratif veya iyileştirici ocak sistemleri	Ön-ısıtmasız hava için 250-400 mg/Nm ³ (% 3 O ₂)
Yağlama	
. Şerit yağlama makinesinin kaplanması veya, . Elektrostatik yağlama	
Fosfatlama ve pasifleştirme/ krom kaplama	
. Kapalı proses banyoları (havuzları) . Fosfatlama solüsyonunun temizlenmesi ve tekrar kullanımı . Pasifleştirme solüsyonunun temizlenmesi ve tekrar kullanımı . Sıkıştırıcı haddeleyicilerin kullanımı . Yüzey temizleme (Skinpass/temper) solüsyonlarının toplanması ve atıksu arıtma tesisinde arıtımı	
Soğutma (makineler vb.)	
. Kapalı çevrim çalışan soğutucu su sistemleri	
Atıksu	
. Sedimentasyon, filtrasyon ve/veya yüzdürme / çöktürme / topaklanmanın (flocculation) bir kombinasyonu tarafından atıksu arıtımı. Bölüm 4'de açıklanan teknikler veya tek tek muamele ölçümlerinin eşit etkili kombinasyonları (Ayrıca Bölüm 4'de açıklanmıştır) . Sadece 4 mg/l'den düşük Zn değerlerine ulaşabilen, mevcut kesiksiz su arıtma tesisleri için, kesikli arıtmaya geçiniz	AKM: < 20 mg/l Fe: < 10 mg/l Zn: < 2 mg/l Ni: < 0,2 mg/l Cr _{tot} : < 0,2 mg/l Pb: < 0,5 mg/l Sn: < 2 mg/l

Tablo 4: Sürekli sıcak daldırma galvanizleme hattı için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Levhanın Alüminyumla Kaplanması

Çoğu BAT, sıcak daldırılmalı galvanizleme için olanla aynıdır. Bununla birlikte, atıksu arıtım tesisine gerek yoktur. Sadece soğutma suyu deşarjı mevcuttur.

Isıtma için BAT:

Gaz ateşleme. Yanma kontrol sistemi

Levhanın Kurşun-Kalay Kaplanması

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayrı Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri
Asitleme	
Islak tip yıkama sistemiyle birlikte tanklar ve havalandırma kapakçıkları ve çıkan atıksuyun arıtma tesisinde arıtımı.	HCl < 30 mg/Nm ³ ⁽¹⁾
Nikel kaplama	
Islak yıkayıcıyla bağlantılı kapalı sistem.	
Sıcak daldırma	
. Kplama kalınlıklarını kontrol etmek için hava bıçakları	
Pasivizasyon	
. Yıkama gerektirmeyen bir sistem, ve bu nedenle yıkama suyuna gerek yok	
Yağlama	
. Elektrostatik yağlama makinesi	
Atıksu	
. Sodyum hidroksit solüsyonu, topakla(n)ma (flocculation) çöktürme ile nötralizasyonla, atıksu arıtımı . Filtre keki suyunun alınması ve araziye deşarj	

Tablo 5: Sürekli kurşun-kalay kaplama hattı için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Telin Kaplanması

Tablo 6'da BAT hakkında, her bir proses basamakları ve tel kaplamanın farklı çevresel sorunları için, önemli bulgular özetlenmiştir. Tüm emisyon ölçümleri günlük ortalama değerler olarak belirtilmiştir. Havaya verilen emisyon 273 K, 101.3 kPa ve basit gazlı standart koşullara dayandırılmıştır. Suyu deşarjlar günlük ortalama değerler olarak verilmiş, ve 24 saatlik kompozit numuneler alınarak bütün işletme şartları dikkate alınmıştır. Üç vardiya çalışmayan yerlerde tesisin toplam işletme süresi dikkate alınmıştır.

Teknik Çalışma Grubu (TWG), BAT'lerde belirtilen emisyon ve tüketim değerlerine yönelik ortak kararlar almışlar, farklılıklar ayrıca tabloda işlenmiştir.

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri
Asitleme	
. Kapalı davlumbaz sistemleriyle emilen havanın yıkanması. . Her bir hat için yıllık 15000 tonluk bir kapasitenin üzerinde, yeni tesisatlar için kaskat asitle temizleme . Serbest asit fraksiyonunun elde edilmesi . Tüm tesisat için harcanan asitin eksternal (dıştan) rejenerasyonu . İkincil hammadde olarak harcanan asitin yeniden kullanılması	HCl 2- 30 mg/Nm ³
Su tüketimi	
Tüm yeni ve büyük tesisatlar için, su tüketimini minimize etmek için, muhtemelen diğer tüm yöntemlerle birleşik kaskat yıkama (>15000 ton/yıl)	
Atıksu	
. Fizikokimyasal muamele ile, atıksu arıtımı (nötralizasyon, topaklanma(flocculation), vb)	AKM: <20 mg/l Fe: <10 mg/l Zn:<2 mg/l Ni:<0,2 mg/l Crtop:<0,2 mg/l Pb:<0,5 mg/l Sn:<2 mg/l
Fluxing (Yıkama)	
. İyi işletme pratiği ile demirin taşınmasını önlemek, . Ergitme banyolarının bulunduğu yerde rejenerasyonu (kısmi demir uzaklaştırma) . Ergitme solüsyonunun haricen geri kazanımı.	
Sıcak daldırma	
. Bölüm B.4'de açıklandığı gibi iyi işletme teknikleri.	Toz < 10 mg/Nm ³ Çinko < 5 mg/Nm ³
Zn-içeren atıklar	
. Ayrı depolama, yağmur ve rüzgardan korunma ile demir dışı metal sanayiinde tekrar kullanımı	
Soğutma suyu (çinko havuzundan sonra)	
. Kapalı devre veya diğer uygulamalar için tamamlama suyu olarak nispeten saf suyun yeniden kullanımı	

Tablo 6: Tel kaplama hattı için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Bölüm C: Kesikli (Batch) Galvanizleme

Sıcak daldırılmalı galvanizleme, demir ve çelik imalatının çinko ile kaplanarak korozyondan korunmasını sağlayan bir prosesdir. Kesikli sıcak daldırılmalı galvanizlemede yaygın olan hizmet – genel galvanizleme olarak da bilinen- farklı müşteriler için geniş çeşitliliği olan girdi malzemelerin ısmarlandığı, galvanizlemedir. Girdinin boyut, miktar ve doğası önemli derecede farklılık gösterebilir. Yarı veya tam otomatik özel galvanizleme tesislerinde gerçekleştirilen çubuk veya boruların galvanizlenmesi, hizmet galvanizleme terimi tarafından genellikle karşılanmamaktadır.

Kesikli galvanizleme tesislerinde kaplanacak, çivi, vida ve diğer çok küçük parçalar; tabaka (kafes) ızgaralar, yapı (inşaat) parçaları, yapısal bileşenler, hafif direkler ve daha fazlası olan çelik imalatlardır. Bazı durumlarda, borular geleneksel kesikli kaplama tesislerinde galvanizlenir. Galvanizlenmiş çelik inşaat, taşıma, tarım, güç iletimi ve iyi korozyon korunması ve uzun ömürün gerekli olduğu her yerde kullanılır.

Sektör, müşterilere gelişmiş hizmet vermek için kısa sipariş kaydı ve hızlı ulaştırma deviri ile çalışır. Yaygın olma konusu önemlidir ve bu yüzden tesisler piyasa yoğunluklarına yakın yerlere yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, dağıtım maliyetlerini minimize etmek ve ekonomik etkinliği artırmak için sanayi, bölgesel piyasaya hizmet veren (tüm Avrupa’da yaklaşık 600) nispeten çok sayıda tesisden oluşur. Sadece birkaç ‘uygun yer’ işletenler, belli sınıfta üretimleri, kendi özel uzmanlık veya tesis imkanlarını işletmek için, daha uzun mesafelere nakliye için hazırlanmışlardır. Bu özelleşmiş işletmeler için fırsatlar sınırlıdır.

1997’de galvanizlenmiş çeliğin tonajı yaklaşık 5 milyondur. En büyük pay 1.4 milyon ton ve 185 galvanizleme tesisi ile (1997’de) Almanya tarafından üretilmiştir. İkinci en büyük üretici 0.8 milyon tonla (74 tesis) İtalya, onu takiben de 0.7 milyon tonla (88 tesis) İngiltere ve İrlanda, 0.7 milyon ton (69 tesis) ile Fransa’dır.

Kesikli galvanizleme genellikle aşağıda belirtilen proses basamaklarından ibarettir:

- Yağ giderme
- Asitle temizleme
- Yıkama (fluxing)
- Galvanizleme (metal kaplamayı erit)
- Sonlandırma

Bir galvanizleme tesisi, bir dizi proses havuzlarından oluşur. Kaplanacak çelik, tanklar arasında hareket eder ve tepedeki vinçler sayesinde havuzlara daldırılır.

Kesikli galvanizleme için temel çevresel sorun, havaya verilen emisyonudur (asitle temizlemeden gelen HCl ve kazandan gelen toz ve gaz bileşikler); harcanan proses solüsyonları (yağ giderme solüsyonları, asitleme ve temizleme havuzları), yağlı atıklar (ör. yağ giderme havuzlarının temizlenmesinden) ve çinko içeren atıklardır (filtre tozu, çinko külü, sert çinko).

Daha detaylı emisyon ve tüketim verileri için, yeterli bilgi ile sunulan mevcut verilerin bulunduğu Bölüm B.3’e bakınız.

Tüm emisyon ölçümleri günlük ortalama değerler olarak belirtilmiştir. Havaya verilen emisyon 273 K, 101.3 kPa ve basit gazlı standart koşullara dayandırılmıştır. Suya deşarjlar günlük ortalama değerler olarak verilmiş, ve 24 saatlik kompozit numuneler alınarak bütün işletme şartları dikkate alınmıştır. Üç vardiya çalışmayan yerlerde tesisin toplam işletme süresi dikkate alınmıştır.

Teknik Çalışma Grubu (TWG), BAT’lerde belirtilen emisyon ve tüketim değerlerine yönelik ortak kararlar almışlar, farklılıklar ayrıca tabloda işlenmiştir.

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayır Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri
Yağ giderme	
<ul style="list-style-type: none"> . Parçalar tamamen yağsız olsa da yağsızlaştırma ünitesinin kurulması. . Etkinliği artırmak için optimum banyo (havuz) işletimi ör. çalkalama ile . Yaşam ömürlerini uzatmak için yağ giderici solüsyonların temizlenmesi (yüzeyini sıyırmak, santrifüj vb.) ve yeniden sirkülasyon, yağlı çamurun tekrar değerlendirilmesi veya . Bakterilerle yerinde temizleme ile 'biyolojik yağ giderme' (yağ uzaklaştırıcı solüsyondan gres ve yağın uzaklaştırılması) 	
Asitleme ve yıkama	
<ul style="list-style-type: none"> . Karışık asit için rejenerasyon tesisi kurulmuş olsa da ayrı asitleme ve yıkama sistemleri kurulmalıdır veya dışarıya geri kazanım için verilmelidir. . Kullanılan yıkama solüsyonunun yeniden kullanımı (içte veya dışarıda) <p>Kombine asitleme ve yıkama sistemlerinin birlikte olması halinde</p> <ul style="list-style-type: none"> . Karışık solüsyondan kullanılabilir olanların geri kazanımı, örneğin yıkama solüsyonu üretimi, asitin geri kazanılarak galvaniz endüstrisinde veya başka inorganik kimyasal üretiminde kullanılması. 	
HCl asitle temizleme	
<ul style="list-style-type: none"> . Havuzun sıcaklık ve konsantrasyonunun yakından izlenmesi. . Kısım D/ Bölüm D.6.1'de "Açık asitle temizleme Havuz İşletimi" adı altında verilen sınırlar içinde işletmenin yapılması. . Isıtılmış veya daha yüksek konsantrasyona çıkarılmış HCl havuzları kullanılırsa, çıkan emisyonun emilmesi ve arıtılması için tesis kurulması gerekir. (örneğin scrubber) . Havuzun asitleme etkisini kontrol altında tutmak için asitleme inhibitörleri kullanılmalıdır. . Harcanan asitleme sıvısındaki asit tesis içerisinde veya dışarıda rejenere edilmelidir. . Asitten Zn uzaklaştırılmalıdır. . Asitleme solüsyonu flux (eritici madde) üretimi için kullanılmalıdır. . Asitleme solüsyonu nötralizasyon için kullanılmamalıdır. . Asitleme solüsyonu emülsiyon kırma için kullanılmamalıdır. 	HCl 2 - 30 mg/Nm ³
Yıkama (Durulama)	
<ul style="list-style-type: none"> . Ön-muamele tankları arasında iyi drenaj . Yağ uzaklaştırma ve asitle temizlemeden sonra yıkamanın uygulanması . Statik yıkama veya yıkama kaskatları . Yıkama suyunun yeniden kullanımı. Atıksu oluşumunu sıfırlamak ya da atıksu çıkması kaçınılmaz ise arıtma tesisi kurulmalıdır. 	

Tablo 7: Kesikli Galvanizleme hattı için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

Mevcut En İyi Teknikler / BAT Hakkında Ayrı Görüşler	BAT İlgili Emisyon ve Tüketim Düzeyleri
Fluxing (Eritken muamelesi)	
<p>. Havuz parametrelerinin kontrolü ve proses hattından emisyonu daha da azaltmak için önemli olan kullanılmış eritkenin optimize edilmiş miktarı</p> <p>. Eritken havuzları için: içten ve dıştan eritken havuz rejenerasyonu</p>	
Sıcak daldırma	
<p>. Daldırmadan kaynaklı emisyonun tutulması için hattın üstünün kapatılması veya kenardaki bir açıklıktan emiş yapılarak, çıkan emisyonun toz tucudan geçirilerek içerisindeki tozun alınması.</p> <p>. Tozun içerde veya dışarda tekrar kullanımı, ör. eritken üretimi için. Geri dönüşüm sırasında dioksin birikiminin olmamasına dikkat edilmelidir.</p>	
Zn-içeren atıklar	
<p>. Yağmu ve rüzgardan korumalı ayrı bir şekilde depolanmalıdır. Demir dışı metal veya başka sektörlerde değerlendirilmelidir.</p>	

Tablo 7'nin devamı: Kesikli Galvanizleme hattı için, BAT ve bunların emisyon/tüketim düzeyleri hakkında çok önemli bulgular

BÖLÜM A

Sıcak ve Soğuk Şekillendirme

(Çelik Haddeleme ve Çekme)

A.1 GENEL KAPSAMDA SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRME

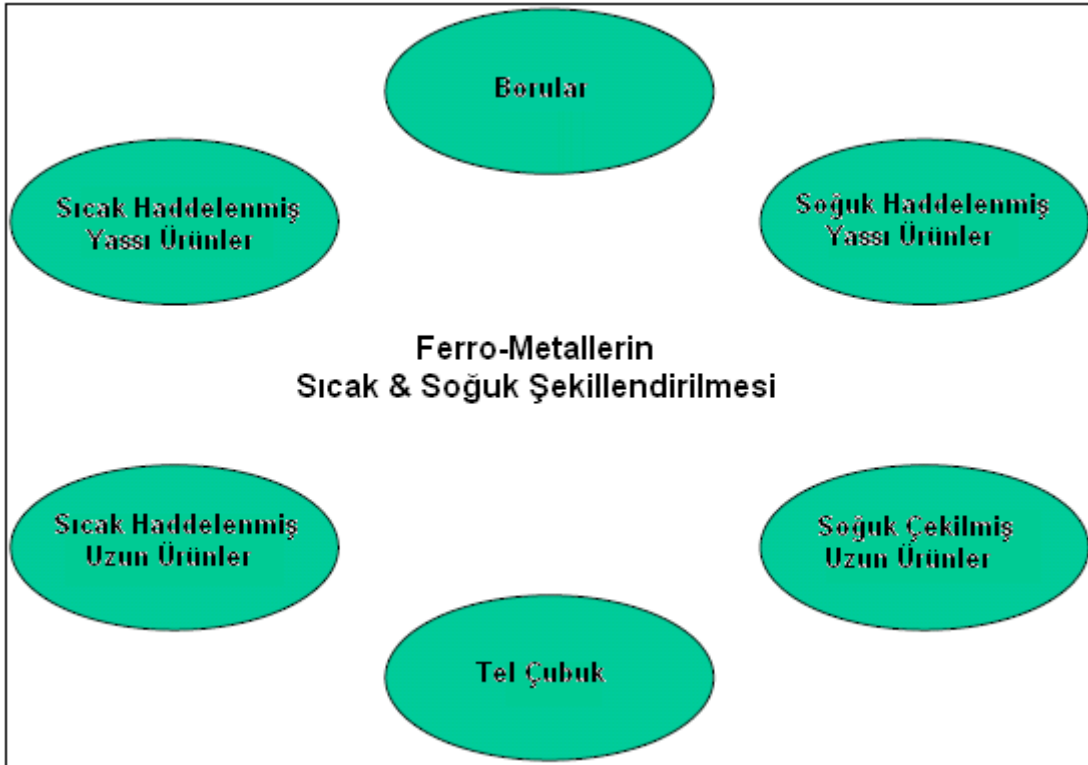
Ferro-metal işleme sektörünün sıcak ve soğuk şekillendirme kısmı; sıcak haddeleme, soğuk haddeleme ve çeliğin çekilmesi gibi farklı üretim metotlarından oluşmaktadır. Farklı üretim yöntemleri ile birlikte yarı mamul ve mamullerin büyük bir çeşidi üretilmektedir.

Ferro-metal sektörü ile ilgili olan literatür, sektörün bölümlenmesi ve planlanmasının bir çok yöntemini kullanmaktadır. Ayrıca verinin dağıtımı için de bir çok yöntem kullanmaktadır. Bazı raporlar (bilgiler) şekillendirme yöntemine ilişkin olarak sıcak-soğuk; ve ya son ürünün şekline ilişkin olarak yassı - uzun oluşunu ayırt eder.

Diğerleri (v.b. NACE) şu gruplara ayrılır; demir ve çelik üretimi (sürekli kaplama şerit gibi sıcak ve soğuk hadde ürünlerinin birçoğunu içerir), çelik boru üretimi ve çeliğin diğer ilk işlemleri (soğuk çekme, ince şerit soğuk haddeleme, tel-çubuk çekeme, v.s.).

Sektör ile ilgili genel bilgilerin, istatistiksel verilerin (verimlilik, tesislerin sayı ve boyutları, dağılımları v.s.) ve ekonomik bilgilerin bir araya getirilmesi, veriler için mevcut kaynakların büyük bir bölümünün sektörün farklı dağılımlarını ve farklı esaslarını kullanması kadar zordur, böylece verilen bilgi ile karşılaştırma yapmak imkansızdır.

Bu BREF de sıcak ve soğuk şekillendirme sektöründeki genel bilgileri sunmak için Şekil A.1.1 de gösterildiği gibi imal edilen ürünlere uygun olarak bir taslak seçilmiştir.



Şekil A.1-1: Bu BREF in kapsadığı sıcak ve soğuk şekillendirilmiş ürünler.

A.1.1 Sıcak Haddelenmiş Yassı Ürünler

Avrupa Birliğindeki sıcak haddelenmiş (SH) ürünlerin toplam üretimi, 1994 de (EGKS95) 131.7 milyon ton' dan 1996 da (Stat97) 127.8 milyon ton' a düşmüştür. Kabaca, bu sıcak haddelenmiş ürünlerin % 62 si bu kategoriye girmektedir : yassı mamul yıllık üretimi 79.2

milyon ton dur. Tablo A.1-1, 1996' daki her üye ülkeler için özel yassı ürünlerin üretim verilerini sunmaktadır.

	SH Geniş Yassılar (1000 t)	SH Dar Şerit (1000 t)	SH Geniş Şerit (1000 t)	SH Plaka (1000 t)	Toplam SH Yassı Ürünler (1000 t)
Avusturya	0	0	2621	340	2961
Belçika	0	0	9350	566	9916
Danimarka	0	0	0	388	388
Finlandiya	0	0	1670	576	2246
Fransa	1	0	9871	845	10717
Almanya	103	623	19138	2748	22612
Yunanistan	0	9	346	4	359
İrlanda	0	0	0	0	0
İtalya	185	48	8061	1385	9679
Lüksemburg	0	0	0	0	0
Hollanda	0	0	4136	15	4151
Portekiz	0	0	0	0	0
İsveç	46	32	2832	569	3479
İspanya	0	190	3385	575	4150
İngiltere	88	145	7396	958	8587
Toplam	423	1047	68806	8969	79245

Referans yılı 1996

Tablo A.1-1 : 1996'daki (stat97) Avrupa Birliği Yassı Ürünlerin Üretimi

Sıcak haddelenmiş yassı mamullerin toplam üretimi göz önüne alındığında, Almanya takip eden üreticilerin (Fransa, Belçika, İtalya ve İngiltere) üretimlerin iki katından daha fazla olarak en büyük üreticidir. Sıcak haddelenmiş ürünlerin çok büyük farkı geniş şerittir.

1993 yılı başlarında, yassı ürünler için 74 üretim ünitesi AB 12'de işletmedeydi. Bu tesislerin sayıları ve boyutları Tablo A.1-2'de verilmiştir.

	Tesislerin Toplam Sayısı	Toplam Ort. Saatlik Teknik Kapasite (t/h)	Ort.Saatlik Teknik Kapasitesi 20t/h' i Tesislerin Sayısı
Dar Şerit Haddehaneleri	17	45	15
Geniş Şerit Haddehaneleri	25	474	25
Ağır ve Orta Plaka Hadd.	32	109	23
Levha Haddehaneleri	7	12	
Üniversal Yassı Haddehaneler	2	31	
Sıcak Geniş Şerit Tekrar Haddeleme Haddehaneleri	8	677	

Tablo A.1-2: Yassı Ürün Üretimlerinin Avantajlarının Ölçüsel Dağılımı

A.1.2 Sıcak Haddelenmiş Uzun Ürünler

SH ürünlerinin kalan %38'i uzun ürün olarak adlandırılmıştır. Bütün üye ülkeler için üretim rakamları Tablo A.1-3'de verilmiştir.

	Ray Malzemesi (1000 t)	Ağır Kesitler / Profiller (1000 t)	Kuvvetlendirilmiş Çelik Barlar (1000 t)	Ticari Barlar (1000 t)	Tel Çubuk (1000 t)	Toplam SH Uzun Ürünler (1000 t)
Avusturya	238	0	159	90	389	876
Belçika	0	61	8	174	805	1048
Danimarka	0	0	58	158	0	216
Finlandiya	1	0	91	210	294	596
Fransa	255	303	923	1215	1766	4462
Almanya	243	1914	1566	1287	5268	10278
Yunanistan	0	0	635	56	197	888
İrlanda	0	311	0	0	0	311
İtalya	106	927	3725	3538	3270	11566
Lüksemburg	55	1255	282	260	463	2315
Hollanda	0	0	453	0	152	605
Portekiz	0	0	523	0	138	661
İsveç	48	17	128	587	107	887
İspanya	64	1180	2315	1381	1883	6823
İngiltere	211	1951	650	2071	2147	7030
Toplam	1221	7919	11516	11027	16879	48562

Tablo A.1-3: 1996'daki AB 15'de Uzun Ürünlerin Üretimleri (Stat97)

İki büyük üretici ülke olan İtalya ve Almanya'yı, İngiltere ve İspanya takip etmektedir. Her bir üretimin yaklaşık dörtte bir payıyla birlikte güçlendirilmiş ve ticari barlar tarafından takip edilen, kabaca toplam üretimin üç de biri anlamına gelen tel çubuk üretimi tonaj bakımından uzun ürünler sektörünün büyük bir kısmını oluşturur.

Tablo A.1-4 uzun ürün üretiminin avantajları için ölçü dağılımını derlemektedir. 1993'de toplamda 306 ünite işletmedeydi.

Saatlik Teknik Kapasite (STK) (t/saat)	<20	20-39	40-59	60-79	80-99	100-119	120-139	>=140	Toplam
Uzun Ürünler	89	56	53	44	28	14	10	12	306
Sadece Ağır Kesitler	3	2	5	4	3	6	1	3	27
Sadece Tel Çubuk	4	7	7	8	5	3	2	3	39
Tel Çubuk + Bobinlerde Güçlendirilmiş Barlar	0	3	3	2	4	0	4	3	19
STK (t / saat)	<30	30-49	50-69	70-89	>=90				Toplam
Ağır Kesitler + Kütükler	3	2	4	3	1				13
STK (t / saat)	<20	20-39	40-59	60-79	80-89	>=90			Toplam
Sadece Kütükler	55	12	12	7	2	1			89
STK (t / saat)	<20	20-39	40-59	60-79	80-99	100-149			Toplam
Kütükler + Boyuna Güçlendirilmiş Barlar	3	5	4	2	7	2			23

*Ekstrüzyon presi, demir dövme makinesi ve levha yığma şekillendirme hatları hariç.

Tablo A.1-4: Uzun Ürün Üretim Avantajlarının Ölçüsel Dağılımı (EUROSTAT)

A.1.3 Borular

Dünyadaki toplam üretimin %20,9'luk üretim değeri ile birlikte, Japonya ve A.B.D tarafından takip edilen Avrupa Birliği çelik boru üreticilerinin en büyüğüdür. Avrupa çelik boru sanayisi çok güçlü bir yapıya sahiptir. Avrupa Birliği toplam üretiminin kabaca %90'nını; Almanya, İtalya, Fransa, İngiltere ve İspanya sağlamaktadır. Bazı ülkelerde tek bir şirket ulusal üretimin %50 veya fazlasını sağlayabilmektedir. Büyük entegre çelik boru üreticilerine (başlıca dikişli

boru üretimi yapanlar) ilaveten, oldukça çok sayıda bağımsız küçük ve orta ölçekli firmalar da bulunmaktadır. Genelde küçük tonajlarda, yüksek değerli pazarlarda çalışan bazı üreticiler, özel müşteri şartnamelerine uygun, özel ölçü ve sınıfların üretimine yoğunlaşmışlardır. 1994'ün sonunda, Avrupa Birliğinde tahmini 245 yatırıma ait 280 üretim ünitesi vardı. Bunlardan 67 tanesi dikişli ve dikişsiz soğuk boru çekme üzerine yoğunlaşmıştır (Pan97).

Avrupa Çelik Boru Birliği istatistiksel bilgileri – 1994 ve AB 12 için – tahmini 193 şirkete ait olan 252 üretim hattından söz etmektedir (CEAM).

Çelik borular; imalat yöntemi, hammaddeler ve yatırım ihtiyaçları olmak üzere birbirinden farklı 3 ürün kategorisini kapsar. Bu 3 kategori aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır;

1. Dikişsiz Borular
2. Dış çapı 406,4mm üzerindeki dairesel kesitli dikişli çelik borular
3. Dairesel kesitli olmayan dikişli çelik borularla birlikte dış çapı 406,4mm'ye kadar dairesel, 406,4mm de dahil, kesitli dikişli çelik borular.

Farklı kategori (örn. dikişsiz ve dikişli borular) ve farklı sınıftaki (örn. ticari, yüksek kaliteli) bazı boruların aynı haddede üretildiğinin farkına varılmıştır.

Üretilen boruların yaklaşık %26,4'ü dikişsiz, kalan %73,6'sı dikişli boru olup bununda %18,9'u büyük çaplı borulardır. Toplam çelik boru sektörünün büyük bir kısmı %54,7'lik payla küçük çaplı borulardır (CEAM).

Tablo A.1-5; Bireysel üye ülkeler için çelik boru üretimini, işletmelerin sayısını ve çalışanların sayısını göstermektedir.

	Dikişsiz Çelik Borular (1000 t) ¹	Dikişli Çelik Borular (1000 t) ¹	Toplam Çelik Borular (1000 t) ¹	Üretim İşletmeleri Sayısı ²	Çalışan Sayısı ²
Avusturya	234	255	489	N/A	N/A
Belçika	---	118	118	3	554
Danimarka	---	60	60	4	1100
Finlandiya	---	330	330	N/A	N/A
Fransa	566	834	1400	32	8785
Almanya	1295	1991	3286	65	22774
Yunanistan	N/A	N/A	N/A	26	840
İrlanda	N/A	N/A	N/A	1	45
İtalya	711	2508	3219	49	9050
Lüksemburg	---	95	95	N/A	N/A
Hollanda	---	393	393	5	775
Portekiz	---	---	---	2	380
İsveç	131	90	221	N/A	N/A
İspanya	242	662	904	29	4200
İngiltere	73	1215	1288	36	6325
Toplam	3252	8551	11803	252	54828

¹ Referans Yılı 1996 , ² Referans Yılı 1994.

Tablo A.1-5: Çelik Boru Üretimi , Tesis ve Çalışanlar Sayısı (CEAM)

Tablo A.1-6'da görülebileceği gibi, dikişli çelik boru üreten tesisler, 500'den fazla çalışanı olan 22'si hariç toplam 161 tesisler, ağırlıklı olarak küçük ve orta ölçekli tesislerdir. Dikişsiz çelik boru üretimi yapan tesislerde bu sonuç çok belli değildir, 32 tesisten 13'ü hariç diğerleri büyük tesisler olarak nitelendirilebilir.

	Şirketlerin Sayısı				Toplam
	Küçük Tesisler (<100*)	Orta Tesisler (100-499*)	Büyük Tesisler (500-999*)		
			(>1000*)		
Dikişsiz Borular	5	14	6	7	32
Dikişli Çelik Borular	78	61	14	8	161
Dikişli Borular DÇ>406,6mm	6	17	2	2	27
Dikişli Borular DÇ≤406,4mm	72	44	12	6	134
Toplam	83	75	20	15	193

*Çalışanların Sayısı

Tablo A.1-6: 1994'deki Boru Tesisleri Sayısı ve Boyutları

A.1.4 Soğuk Haddelenmiş Yassı Ürünler

AB 15'de 1994'deki soğuk haddelenmiş ürünlerin toplam üretimi 39,7milyon tondu. Paslanmaz ve elektrik levha üretimi sırasıyla 2,3 ve 1,14milyon tondu, toplamın %6,4 ve %3,2'sini simgelemektedir.

Soğuk Haddelenmiş Geniş Şerit

1996'daki soğuk haddelenmiş şerit ve plaka üretimi 39,6 milyon tondu (EUROFER CR). Tablo A.1-7 bireysel üye ülkelerin soğuk haddelenmiş levha ve şerit üretimini vermektedir. Tablo A.1-8'de AB'deki farklı soğuk haddeleme haddehanelerinin sayıları ve üretim kapasiteleri gösterilmektedir.

	Soğuk Haddelenmiş Levha ve Şerit Üretimi (1000 t)
Avusturya	1289
Belçika	3852
Danimarka	0
Finlandiya	890
Fransa	6296
Almanya	10615
Yunanistan	380
İrlanda	0
İtalya	4271
Lüksemburg	336
Hollanda	2088
Portekiz	202
İsveç	1174
İspanya	3093
İngiltere	4026
Toplam	38512

Tablo A.1-7: 1996'daki Soğuk Haddelenmiş Levha ve Şerit Üretimi (Stat97)

	Haddehane Sayısı	Ort. Saatlik Teknik Kapasite (t / h)	1993'den Sonraki Planlı Kapanışlar
Geniş Şerit Tandem Haddehaneleri	44	138	2
Geniş Şerit Tersinir 4'lü Yüksek Haddehaneler	36	31	---
Geniş Şerit Çoklu Silindir Soğuk Haddehaneler	43	16	---
Yüzey Pasolu haddehaneler	91	63	4

Tablo A.1-8: Soğuk Haddelenme Haddehanelerinin Sayısı ve Nominal Kapasiteleri (EUROSTAT)

Soğuk Haddelenmiş (Dar) Şerit

Şirket sayısı 1989'da 166 iken 1995 yılında 141'e düşmüştür; bunların 61 tanesi Almanya'da, 22 tanesi İtalya'da, 16 tanesi İngiltere'de, 15 tanesi Belçika/Lüksemburg'da, 13 tanesi Fransa'da, 10 tanesi İspanya'da, 2 tanesi Yunanistan'da, 1 tanesi Portekiz'de ve 1 tanesi de Hollanda'dadır. 1994'de AB'deki üretim kapasitesi 2,98 milyon tondu (Pan97).

Soğuk haddelenmiş şerit üretimi farklı üretim sektörlerine bölünebilmektedir: 500mm'den küçük enine sahip dar sıcak şeridin soğuk haddelenmesi (Soğuk Hadde Şeridi olarak adlandırılır) ve geniş sıcak haddelenmiş plakanın soğuk haddelenmesi ve sonraki de dilimleme (dilimli şerit olarak adlandırılır). AB'deki toplam dar şerit ihtiyacının yaklaşık 3'te 2'si dilimlenmiş geniş plakalar tarafından üretilir (Bed95).

AB (15)'deki Soğuk haddelenmiş şerit endüstrisi hem çok güçlü hem de parçalanmıştır. Üretimin %50'lik kısmı en büyük 10 firmaya aitken, kalan %50'si de diğer 140 firmaya aittir. Sektörün olağan yapısı, şirket yapısı ve endüstri yoğunluğundaki ulusal farklılıklar tarafından belirlenmektedir. Örneğin; İspanya'da önemli sayıdaki büyük şirketler düşük miktarlarda şerit üretirken, Fransa'daki küçük şirketler özel hassasiyet gerektiren yüksek miktarlarda şerit ürünler üretmektedirler. AB (15) üretiminin yaklaşık %57'si ile pazara egemen olan büyük şirketlerin çoğunluğu Almanya'da bulunmaktadır (1994'de 1,57milyon). Bununla birlikte, şirketlerin çoğunluğu küçük ya da orta ölçekli firmalar olarak sınıflandırılmaktadır (bed95).

Tablo A.1-9'da AB'deki şirketlerin dağılımı ve ortalama büyüklükleri verilmektedir.

	SH Şerit Ürünlerinin Sayısı	İşletme Başına Ort.Üretim(1000t)	Ortalama Çalışan Sayısı
Almanya	60	26	167
İtalya	22	18	58
İngiltere	16	13	73
İspanya	10	18	80
Fransa	13	7	80
Avrupa'nın Geri Kalanı	30	11	70
Toplam AB (15)	151	18	109

Referans Yılı 1994

Tablo A.1-9: Soğuk Haddelenmiş Şerit Tesislerinin Dağılımı ve Ortalama Şirket Boyutları

Aşağıdaki bilgilerle birlikte 1994 için AB (15)'deki soğuk haddelenmiş şerit üretimi 2,77milyon ton olarak tahmin edilmiştir;

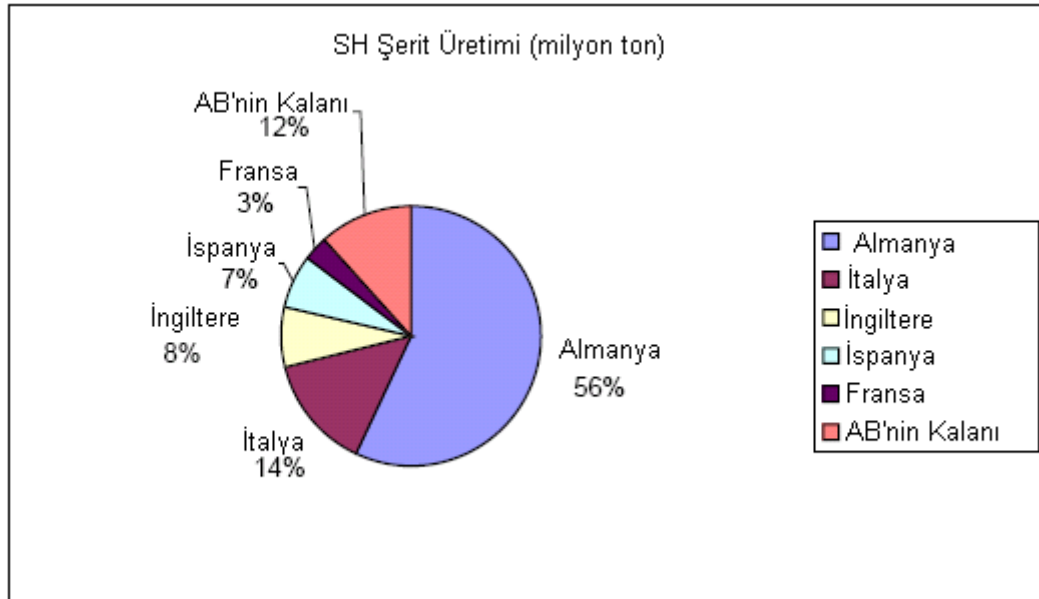
- 2,09 milyon tonu alaşimsız çelik şeritler (C içeriği<0,25%)
- 0,46 milyon tonu alaşimsız çelik şeritler (C içeriği>0,25%)
- 0,12 milyon tonu kaplama çelik şerit
- 0,10 milyon tonu HSS ve diğer alaşımlı çelikler.

Ülkeler tarafından toplam şerit üretiminin (Soğuk haddelenmiş şerit ve dilimli şerit) incelemesi Tablo A.1-10, Şekil A.1-2 ve Şekil A.1-3’de verilmiştir.

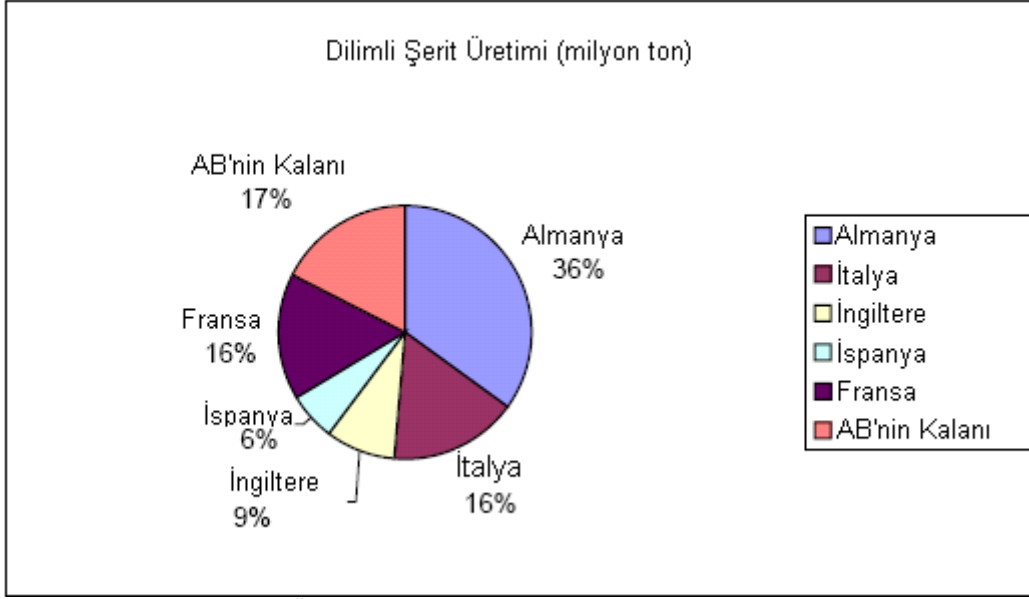
	SH Şerit Üretimi (1000 t)	Dilimli Şerit Üretimi (1000 t)	Toplam Şerit Üretimi (1000 t)
Almanya	1570	1950	3520
İtalya	390	900	1290
İngiltere	210	500	710
İspanya	180	330	510
Fransa	90	900	990
AB'nin Geri Kalanı	320	970	1290
İsveç	140		
Benelux	100		
Yunanistan	30		
Portekiz	30		
Finlandiya	10		
Avusturya	10		
Toplam	2760	5550	8310

Referans yılı 1994

Tablo A.1-10: Soğuk Haddelenmiş Şerit ve Dilimli Şerit Üretimi (Bed95).



Şekil A.1-2: 1994'deki SH Şerit Üretimi(Bed95).



Şekil A.1-3: Dilimli Şerit Üretimi (Bed95).

A.1.5 Soğuk Çekilmiş Uzun Ürünler / Parlak Çelik Barlar

1994'de AB'de parlak çelik barlarının üretimi yaklaşık olarak 2,4 milyon tondur. 1988 yılında 154 olan şirket sayısı 1995 yılında 130'a kadar düşmüştür; bunların 46 tanesi Almanya'da, 26 tanesi İspanya'da, 25 tanesi İtalya'da, 15 tanesi İngiltere'de, 14 tanesi Fransa'da, 2 tanesi Portekiz'de, 1 tanesi Danimarka'da ve 1 tanesi de Belçika'dadır. Parlak çelik barlar, yüksek kaliteli temel malzemelerin zorunlu olduğu motorlu taşıtlar, mekanizmalar, elektrik ekipmanları ve diğer endüstriyel ürünleri üreten sanayiler tarafından kullanılırlar (Pan97).

A.1.6 Tel

Bu konuda; Japonya ve Kuzey Amerika tarafından takip edilen Avrupa Birliği dünyanın en büyük tel çekme endüstrisine sahiptir. Yılda 6 milyon ton tel üretimi yapmaktadır. Dikenli tel, ızgara teli, çit teli, file teli ve çiviler gibi çeşitli tel ürünlerini içeren bu sektörün üretimi yılda 7 milyon tonu aşmaktadır. Avrupa tel çekme endüstrisi, ortalama 121 çalışanı olan ve şirket başına yıllık 13,7 milyon Avro ciroya sahip orta ölçekli çok sayıda özelleştirilmiş şirketler olarak nitelendirilmektedir. Bununla birlikte, bu endüstrinin randımanı sayıları az olan büyük üreticiler tarafından bastırılmaktadır. Şirketlerin yaklaşık %5'i endüstri randımanının %70'ine tekabül ettiği tahmin edilmektedir (%90 için şirketlerin %25'i).

Geçmiş 10 yılı aşkın süredir, bağımsız tel çekme şirketleri hızlı ve dikey bir şekilde entegre olmuşlardır. Akış yönündeki tel çekme ve bitmiş tel ürünlerin üretimi yüksek derecede entegrasyon göstermiştir, fakat aynı zamanda akış yönünün tersine tel çekme ve tel çubuk üretim endüstrisi ve çelik üretimi arasında da bir entegrasyon söz konusuydu. Avrupa'daki tel çekicilerin yaklaşık olarak %6'sı çelik tel üretiminin yaklaşık %75'ini temsil eden entegre üreticilerdir (C.E.T.).

İtalya (yaklaşık %22), İngiltere, Benelux (çoğunlukla Belçika), Fransa ve İspanya tarafından takip edilen tel üretiminin %32'sine sahip olan Almanya en büyük çelik tel üreticilerindedir. Diğer üye ülkeler olan İsveç, Avusturya, Yunanistan ve Portekiz de küçük çaplı tel çekme sanayisine sahiptirler. Tablo A.-11'de AB'deki tel çekme donanımlarının dağılımları, özel üye ülkeler için tesislerin boyut ve sayıları verilmektedir.

	Tel Üretimi (1000t) ¹	Tel Ürünler (1000t) ¹	Tesislerin Sayısı ²	Tesis Başına Ort. Çalışan Sayısı ²
Avusturya	120	115	2	N/A
Benelux	619	246	20	325
Danimarka	N/A	N/A	N/A	N/A
Finlandiya	N/A	N/A	N/A	N/A
Fransa	406	102	36	136
Almanya	1908	89	85	125
Yunanistan	140	60	2	N/A
İrlanda	N/A	N/A	N/A	N/A
İtalya	1250	300	74	58
Portekiz	82	30	2	N/A
İsveç	135	63	11	85
İspanya	463	138	26	N/A
İngiltere	735	105	25	110
Toplam	5858	1248	283	121

1 Referans Yılı 1996

2 Referans Yılı 1994

Tablo A.1-11: AB'deki Tel Çekme Endüstrisi (C.E.T.) (Avrupa-Stratejileri)

A.2 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRMEDE UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER

Bu BREF te değinilen sıcak ve soğuk şekillendirme faaliyetleri sıcak haddeleme, soğuk haddeleme çeliklerin çekilmesidir.

A.2.1 Sıcak Haddehane

A.2.1.1 Proses Yapısı

Sıcak haddelemede slab, kütük, blum veya ingotların boyut, şekil ve metalurjik özellikleri, sıcak metalin (1050 - 1300 C° sıcaklıkları arası) elektrik tahrikli merdaneler arasında ezilmesi ile değiştirilir. Sıcak haddeleme için kullanılacak çelik, proses akışına ve üretilecek mamule göre farklı şekil ve formda olabilir.

İngot döküm, çoğunlukla kare kesit alanlı olup, slab ve blum haddelemesinde kullanılacak olan slab ve blumların üretiminde kullanılır. Bunun ötesinde slablar ve blumlar başka haddehanelerde şerit ve levha olarak işlenirler. Son zamanlarda ingot döküm ve blum döküm, sürekli dökümün bu aşamaları eskitmesinden dolayı azalmıştır. Yaklaşık olarak Avrupa'da üretilen ham çeliğin yüzde 93.7'sinin, slab veya kütük olarak sürekli dökümü yapıldı. Çeliğin yalnızca küçük bir bölümü bazı özel ürünlerde kullanılmak üzere ingot üretmek için farklı kalıplara dökülmüştür.

Slablar, Genişliği 400 mm'den 2500 mm'ye kadar ve kalınlığı 40 mm'den 500 mm'ye kadar olan yaası ürünlerin haddelenmesinde kullanılan yarı mamul sürekli döküm ürünleridir.

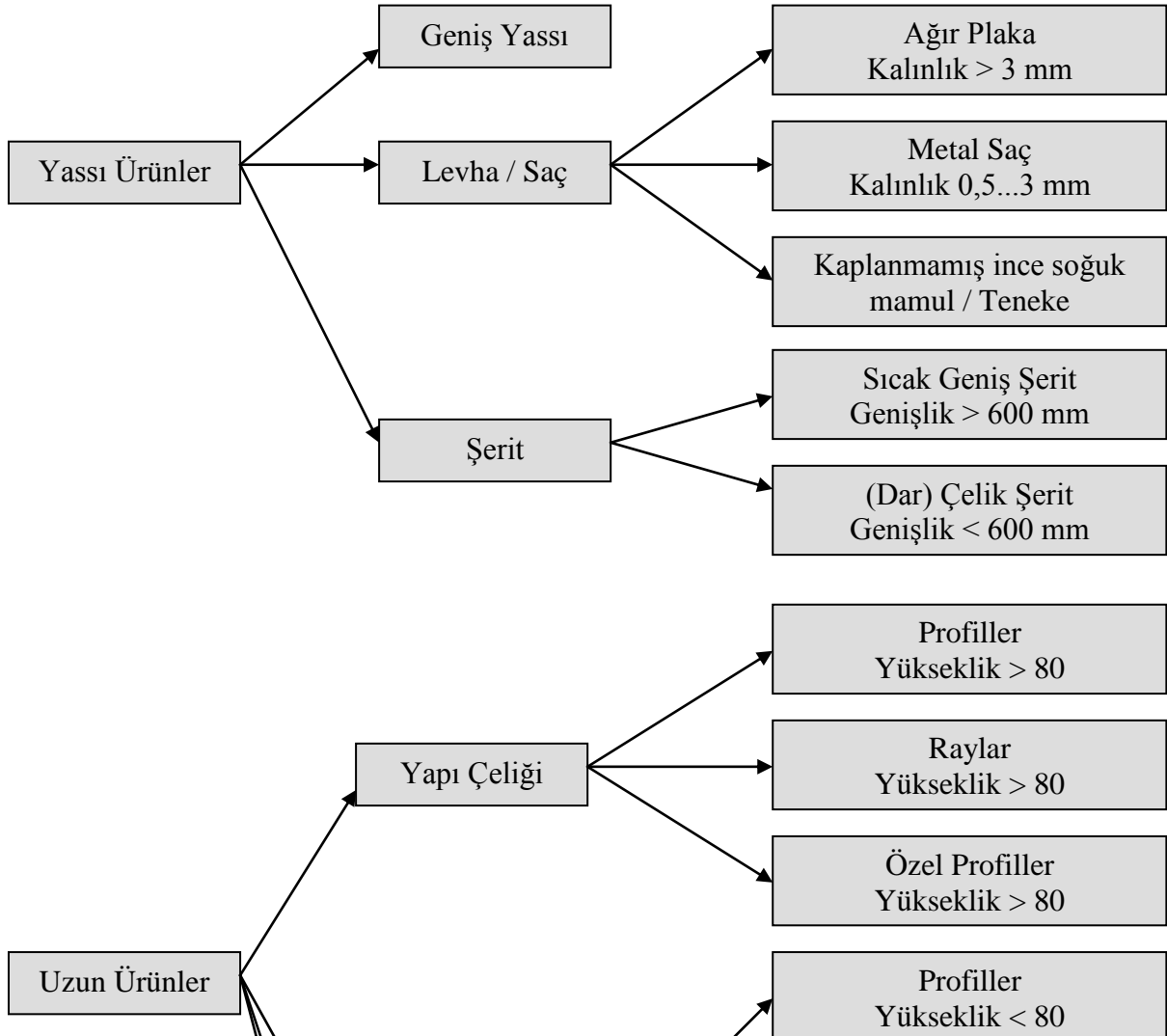
Kütükler, kare veya dikdörtgen şeklinde ve kesit alanları 2500 mm²'den 14400 mm²'ye kadar olup (50x50 mm'den 120x120 mm'ye kadar) ve kare veya dikdörtgen şeklinde ve kesit

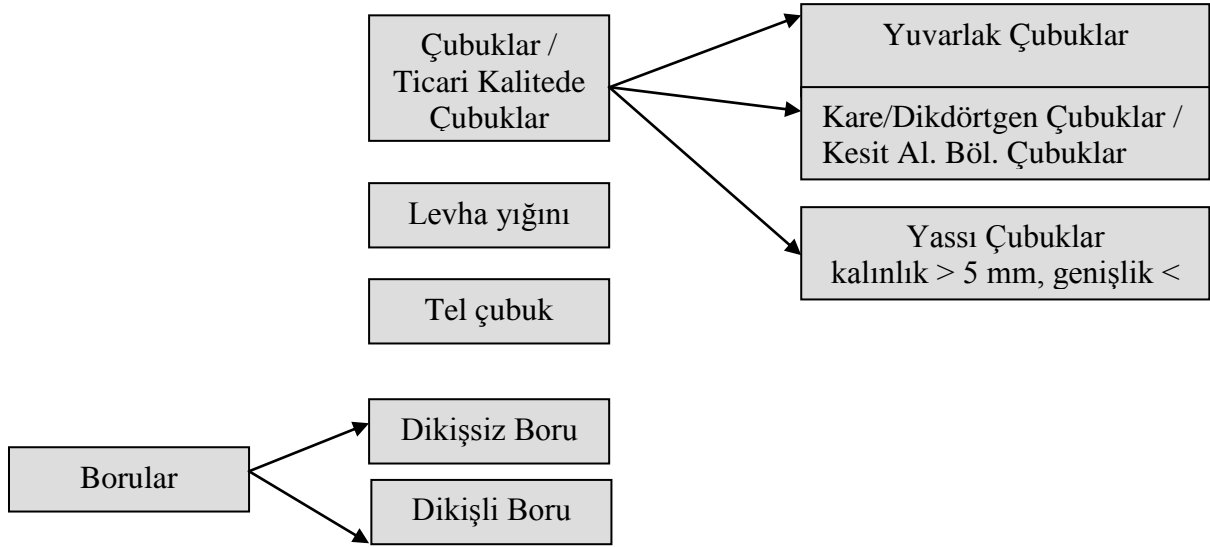
alanları 14000 mm²'den yaklaşık 10000 mm²'ye kadar olan **blumlar**, uzun ürünlerin haddelenmesinde kullanılan yarı bitmiş sürekli döküm ürünleridir.

Özel profil kütükleri 170x240 mm'den 500x1120 mm'ye kadar olup neredeyse net şekilde sürekli olarak dökülür. Bu özel profil kütükleri, çubukların haddelenmesinde kullanılır [EUROFER HR].

Sıcak haddehaneler genellikle aşağıdaki proseslerden meydana gelir:

- Girdinin alevle yüzey temizliği (Skarf ing) ve taşlama
- Haddeleme sıcaklığına kadar ısıtma
- Tufal giderme
- Haddeleme (genişliğin azaltılması da dahil olmak üzere hazırlama, son boyut ve özelliklere kadar haddeleme)
- Tamamlama (baş ve sondaki bozuk kısımları kesme, dilimleme, kesme)
- Sıcak haddelemeden gelen mamuller, şekillerinin yassı veya uzun olmalarına göre iki temel grupta toplanır. Bu belgede borular, uzun ürün ifadesi ile tanımlanmıştır. Şekil A.2-1'de çeşitli uygulama ve prosesler için yapılan ürünlerin genel yapısı görülmektedir.





Şekil A.2-1: Sıcak Haddelenmiş Ürünler

Sıcak Haddehaneler, ürettikleri ürün tipine ve tasarımlarına göre sınıflandırılır. Sonraki bölümler farklı hadde planları ve üretim aşamaları hakkında ayrıntılı bilgi verir. Farklı haddelerde de birbirine benzerlik gösteren proseslerin aşamalarına özgü daha detaylı bilgiler ilgili bölümlerde verilmiştir.

A.2.1.1.1 İngottan Blum / Slab Haddehaneleri

İngottan blum / slab haddehaneleri , ingot dökümlerden daha sonraki haddeleme işlemlerinde kullanılmak için, blum ve slab gibi yarı mamul üretimde kullanılır. Ham malzeme tav çukurlarında 1300 C°'ye kadar ısıtılır ve ağır iki yüksek geri dönüşümlü tezgah üzerinde 15 – 30 paso geçirilerek şekillendirilir.

Haddelenen malzeme tezgah boyunca ilerler ardından manipölatörlerin yardımıyla konumlandırılır ve merdaneler arasındaki boşluğa doğru beslenir. Malzeme uzun eksenli boyunca her bir pasoda tekrarlı olarak 90 °C döndürülür.

İngottan blum/slab haddehane tezgahları arasındaki ana fark slab haddelemesinde kullanılan tezgahların daha yüksek olmasıdır. Buda ürün karakteristiği ile ilişkilidir, slab haddehaneleri genellikle üst merdaneler için daha fazla yüksekliğin gerekli olduğu yassı yarı mamul ürün haddelemesinde kullanılır,

Diğer haddeleme sistemi ise universal ingottan slab haddeleme tezgahıdır. İşleyen merdane düzenekleri dikey ve yatay olarak dizi halinde yerleştirilmiştir. Dikey merdaneler dar bölgeleri haddelerler.

Haddelenmiş yarı mamul ürünler her iki uç kısımlardan makaslar ile kırılır ve istenen ölçülerde bölünür. Ürünün yüzey kusurları alevli yüzey temizleme ile giderilebilir.

Sürekli döküm ürünlerinin artışı ile, ingottan slab ve blum yapımının sayısında ve öneminde düşüşler meydana gelmiştir. 1988'den 1993'e kadar 18 azalarak toplamda 67 ye düşmüştür.

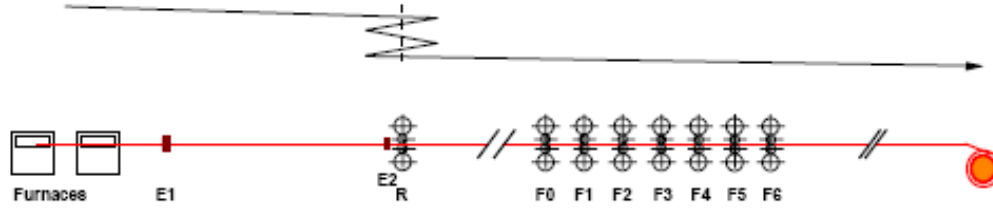
	İşletme sayısı	Ortalama Kapasite
Blum Haddehanesi	13	85
Blum ve Kütük	8	84
Blum ve Slab	13	187
Blum, Slab, Kütük	6	109
Slab Haddehanesi	5	284
Kütük Haddehanesi	20	83
Kütük ve Slab	2	122
Toplam	67	122

Tablo A.2-1 : Yarı mamul üretim haddehaneleri [EUROSTAT]

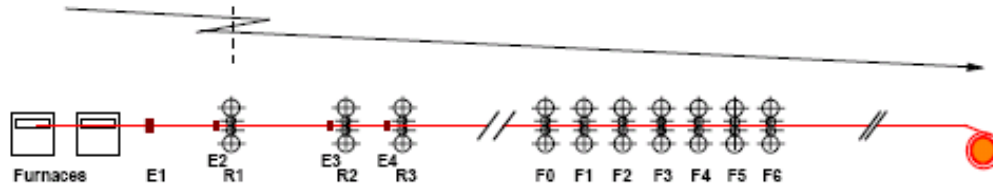
A.2.1.1.2 Sıcak Şerit Haddehanesi

Sıcak şerit üretimi için 1200 –1250 C' ye kadar ısıtılmış slab , tufal gidermeden sonra kaba hadde bölgesinde kalınlık yaklaşık 120-300 mm' den, 20-50 mm.(transfer bar)' ye kadar düşürülür. Kaba hadde bölgesinde kenar ezme tzhahı da vardır ve genişlikler burada nihai hale gelir.

Kaba hadde, tek hadde tezgahından tersinir olarak birkaç paso geçirilerek yada birkaç hadde tezgahından bir kerede geçirilerek yapılır. Sıcak haddehane tasarımları aşağıdaki tablodaki gibi birkaç şekilde olabilir (yarı sürekli sıcak şerit haddehanesi, $\frac{3}{4}$ sürekli sıcak şerit haddehanesi ve sürekli şerit haddehanesi gibi).

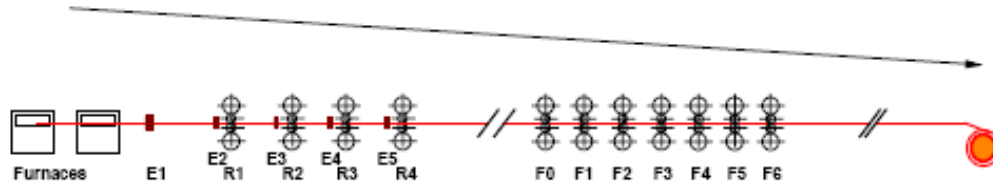


Yarı-sürekli sıcak şerit haddehanesine ait tipik bir konfigurasyon



Typical configuration of 3/4 continuous hot strip mill

3/4 sürekli sıcak şerit haddehanesine ait tipik bir konfigurasyon



Typical configuration of fully continuous hot strip mill

E = Kenar ezici Sürekli sıcak şerit haddehanesine ait tipik bir konfigurasyon

Şekil A.2-2: Tipik sıcak şerit haddehane dizaynları [EUROFER HR]

Şerit ön malzemesi haline getirilen malzeme, merdaneli masalar yardımı ile çoğu durumda bobin kutusu ile birlikte bulunan bitirme hattına yönlendirilir (Şerit Hadde). Şerit hadde bölgesinde kalınlık 1,2 - 20 mm arasında (Müşteri isteğine göre) düşürülür.

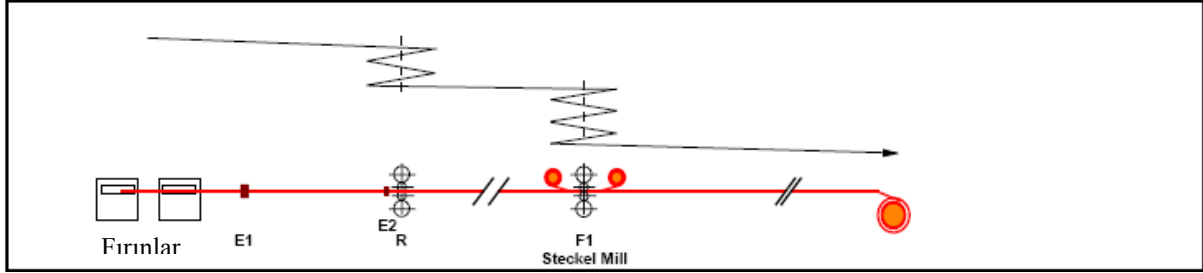
İstenen kalınlığa haddelenen malzeme bobin olmadan önce istenen sıcaklığa kadar soğutulur (Çelik kalitesine göre farklı bobin olma sıcaklığı vardır.) ve istenilen teknolojik parametrelerin (dayanım, sertlik, vb.) gerçekleştirilmesini sağlar.

İstenilen kalınlığa kadar haddelenen ve soğutulan malzeme bobin sarma ekipmanları kullanılarak bobin haline getirilir.

Sıcak haddelenmiş malzemeler soğuk haddehane için girdi olduğu gibi, boy kesilmek üzere makaslara, dilinmek üzere dilme hattına veya direkt müşteriye gönderilirler.

Dörtlü haddeme Tezgahı (Steckel Mill)

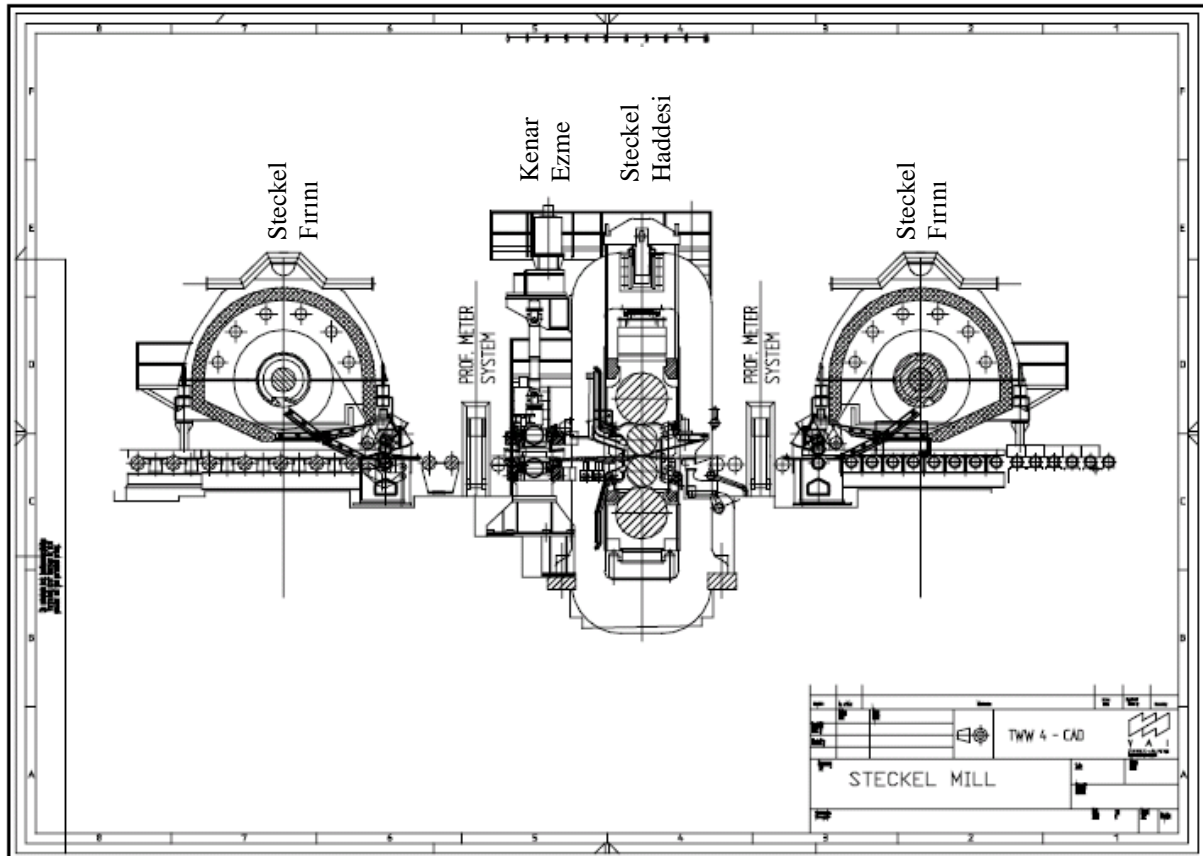
Sıcak şerit, dörtlü haddeme tezgahı (Steckel mills) isimli tezgahta özel bir yöntemle de haddelenebilir. Haddelenecek malzeme öncelikle kaba haddeden ve şerit haddeden yada sadece bir tanesinden birkaç paso geçirilerek inceltilir.



E= Kenar Ezici (Edger) R= Kaba Hadde F= Şerit hadde

Şekil A.2-3: Tipik Dörtlü Haddeme Tezgahı (Steckel Mill) Konfigürasyonu.
[EUROFER HR]

Uzun şekillendirme prosesi boyunca ısı kayıplarını önlemek ve şeridi kontrol altında tutabilmek için ısıtılmış bobin sarıcılar (Tersinir Şerit Hadde bobin Fırınları) şerit haddenin giriş ve çıkış kısımlarında bulunurlar. Bu bobin fırınlarında malzeme bobin halindedir. Bu fırınları ısı kayıplarının önlenmesini ve malzeme haddelenirken burada geçici olarak depolanmasını sağlar.

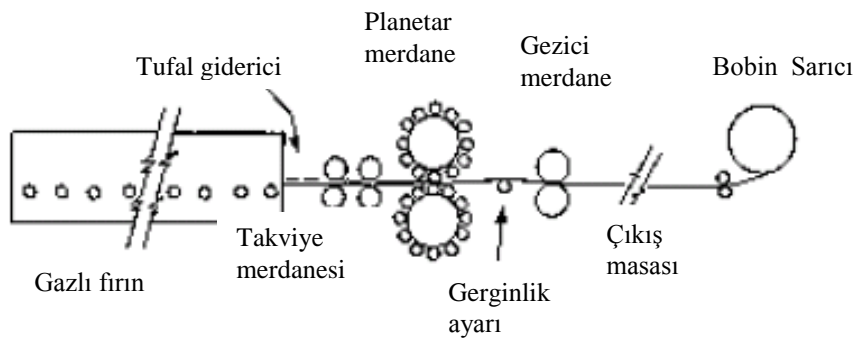
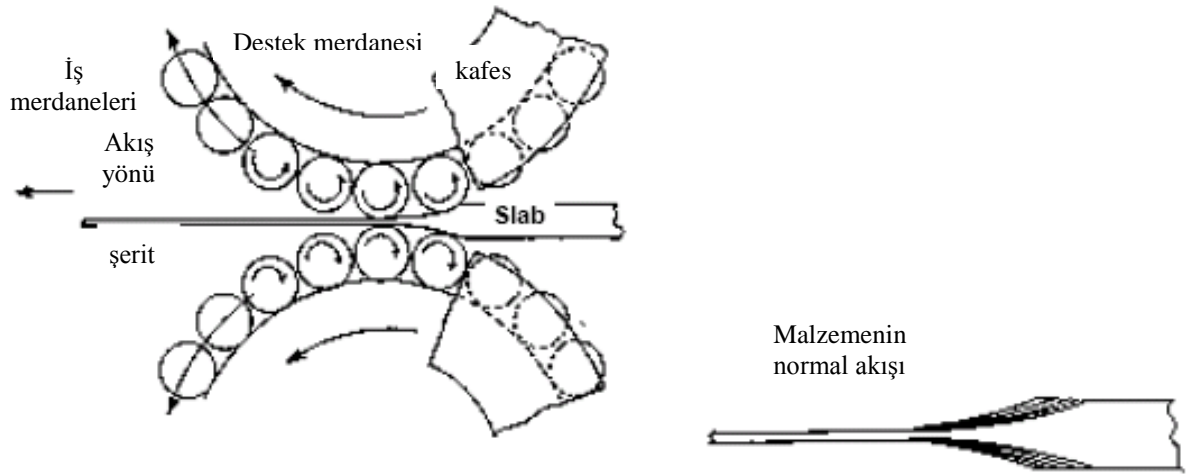


Şekil A.2-4: Dörtlü haddeme tezgahı (Steckel Mill) bobin sarıcı fırını kısmı (bobin fırınları)

Sendzimir Planetary Haddehanesi

Bu tip haddehaneler destek merdanelerin hareketini kullanarak iş merdanelerini tahrik eder böylelikle malzeme ile merdanelerin yüzeyleri birbirine göre ters yönde hareket eder. İş merdaneleri bir kafesin içinde bulunur, bu kafes senkronize bir şekilde destek merdanelerinin etrafında döner. Bu gibi planeter haddehanelerde kalın slabların işlenmesini kolaylaştırmak için ek olarak bitişik egzantirik presler de kullanılabilir.

Planetar haddehanelerin tekli planeter (sadece alt merdane planeter olarak dizayn edilmiştir ve geçiş hattının üstü ya dönen üst merdane ya da sabit kalıptan oluşur)ve Krupp-Platzer diye adlandırılan iki özel çeşidi bulunur. Bu türlerde ortadaki merdaneler iş merdanesi ile destek merdanesi arasında bulunur. [EUROFER HR]

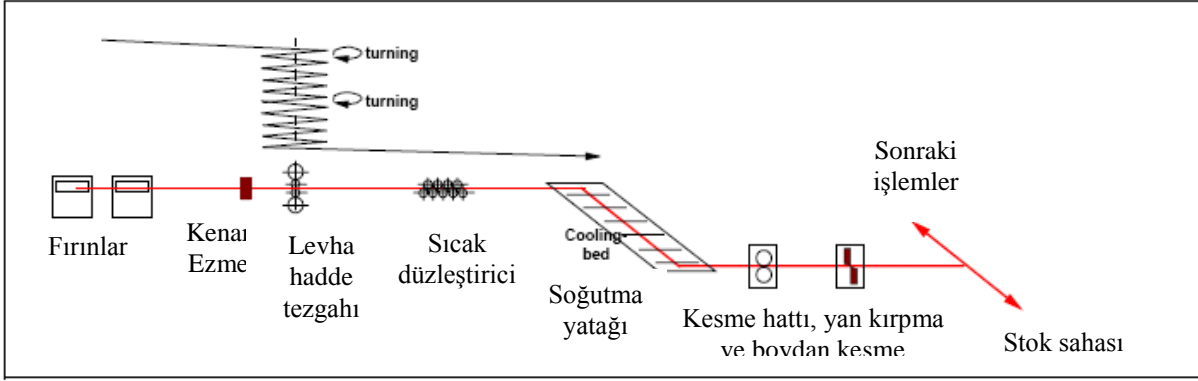


Şekil A.2-5: Planetar Haddehane (SENDZIMIR) [EUROFER HR]

A.2.1.1.3 Levha Haddehanesi

Ağır levhaların üretimi (5 - 380 mm arası kalınlık, 5,2 m'ye kadar genişlik) bir hadde tezgahında tersinir hareketlerle veya tandem sistemi ile üretimi gerçekleştirilir.

Haddeleme sonrası, levhalar soğutma masalarına getirilir ve daha sonraki prosesler için oda sıcaklığına ya da en az 500 °C'ye soğutulur.



Şekil A.2-6: Tipik levha haddehanesi konfigürasyonu [EUROFER HR]

Bazı özel durumlarda, haddelenmiş ürüne haddelenmeden hemen sonra soğutma sistemi yardımı ile ısıl işlem uygulaması yapılır. Sıcak ve/veya soğuk doğrultucular levhayı düzleştirmek için soğutma masasının ön veya arka kısmına yerleştirilirler.

Duşlu masada uygulanan soğutma prosesinden sonra saclara kesme dilme hattında ikincil işlemler uygulanır. Ürün sevk edilmek için son bir ısıl işleme tabi tutulur. Bunlar tavlama, küresel tavlama, gerilim giderme, normalizasyon tavı, su verme ve temperleme gibi işlemleri içerir.

Çift metal katmanlı malzeme

Çift metal katmanlı levhalar gibi özel ürünler farklı hazırlık ve haddeleme tekniğine (genellikle iki farklı ısıtmalı hadde operasyonu) ihtiyaç duyar. Bazı ürünlerde, korozyon önleyici yüzey malzemesi kalıcı olarak, düşük maliyetli ve muhtemelen daha güçlü karbon çeliğine bağlanır. İlk adım sandviç tiplerin fabrikasyonunu içerir. Bu sandviç tipler istenilen metaldeki doğru oranı sağlamak için gereken kalınlıkta kaplanmış ve dolgu yapılmış levhalardan oluşur. Birleştirilecek olan bu iki levha istenilen ölçüme, genişliğe ve uzunluğa göre haddelemeye yollar. Haddeleme işlemindeki yüksek ezme basıncından dolayı bu iki malzeme kalıcı olarak birleştirilir.

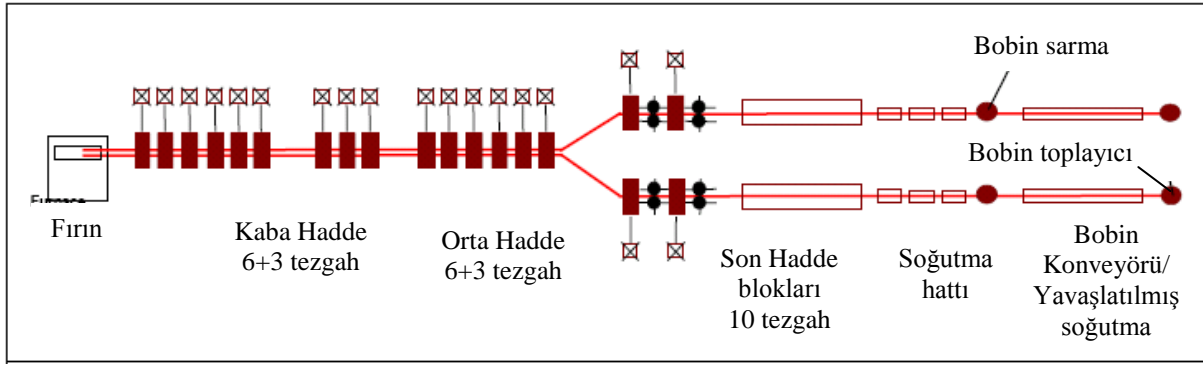
Haddeleme işleminde hadde ezmesi miktarı genellikle sınırlandırılır ve ayrıca son sıcaklık da dikkatli bir şekilde kontrol edilir. Bazı durumlarda sandviç tipler ilk aşama olarak haddelenerek slaba dönüştürülür, istenilen ebatlarda kesilir, ikinci ısıtmada ise ya şerit ya da plaka halinde haddelenir. Bazen ısıl işlemlere istenen korozyon direncini ve fiziksel özelliklerini vermek için ihtiyaç duyulur, En son tufal kum veya çelik raspalama ile giderilir.

A.2.1.1.4 Bar ve Tel Çubuk Haddehaneleri

Bar ve çubuklar (tel çubuk) nispeten küçük kesitli, tel çubuk ya da düz biçimde üretilen sıcak haddemiş ürün sınıfını oluştururlar. Haddeleme işleminde profil haddeler çeliğe istenilen son şeklini vermek için kullanılır.

Tel Çubuklar

Tel çubuklar genellikle 5 –14 mm çapında dairesel kesit alanına sahiplerdir. Bununla beraber daha büyük kesit alanlılar ve oval, kare, altıgen, sekizgen, gibi özel kesitliler dahi tel çubuk haddehanesinde uygun şekillerde haddelenirler. Sıcak haddelenmiş tel çubuklar genellikle ileride soğuk çekme ve soğuk haddelemede işlenmek üzere kullanılırlar.



Not: 2 kanallı 30 tezgahlı Stelmor kontrollü soğutmalı tel çubuk haddehanesi örneği

Şekil A.2-7: Tipik Tel çubuk haddehanesinin yerleşim planı [EUROFER HR]

Tel çubuk haddehanesine beslenen kütükler sıcak haddelenme sıcaklığına kadar itici veya yürüyen tabanlı fırınlarda ısıtılır. Tufal giderme sistemi fırın çıkışı ile ilk hadde tezgahı arasında yerleştirilmiştir.

Tel çubuk haddehaneleri kaba, orta ve son hadde bölümlerinden oluşmuş sürekli haddehanelerdir. Haddelenme tezgahları 2'li yüksek ve haddehaneyi besleyen kütüklerin kesitine (80 – 155 mm) bağlı olarak sayıları azami 25 adettir. Kaba ve orta hadde bölümleri çok kanallı olup (4 kanala kadar), son hadde bölümü ise tek kanallıdır. farklı bölümler arasında yerleştirilmiş olan kırpıntı makasları ilerideki hadde tezgahlarına düzgün kesilerek gönderilmesini sağlar. Kırpıntı makasları ayrıca hadde akışı sırasındaki olaylarda haddede bulunan barın kesilmesini sağlar.

Hatta bulunan haddelenmiş tel çubuğun ısı işlemi konveyör bantlarındaki bobinlerin hava ile soğumasını takiben son hadde tezgahı ile sarıcılar arasında yerleştirilmiş su soğutma rampaları aracılığı ile yapılır. Gelecek işlemler için tel çubuğa istenilen mikro yapısal özelliklerini verebilmek için kontrollü bir şekilde hava akışı sağlanır. (Stelmor Soğutma) [Eurofer HR]

Barlar

Sıcak haddelenmiş barlar, ticari çelik ve betonarme için çelik çubuklar adı verilen iki tip çelik üründen oluşur. **Ticari çelik veya mühendislik çeliği**, 1600 mm²'den küçük kesitli, yuvarlak, kare, dikdörtgen, altıgen, sekizgen, L-şekilli, [-şekilli ve I-şekilli çeliktir. **Betonarme için çelik çubukların** ise çapları çoğunlukla 6 ila 40 mm'dir, dairesel kesitlidir ve çoğu zaman nervürlü olurlar.

Bar haddehaneleri, tel çubuk haddehanelerinin ilk kısmı gibidir. Bunlar da genellikle tek kanallı ikili yüksek merdaneye sahip olan kaba, orta ve son hadde gruplarından oluşur, daha sonra ise soğutma yataklarına iletilecek olan sıcak haddelenmiş uzun barların kesimi için kırpıntı makası gelir; kırpıntı makasında kesilen sıcak haddelenmiş ürünler stok bölümüne götürülüp soğumaya bırakılır. Yüksek kapasiteli haddehanelerin hepsi sürekli döküm yapar ve buralarda değişen yatay ve düşey tezgahlar bulunur. öndeki düşük kapasiteli merdane grupları 'açık' tiptedir.

Barlar soğutulduktan sonra ticari uzunlukta kesilir ve soğuk düzleme makinesi ile düzleştirilebilir.

Betonarme çelikleri çoğunlukla yüksek çekme mukavemeti elde etmek için yoğun su soğutmalı sistemle hattın üzerinde ısı işlemi görür (TEMPCORE® işlemi). Betonarme çeliklerinin çekme mukavemetini arttırmanın diğer bir yolu ise soğutmadan sonra mekanik

işlem uygulamaktır. İstenen çekme mukavemeti elde edilene kadar dayanma sınırının üzerinde bir kuvvetle bükülür. [EUROFER HR]

Çelik Barların Soğuk Çekmesi

Soğuk çekme, sıcak haddelenmiş çelik bar veya profillerden soğuk çekme, taşlama ve soyma yöntemi ile kullanıcı tarafından istenilen şekil ve karakteristikte parlak çelik bar üretilmesidir.

Soğuk çekme işlemi boyunca tamamlama hattı çeliği sertleştirir, çekme mukavemetini artırır ve aynı zamanda çekme sonrası üründe tavlama ihtiyacı gerektirecek esneklik düşüşüne yol açar. Parlak çelik barlar genellikle dairesel, kare, dikdörtgen ve altıgen kesitlidir, fakat talebe göre tüm farklı kesitler üretilebilir. Ürünler yüksek hız çelikleri ve diğer takım çelikleri içeren farklı derecelerdeki alaşımlı-alaşımsız çelik barlar ve farklı çelik seviyelerdeki profillerdir.

Parlak çelik barlar yüksek kalitede malzeme gerektiren motorlu araç, makine, elektrik malzemeleri ve diğer endüstriyel malzemelerin üretimini yapan endüstriler tarafından kullanılır.

A.2.1.1.5 Yapı / Profil Haddehaneleri

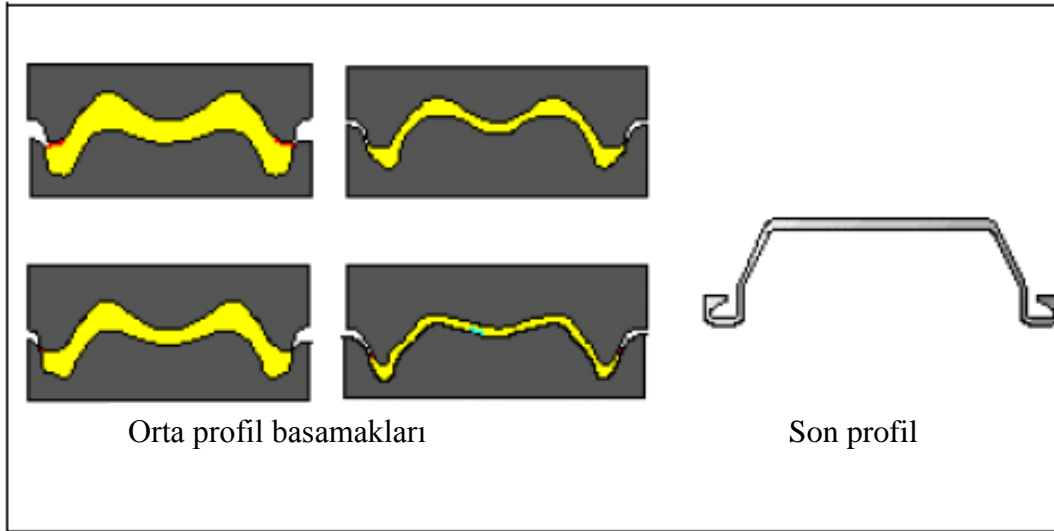
Diğer çoğu haddehane tiplerinde olduğu gibi, profil haddehanesi kaba orta ve son hadde tezgahlarından ve bunlardan önce slab ısıtma fırını ile kaba hadde arasında bulunan tufal giderme bölümünden oluşur.

Kaba hadde tezgahları genellikle ileri geri hareket eden, ikili yüksek tezgahlardan oluşur. Merdaneler dizi halinde kullanılan çok sayıda profil gruplarına sahiptir. Üst merdane, merdaneler arasındaki boşluğu azaltmak bu sayede profil kesitinde düşüş sağlamak için dikey düzlemde hareket edebilir.

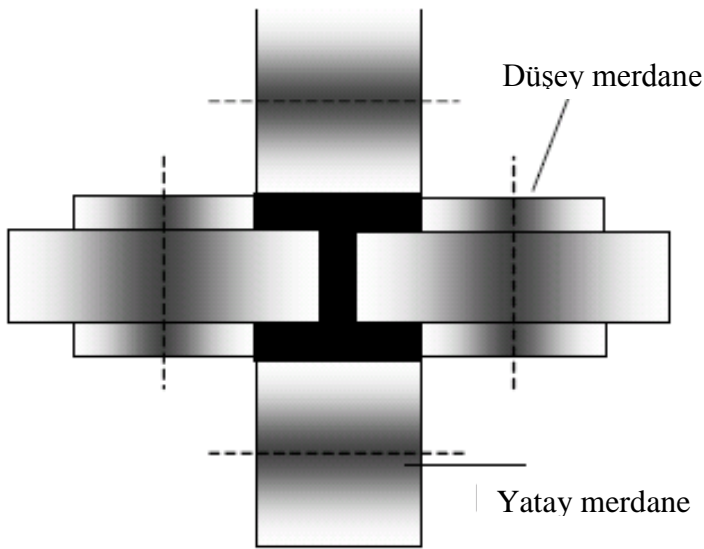
Kırpıntı makası veya sıcak testere genellikle haddehanelerin değişik bölümleri arasında bulunur ve haddenin sonraki hadde tezgahına girişini kolaylaştırmak için düzgün kesilmiş bar uçları sağlar.

Barlar son hadde bölgesini terk ederken testere tarafından duşlu masa yatağı veya ticari boyutlarında bölünür. Duşlu masada soğutulduktan sonra mekanik ve hidrolik düzleştirme makinalarında düzleştirilir ve istenilen ölçülerde testere ile kesilir.

Farklı profiller ve yapılar için gerekli olan farklı profil şekilleri elde edilmesinde A.2-8 ve A.2-9 şekillerinde görüldüğü gibi ya iki gelişmiş merdaneli ikili tezgah yada iki yatay ve iki dikey merdaneli genel tezgah kullanılır.



Şekil A.2-8: Levha yığı (sheet pil) için haddelenmiş profiller [EUROFER HR]

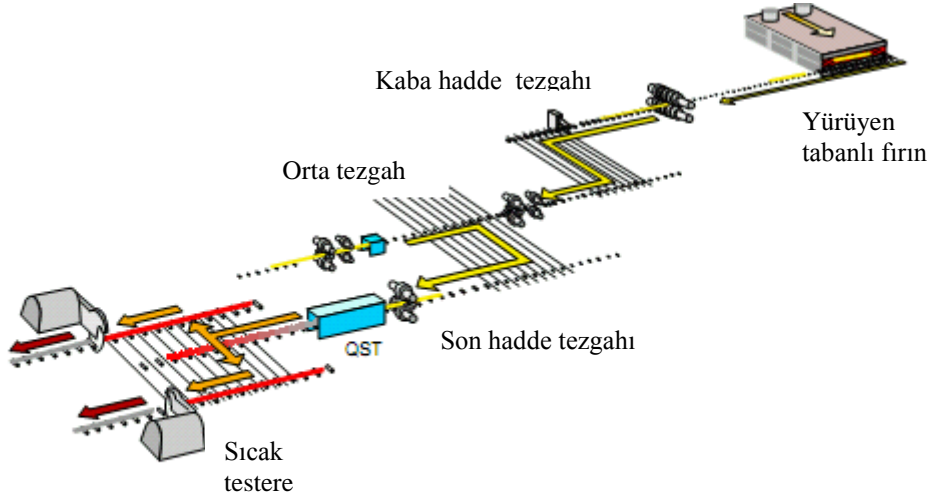


Üniversal hadde tezgahında iş merdanelerin yerleşimi

Şekil A.2-9: Paralel flanşlı ürünler için üniversal tezgahlar [EUROFER HR]

Küçük toleransların sıcak haddelenmiş kesitlerde yaygınlaşmasından sonra geometri kontrolü kesit haddemesinde oldukça önem kazanmıştır. Bu yüzden lazer demeti teknolojisi ve radyoaktif kaynaklar gibi karmaşık teknolojili ölçüm cihazları sıklıkla kullanılır.

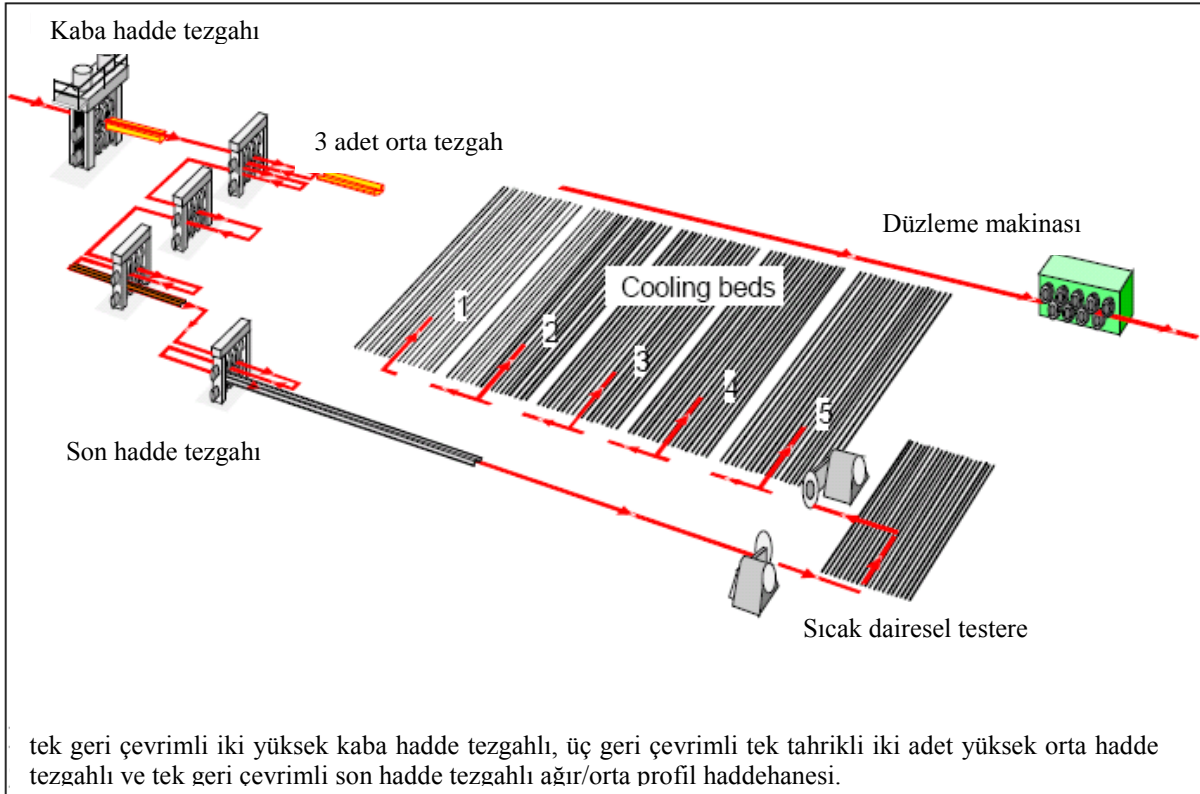
Kesit haddelerinin tasarımı üretim programına bağlı olarak çok farklılıklar gösterir. Şekil A.2-10'da paralel flanşlı "H" ve "I" profillerinin üretimini yapan üniversal tezgahlı ağır profil haddesinin genel yerleşim planı gösterilmektedir. Burada malzemenin iç yapısında en optimal dayanıklılık ve süneklik elde etmek için hat üzerinde ısıl işlem (QST – su verme ve tavlama) uygulaması da yapılmaktadır.



Bir adet ikili yüksek tersinir kaba hadde tezgahı ve iki adet tersinir üniversal orta tezgah ve bir adet üniversal son hadde tezgahı bulunan ağır profil haddehanesi

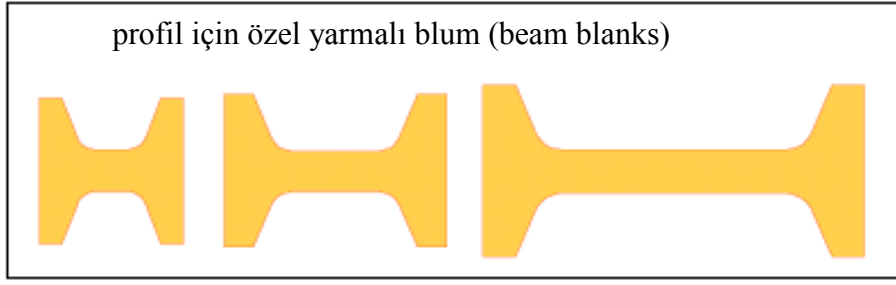
Şekil A.2-10: Ağır profil haddehanesinin genel yerleşim planı [EUROFER HR]

Şekil A.2-11 sheet piling sectionların haddelemesi için özelleşmiş ağır / orta profil haddehanesi yerleşimini gösterir. Orta tezgahlar açık tipli olup tek motordan tahriklidir. İki yüksek son hadde tezgahları paralel flanşlı ürünlerin üretimi için üniversal tezgahları ile yer değiştirilebilir.



Şekil : A.2-11: 11 Sheet piling için ağır/orta profil haddehanesi işletme yerleşimi. [EUROFER HR]

Profil haddehanelerde giderek artan bir oranda verimliliği arttırmak ve enerji tüketimini azaltmak için profil için özel blum (beam blanks) olarak adlandırılan net şekline yakın, sürekli döküm yarı mamuller kullanılır.



Şekil : A.2-12: profil için özel blum (beam blanks) kesit örnekleri [EUROFER HR]

Eğer üretim ritmi ve programı izin verirse sürekli döküm yarı mamüller (döküm makinası çıkış bölgesinden haddehane ısıtma fırınlarına) çok daha fazla şarj edilir. Enerji tüketiminde kayda değer tasarruflar elde edilebilir, ancak bu haddehanenin sürekli döküme yakınlığına bağlıdır.

A.2.1.1.6 Boru Tesisi

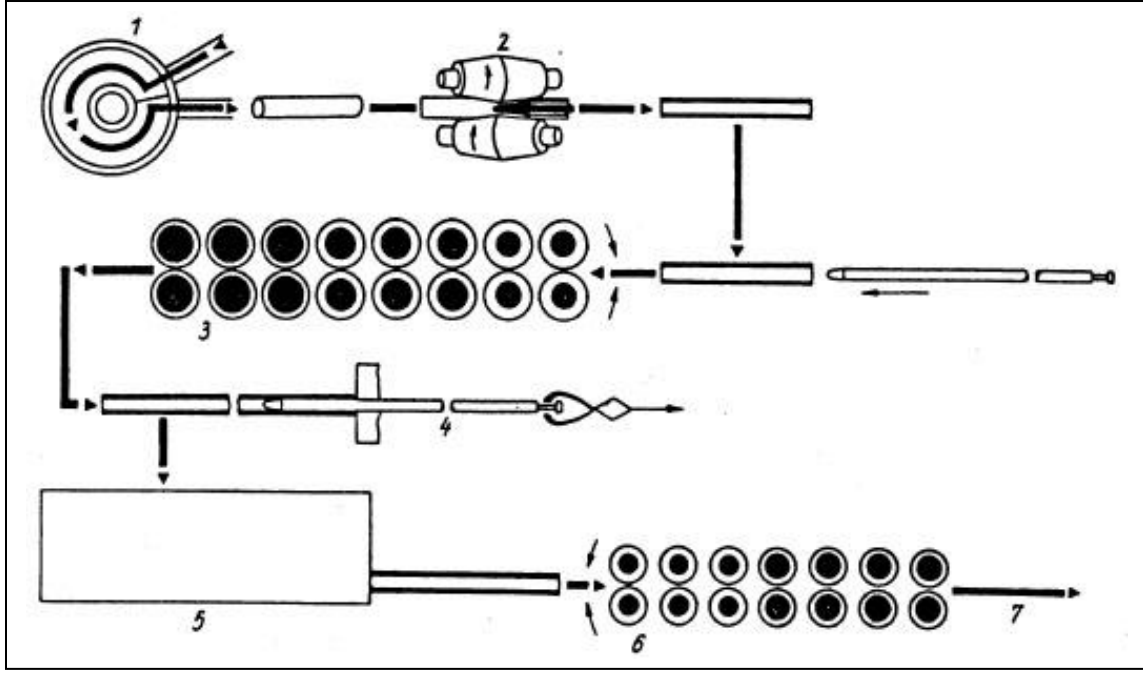
Dikişsiz boru

Dikişsiz boru üretimi temel olarak aşağıdaki adımlara dayanmaktadır :

- Girdinin ısıtılması
- Sertleştirme (basınçlı sertleştirme veya yatık haddeleme)
- Uzatmak/Yaymak
- Son haddeleme
- Isıl İşlem

Bugün kullanılmakta olan tesislerin en önemli çeşidi torna tesisleri, saplama tesisleri, çekme tezgahlı tesisler ve kazık (çakma) tesisleridir. Şekil A.2-13 ve Şekil A.2-14 bazı tipik boru fabrikası dizaynlarını göstermektedir.

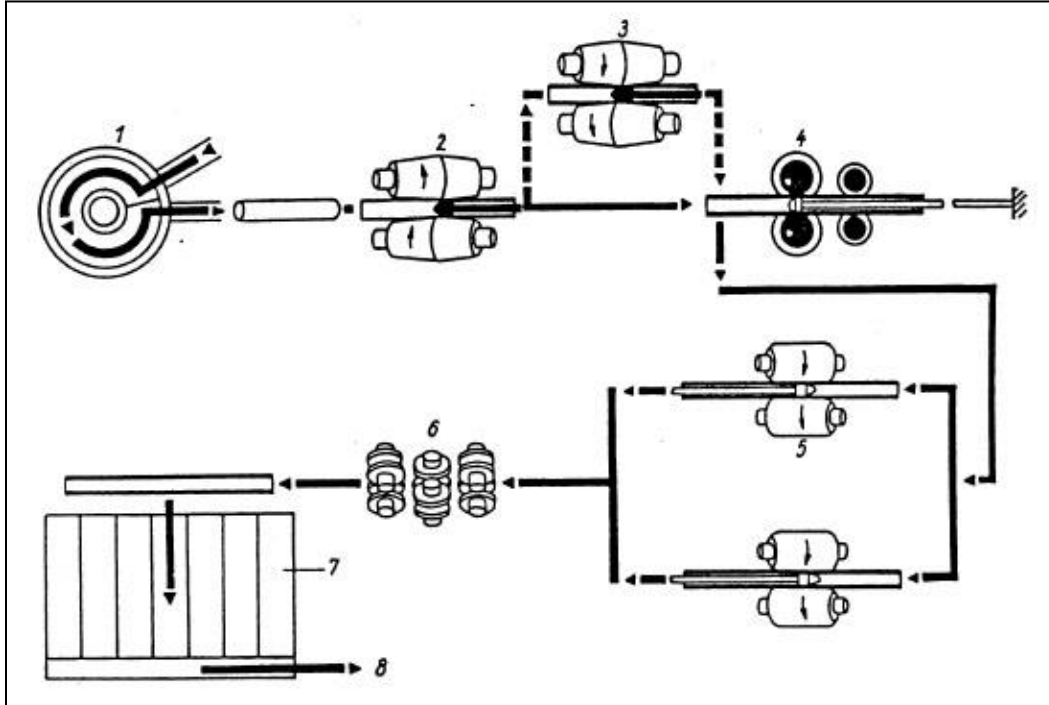
Alaşımız ve yarı alaşımlı çelik boru üretimi için hammadde olarak sürekli dökülmüş yuvarlak kütük ve blum, aynı zamanda bazen köşeli kesitli kütükler de kullanılmaktadır. Yüksek krom çelik boru üretimi için temel hammadde olarak dökme kütükten haddelenmiş yuvarlak çubuk demir kullanılmaktadır. Doğal gaz veya yağ yakan döner gövdeli fırınlarda girdi hammadde haddeleme sıcaklığına getirilir. Daha sonra yatık haddeleme ile içi boş kütük (ingot) üretilir. En önemli delikli yatık haddeleme prosesinde, eğimli merdane kullanılır. İki eğimli merdanenin aynı yöne hareketi ile delikli üretilir, böylece sertleştirici saplama üzerinde tornavida hareketi ile içi boş blum şekillendirilerek ingot haddelenir. Burgulu saplama, çıkış tarafına aksel yatak ile tutturulan serbest dönüşlü çubuğa sabitlenmiştir.



- 1 Döner Fırın
- 2 Çapraz Haddelme Delicisi
- 3 Torna Haddesi
- 4 Sıyrıcı

- 5 Yeniden Isıtma Fırını
- 6 Gerilim Azaltma Hattı
- 7 Soğutma Yataklarına ve Sonlandırma Hattına

Şekil A.2-13: Tornalı Tesis



- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| 1 Döner Fırın | 5 Bobin Sarıcı |
| 2 Çapraz Haddeme Delicisi | 6 Ayarlama Hattı |
| 3 Çapraz Haddeme Genleştiricisi | 7 Soğutma Yatağı |
| 4 Tampon Hattı | 8 Sonlandırma Bölümü |

Şekil A.2-14: Saplama Tesis

Genleşme safhası için boyuna haddeme, enine haddeme veya presler kullanılmaktadır. En önemlilerinden biri de en iyi ve en verimli çalışan sürekli boru haddeme prosesidir.

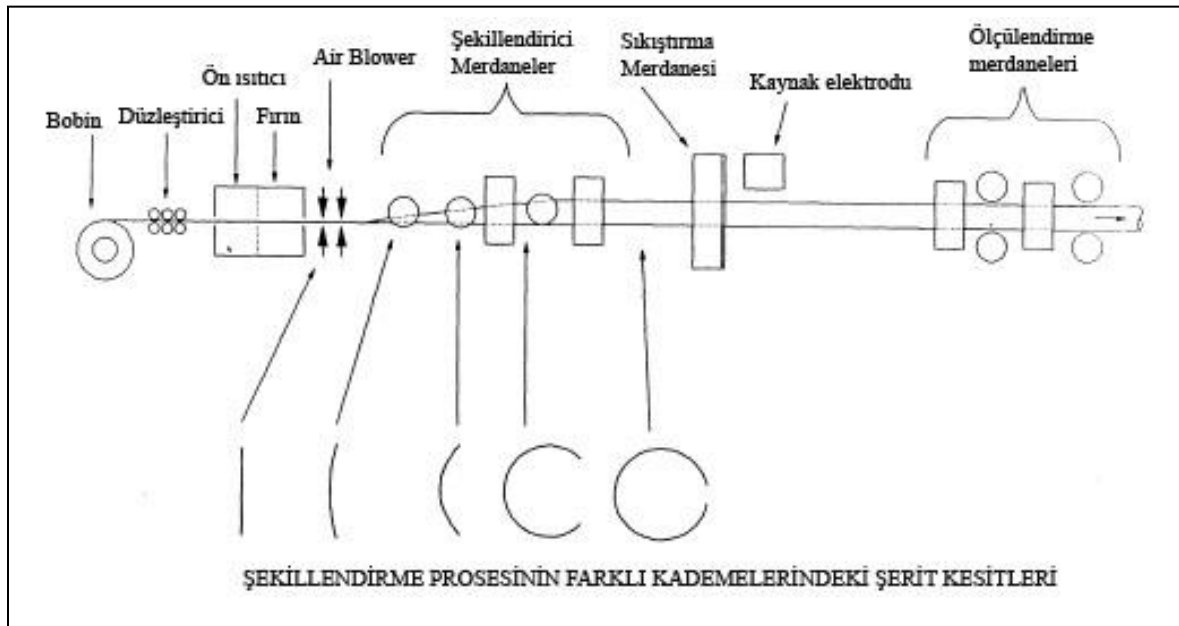
Sırasıyla bir çok değişik hadde sehpa kullanılır, genellikle her bir grup için her birine ayrı ayrı 90°C açılarda 6-8 iki yükseklikli sehpa kullanılır. Et kalınlığının azaltılması merdaneler arasında ve yağlı silindirik tornada yapılır.

Ölçülendirme değirmenindeki iç torna veya gerilim azaltıcılar olmadan son ölçülerine haddelenir. Ölçülendirme değirmeninin 2-10 sehpa bulunmaktadır ve her sehpa için iki veya üç merdanesi vardır. Çevresi azaldıkça et kalınlığı artacaktır. Normalde her sehpa üç merdane ve 30 sehpa bulunan gerilim azaltıcıda proses esnasında sehpa arasında çekme kuvveti uygulanarak et kalınlığının artması sağlanır.

Talep olmayan boru uygulamaları haddemeden hemen sonra nakledilebilir. Daha çok emek isteyen kalite gereksinimleri, özellikle dayanıklı parçalar için haddeme sonrası ayrı ısıtma uygulanır. Bu normalize ve temperlemeyi de içermektedir.

Kaynaklı Borular

Kaynaklı borular soğuk veya sıcak haddelenmiş çelik şeritten, sıcak haddelenmiş geniş veya kalın şeritten üretilir. Boru üretim sırası şeridin veya levhanın açık boru şekline bükülmesi ve daha sonra açık kalan aralığın kaynakla kapatılması prensibinden oluşmaktadır. Şekil A.1-1 sürekli boru üretim şemasını göstermektedir (Fretz-Moon prosesi).



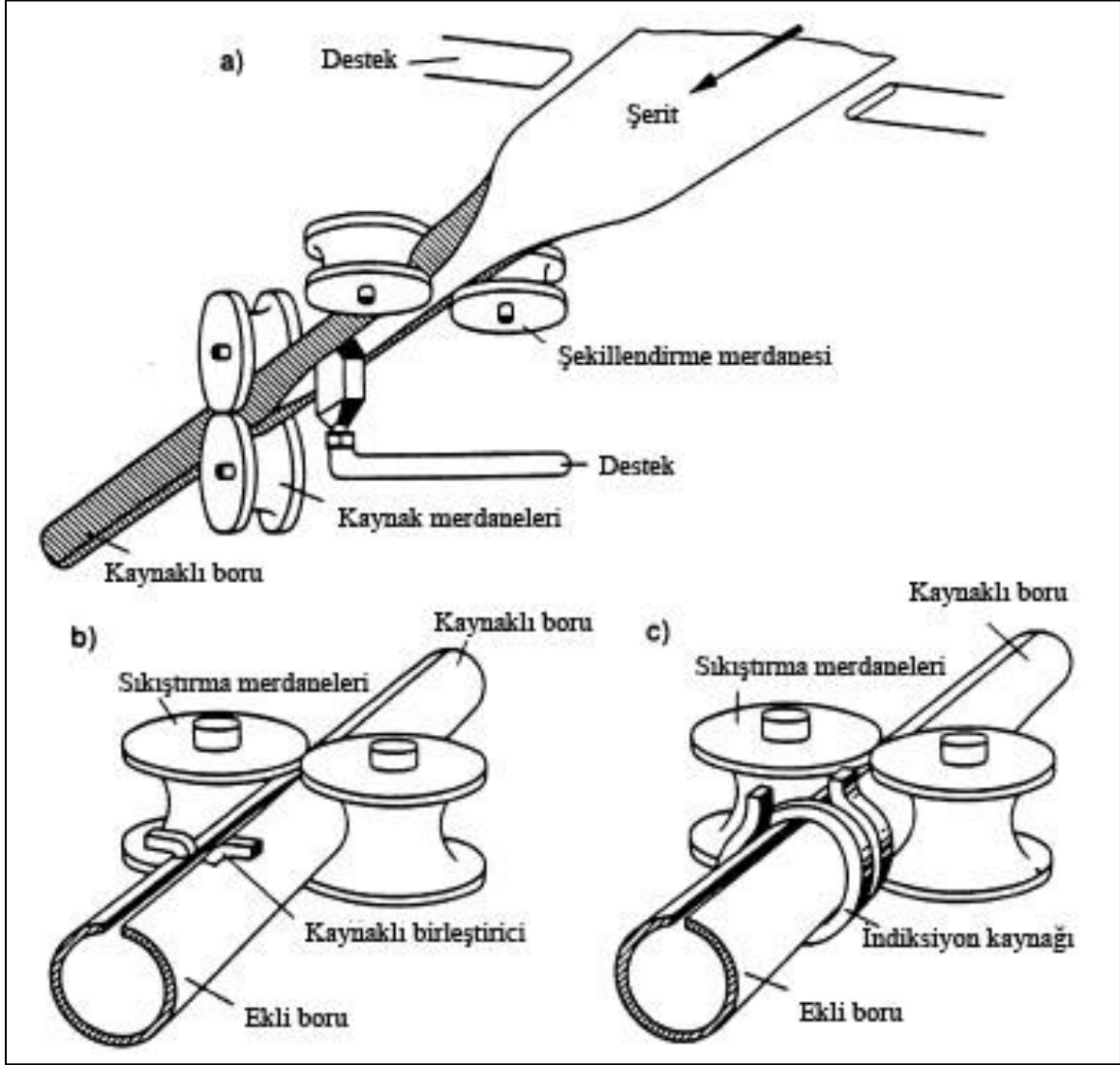
Şekil A.2-15: Sürekli boru üretim akış şeması

Fretz-Moon prosesinde (basınçlı kaynak) sıcak haddelenmiş şerit bobinler tünel fırınlarda çok yüksek sıcaklıklara ısıtılır. Şeridin kenarları ilave ısıtıcılarla kaynak sıcaklığına ısıtılır. Şerit boylamasına bir yarık olan boru haline gelir. Bu 90°C'de iki merdaneli sıkıştırma cihazı boru üzerindeki yarığın kenarlarını birbirine yanaştırır ve kenarları birbirine sıkıştırır böylelikle kaynaklı boru meydana gelir.

Yarı ürün borular başka bir ısıtma yapılmadan boyutların istenilen ölçüye getirildiği gerdirmeye bölümüne geçer. Sürekli borular bir uçar makas ile kesildikten sonra soğutma yatağında soğutulur.

İhtiyaç duyulan kaynak ısısının yüksek frekanslı dalgalı akım iletkeni veya indüksiyonu ile üretildiği **basınçlı dikiş kaynağı** alternatif bir kaynak prosesidir. Kaynak dikişlerinin özellikleri sürekli ısıtma

veya özel borulara ayrı ısı uygulama ile geliştirilebilir. Ergitme kaynağı temel olarak büyük çaptaki (>457.2 mm) çelik boruların üretiminde kullanılmaktadır. Şekil A.2-16 boru kaynağı ana prosesini göstermektedir.



a Fretz-Moon kaynak prosesi

b Yüksek frekanslı kondaktif kaynağı

c Yüksek frekanslı induktif kaynağı

Şekil A.2-16: Boru kaynak prosesi

A.2.1.2 Yüzey Düzeltme ve Girdi İşleme

Slablar, blumlar ve kütüklerde çatlak, kıvrım ve ek yeri gibi yüzey kusurları olabilir. Haddelenen ürünün yüzey mükemmelliğini garantiye almak için stoklanmış olan ürünün yüzey hazırlığına ihtiyaç vardır. Yarı mamul ürünlerin yüzey kusurları da bu prosesle giderilebilir.

Skarf

Karbon çelik sınıfının yüzey kusurları oksijen yakıt alevi kullanılan skarf yöntemi ile giderilir. Alev çok çabuk bir şekilde eritip çelik yüzeyinde oksitleme yapması için kullanılırken ayrı bir yoldan kesiciye yüksek basınçlı oksijen vererek yüzeydeki çurufun çıkarılmasını sağlar. Skarf hem el (küçük boyutlar için), hem de makine ile yapılabilir.

Makine skarfında oluşan skal (talaş) çeliğin yüzeyinden yüksek basınçlı su ile yıkanır ve daha sonra vinç ile çıkarıldığı bir su çukurunda birikir. Bu su iyileştirilerek tekrar sirküle eder. El ile skarf işleminde biriken kırıntılar mıknaş ile toplanır.

Skarf işleminden oluşan toz emisyonu toplanır ve genellikle elektrostatik çökeltme (ıslak veya kuru) ile bertaraf edilir.

Taşlama

Paslanmaz çelik ve özel çelik kaliteleri için yüzey kusurlarının çıkarılmasında termal çıkarma yöntemi kullanmak mümkün değildir. Daha sonra bu kusurlar taşlama ile çıkarılabilir. Taşlama prosesi hem el ile hem de makine ile yapılabilir. El ile taşlama performansı alete uygulanan kuvvete bağlıdır, bazı durumlarda açığa çıkan kötü kokulu dumanı torba filtreli ünitelerde tutabilmek için çadırlar kurulabilir. Taşlama makineleri merdaneli tezgahlarla birleştirilerek çalışılan parçanın bu masa üzerine konularak rahatça hareket ettirilebilmesi sağlanmıştır. Taşlama taşı makine üzerinde hareketli bir parçaya monte edilerek çalışılan parça üzerinde ileri geri hareket ettirilebilmesi sağlanmıştır. Bu ünite taşlama esnasında açığa çıkan tozun atmosfere yayılmadan önce bir kanal vasıtasıyla torba filtrede tutulmasını sağlamak üzere etrafı duvar veya benzeri şeylerle çevrilmiş bir alan içine konumlandırılmıştır.

Slabların belirlenen ölçüye göre kesilmesi

Bazı durumlarda slablar uygun ölçülere kesilmek zorundadır. Sürekli döküm tesislerindeki döküm ayarının yapılması sırasında ve partinin ölçüsünün değiştirilmesi sonucunda meydana gelen kama tip slabların ihtiyaç duyulan geometrik şekle getirilebilmesi için şalama ile kesilmesi gerekmektedir.

A.2.1.3 Tavlama ve Isıl İşlem Fırınları

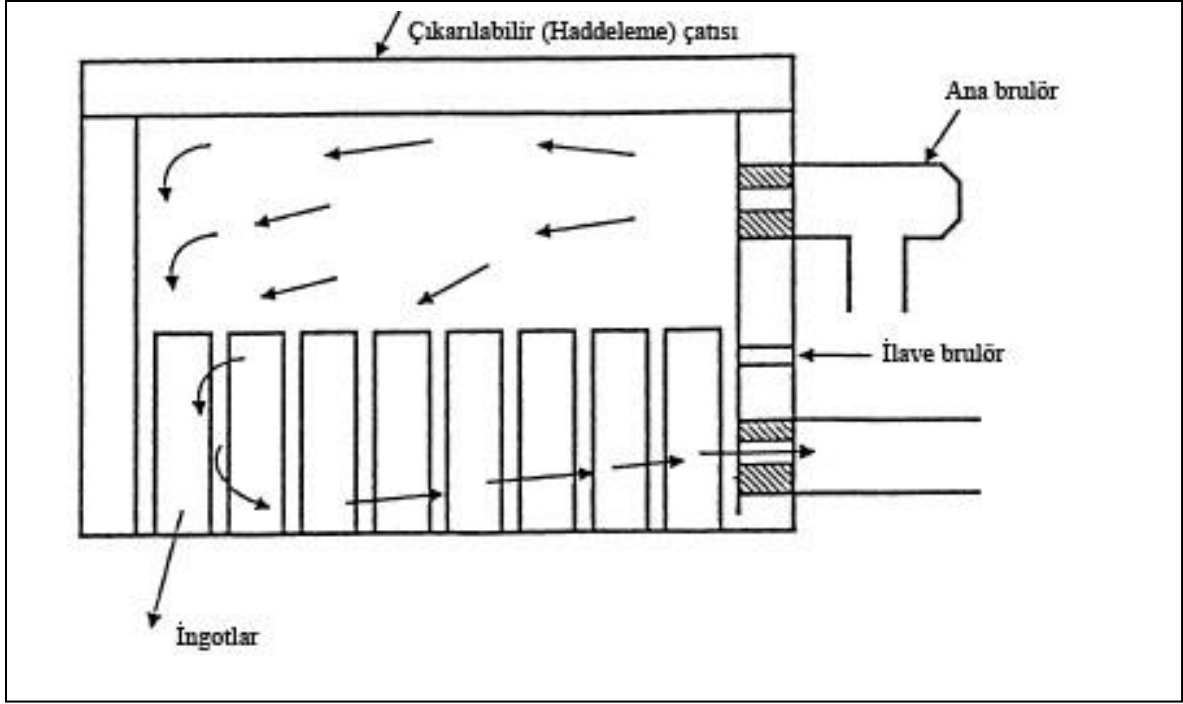
Sıcak haddeleme için çelik girdilerinin 1050 ile 1300°C arasındaki sıcaklıklara ısıtılması ve düzenli bir sıcaklık dağılımının sağlanması gerekmektedir.

Şarj malzemesi ve sıcak haddeleme prosesine bağlı olarak tavlama farklı tip fırınlarda; çukur tip fırınlar, itmeli tip fırınlar, denge kollu fırın, döner gövdeli fırın ve bunun gibi diğerlerinde yapılır. Bu fırınların ateşlenmesinde genellikle direk olarak petrol, doğal gaz veya kok fırın gazı (COG) ve yüksek fırın gazı (BFG) gibi tesis gazları kullanılır. Isıtma ortamına bağlı olarak farklı atık gaz emisyonları oluşacaktır (temel olarak SO₂ ve NO_x).

A.2.1.3.1 Batch Furnace (Harman Dolma Fırını)

Harman dolma fırınları çoğunlukla dövme ve özel kalite çelikler için kullanılır. Harman dolma fırınlara örnek olarak ingotların, slabların ve diğer stokların yeniden ısıtılmak için kullanıldığı fırınlar gösterilebilir. Girdilerin dik (ingot) ve yatay (slab) yerleştirilebildiği refrakter döşeli odalara sahiptir. Hareketli taşıyıcı girdilerin şarj edilmesi ve haddeleme için çıkarılmasına olanak verir. Dökülen ingotlar sıyırma işlemi sonrası enerjiyi muhafaza etmek için hemen şarj edilebilir. Tipik bir yer altı fırını kapasitesi 50 - 170 ton ile termal girişi 9.5 MW (Th) ve ısıtma oranı 10.7 t/h'dur.

Sürekli döküm prosesi ile çok daha fazla çelik üretilerek yer altı fırınlarının pas geçilmesi nedeniyle yer altı fırınları daha fazla yaygın olarak kullanılmamaktadır. Şekil A.2-17'de bir yer altı fırınına örnek gösterilmiştir.



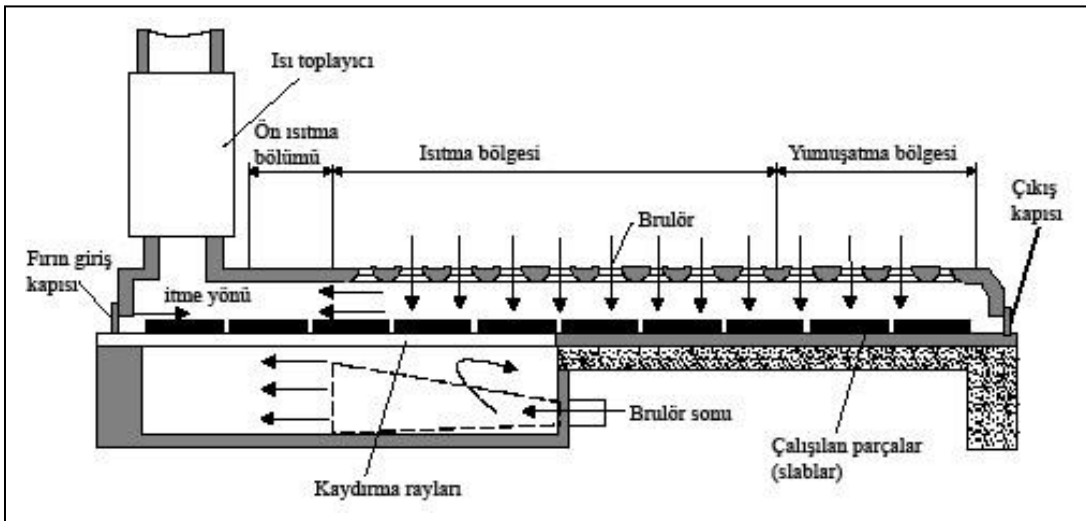
Şekil A.2-17: Çukur Fırını

Harman dolma fırının diğer bir tipi de şarj yolu fırınıdır. Stok ürün fırın odasına bir çeşit dingilli araba ile taşınır. Fırın odası bir kapak ile örtülür ve stok ürün ısıtılır. Hedeflenen sıcaklığa ulaştığında kapak açılır ve dingilli araç ile taşınan stok slab veya döküm çıkarılarak sonraki aşamalarda kullanılmak üzere gönderilir.

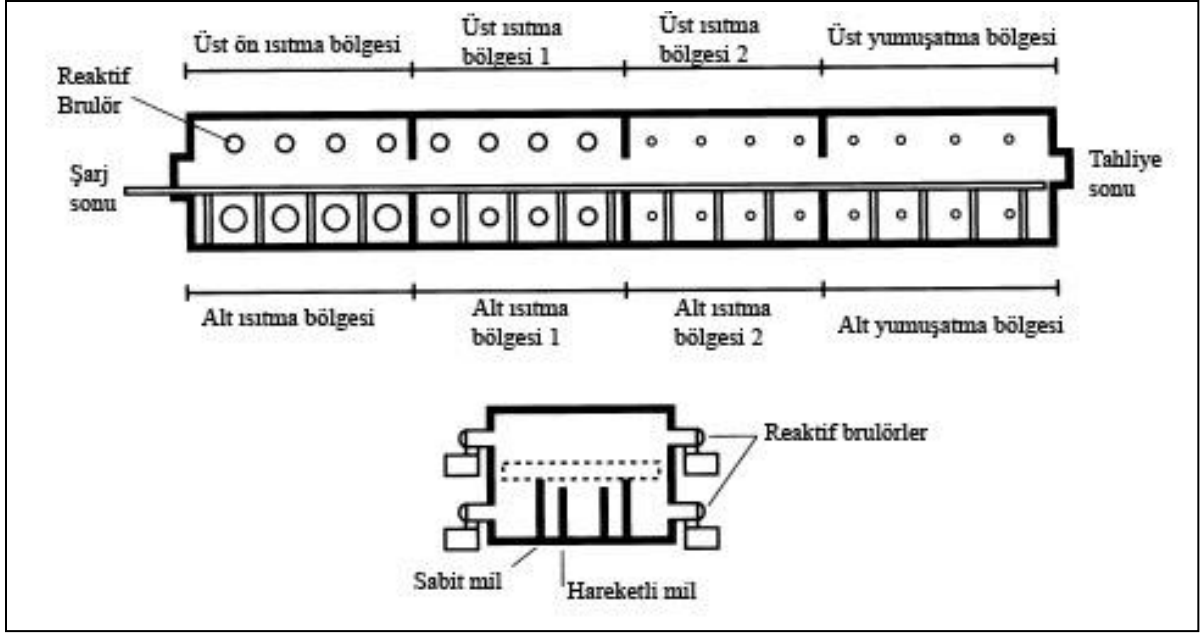
A.2.1.3.2 Sürekli Fırın

Büyük fırınlar genellikle sürekli çalışmaktadır. Malzeme fırına, takip eden diğer malzeme tarafından itilir (itmeli tip fırınlarda) veya hareketli milli fırınlardan, veya döner gövdeli fırınlardan, veya merdaneler üzerinden/arasından geçirilir.

Büyük ölçüdeki (>20 MWTh) fırınlara örnekler – itmeli ve hareketli milli fırınlar Şekil A.2-18 ve Şekil A.2-19’da gösterilmiştir. Halen kullanılmakta olan en büyük hareketli milli fırın yaklaşık olarak 125 MW(Th) kapasitelidir ve itmeli fırın 200 MW(Th) kapasitelidir.

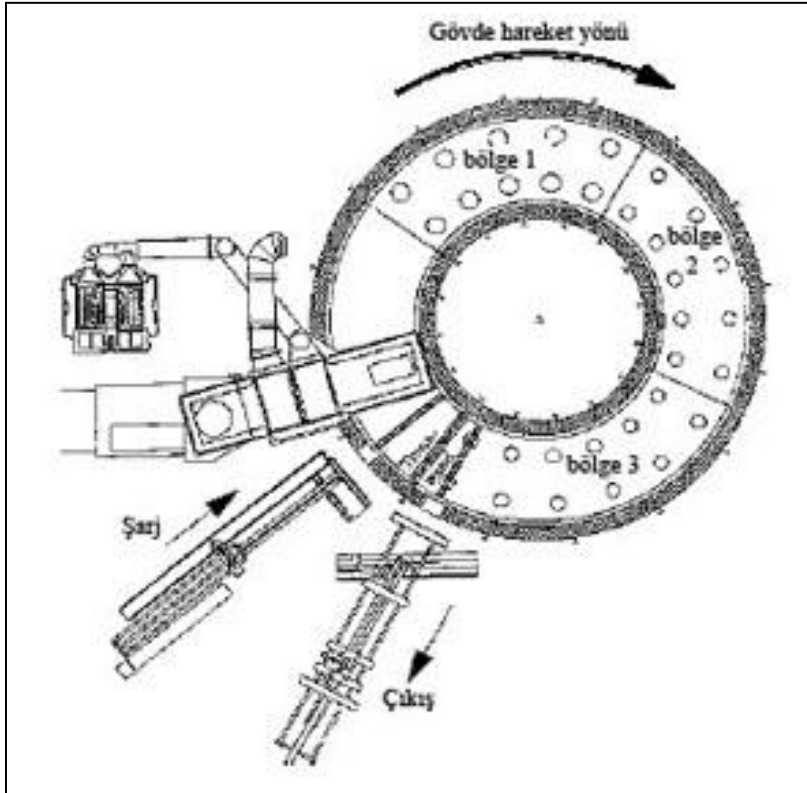


Şekil A.2-18: İtmeli tip fırın



Şekil A.2-19: Denge kollu fırın

Döner gövdeli fırında (Şekil A.2-20'ye bakınız) şarj malzemesi döner gövde üzerine konulmuştur. Fırın kampanyası sırasında malzeme ısıtılır ve dönmenin tamamlanmasından sonra çıkarılır.



Şekil A.2-20: Döner gövdeli fırın dizaynı

A.2.1.4 Tufal Giderme

Önceki haddelemede tavlama esnasında oluşan yapışkan tufal, merdanelerin etkisi ile malzeme yüzeyinde oluşacak kirlenmenin önlenmesi için temizlenmelidir.

Mekanik kirlenmede, yapışkan tufal hafif bir paso ile mekanik olarak kırılarak alınır (çoğunlukla iki yükseklikli sehpa) daha sonra püskürtme veya mekanik (firçalama) yolla tamamen temizlenir, bu yöntem artık nadiren kullanılmaktadır. Günümüzde tufal temizleme konusunda en yaygın olarak kullanılan yöntem tufalın çok yüksek basınçlı su püskürtme ve kesme yoluyla temizlenmesidir. Malzeme yüzeyine jet nozullardan basınç kuvveti 120 ile 250 bar (600 bara kadar kabul edilebilir) olan su püskürtme yöntemi uygulanmaktadır. Temizleme etkisi için çarpma basıncı (basıncı nozulun malzemeye uzaklığı etkiler) sistem basıncından daha önemlidir. Geri kalan bütün haddeleme proseslerinde aşağıdaki yöntemler uygulanmaktadır :

- Ana tufal temizleyiciler artık yüksek basınçlı tufal temizleyiciler olarak bilinmekte ve 1 veya 2 çift ayarlanabilir başlıklı olarak tufal kabasının alındığı kaba hadde hattı girişinin önüne monte edilmiştir.
- Tersinir haddehanenin her ayağında levhanın giriş ve çıkış noktalarında iki taraflı olarak, ayrıca sürekli haddeleme var ise giriş kısmında, ayaklarda oluşan tufalın giderilmesi için tufal giderme başlıkları bulunmaktadır.
- Geri kalan tufalın çıkarılması için tamamlama hattı girişine tufal giderme ünitesi koyulmuştur. Örneğin; tamamlama hattı ve kaba hadde hattı konveyör sehpalarındaki kaba şerit haddeye oluşan tufal.
- Tamamlama hattının ilk ayak girişinde bir çift püskürtmeli tufal giderme bulunur.

Üretim hattı uzun ürünler için olduğu takdirde tufal giderme başlıkları püskürtme (sprey) yüzükleri veya bazı durumlarda malzeme yüzeyinin kusursuz olması için malzeme kesitine göre ayarlanabilir yatay ve dikey başlıkların kombinasyonu şeklinde dizayn edilmiştir.

A.2.1.5 Kenar Kesme

Kenar kesme genellikle şerit ve levhaya uygulanır. Sürekli döküm tesislerinde üretilen slablar kesinlikle tanımlanan genişlik boyutlarında tedarik edilir. Haddelenen şeridin genişliği olabildiğince az kesilme toleransı ile belirlenen boyutlara azaltılır (hurda azaltma ve verimlilik artışı). Kaba hadde ünitesi önüne monte edildiği gibi bir çok durumda genişlik azaltma kesme ile gerçekleştirilir (dikey haddeleme) – slab preslerinde olduğu gibi. Genişliğin azaltılmasının kesin olması ve dikdörtgen şekline olan bağlılığın sonucunda haddehane ve tamamlama tesislerindeki (kırpma) kesme (baş ve kuyruk) hurda miktarının yükselmesine etki etmiştir.

A.2.1.6 Kaba Haddeleme

İlk en önemli miktardaki azaltmanın şerit, filmaşın ve profil üretimi için gelmekte olan sıcak haddelenmiş ürünlerde olduğunu kaba haddeleme göstermektedir. Genel olarak kaba hadde hattında kalınlık azaltmaya yönelik bir veya daha fazla yatay ayak yer almaktadır, en ayarı için ayağın ön tarafında yer alan kesicileri de (dikey ayaklar) içermektedir. Bazen tersinir kaba hadde tesisleri her iki ayağın sonunda da kesiciler ile donatılmıştır.

A.2.1.7 Şerit Haddeleme / Tamamlama Hattı

Tamamlama tesisleri genellikle birbiri arkasında yer alan birkaç hadde ayağından oluşmaktadır. Ayaklar merdane boşluklarını ayrı ayrı zamanlara göre düzenler böylelikle transfer çubuğu istenen kalınlığa bir geçişte gelir. Ayakların sayısı üretilen şeridin kalınlığına bağlı olduğu gibi giren malzemenin (slabın) derecesine ve kalınlığına da bağlıdır.

Tamamlama hattı önüne yerleştirilen kesme makasları kaba haddelenen şeridin bitiş noktasında oluşabilecek dışbükey veya içbükey görünümü keserek düzeltmektedir. Bu tamamlama hattına güvenli girişi sağlamak ve merdanelere verebileceği zararı olduğu gibi hurda oluşumunu da önlemektedir.

Yukarıda açıklandığı gibi bir çok durumda kesme makasları ile tamamlama hattı arasına ilave bir tufal giderme cihazı (basınçlı tufal giderme püskürtücüsü) yerleştirilmektedir. Bazen temel olarak şeride yol gösterici olarak kullanılan fakat bazen küçük en ayarlamaları da yapmaya yarayan ilave bir dikey ayak da vardır.

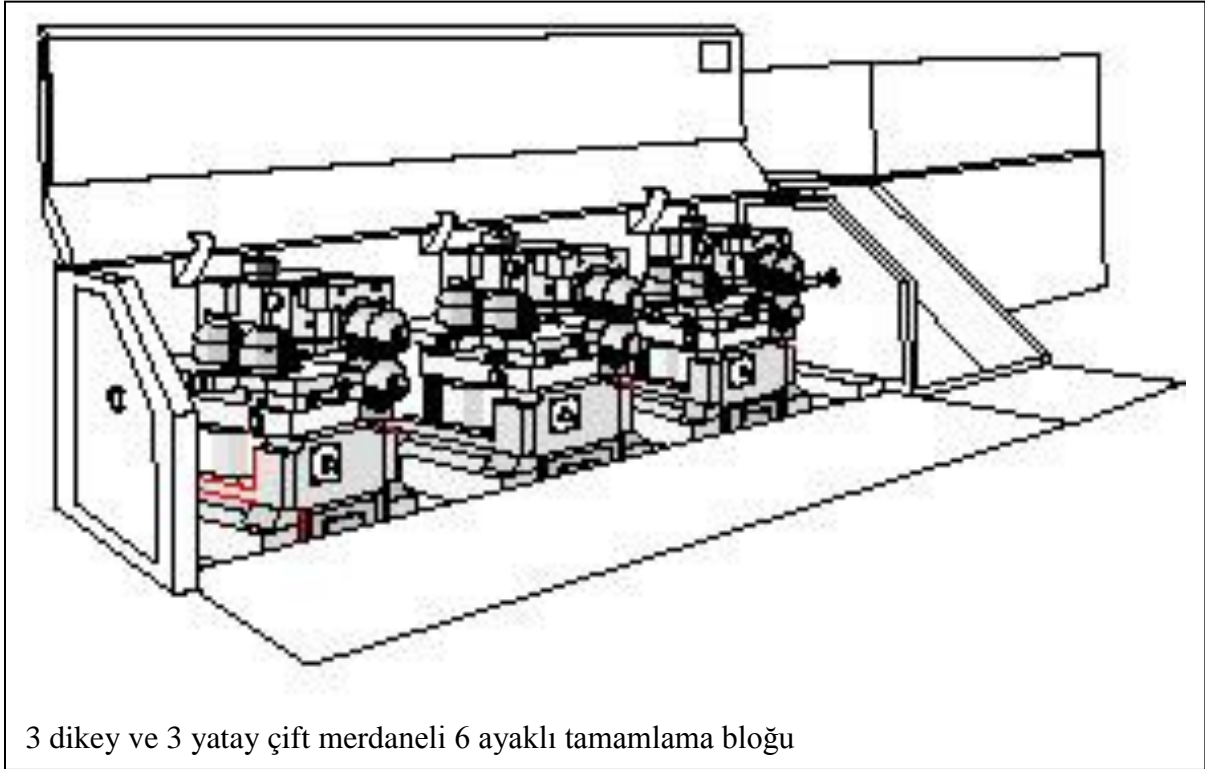
Bobin Sarma

Hızı 20 m/s ve daha fazla olan hadde tesisleri sonunda alt (bazen üst) bobin sarma bölümünde uzunluğu 2 km'ye kadar ve daha fazla olabilen sıcak şerit sarılmaktadır. Sıcak bant genişleyebilen bir mandrel etrafına özel ayarlı sargı merdaneleri yardımı ile sarılır. Yaklaşık olarak 3-4 sarım sonrası sargı merdanesi kalkar ve bant ayarlanan mandrele sarılır. Sarma işlemi bittikten sonra mandrel katlanır ve sıcak bobin çember ünitesine taşınır.

A.2.1.8 Çubuk Haddelme / Tamamlama Hattı

Çubuk tesislerinin tamamlama hattı genellikle alternatif yatay ve dikey merdane çiftleri bulunan 10 sete kadar merdane bloklarından oluşmaktadır. Şekil A.2-21.

Son safhada 100 m/s'nin üzerindeki haddelme hızına ulaşılır. Kaba haddelme için kullanılan malzeme ve ara ürün merdaneleri genellikle çeliği veya döküm demirini sertleştirir, tamamlama merdaneleri karbiden yapılmıştır ve kısmen sertleştirici malzeme giydirilmiştir. Filmaşın tesisleri için kullanılan tipik kalibrasyon yöntemi yuvarlak ve oval kalibrelerin ard arda kullanılmasıdır.



3 dikey ve 3 yatay çift merdaneli 6 ayaklı tamamlama bloğu

Şekil A.2-21 Filmaşın tamamlama bölümü merdane yerleşimi

A.2.1.9 Levha Haddelme

Tersinir işlemle levha haddelme, şerit üretimindeki kaba haddelme prosesi ile benzerdir. Slablar, uzatılarak özel hadde tezgahında konik merdaneler ile 90°C döndürülerek genişletilip tekrar çevrilir ve istenilen kalınlığa getirildiği çok safhalı haddelme işlemi ile levha haline getirilir.

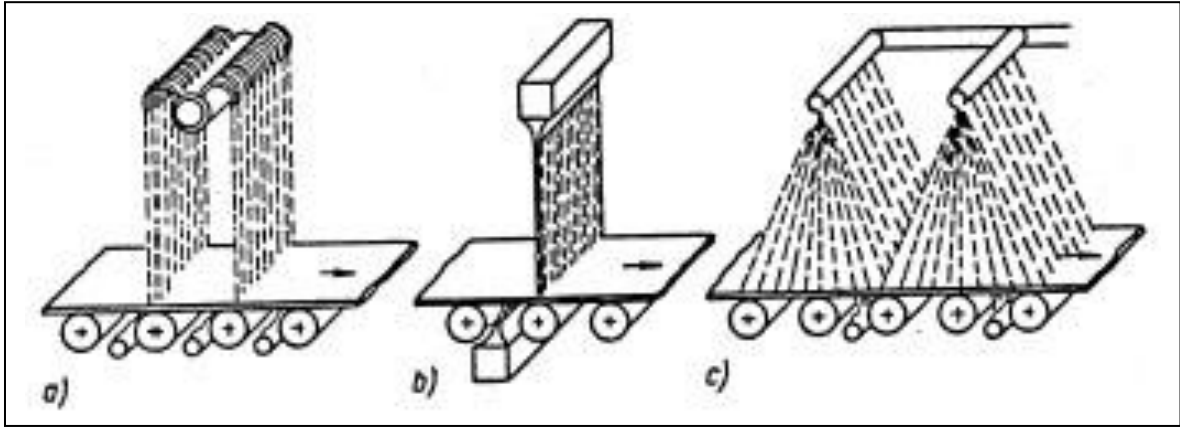
A.2.1.10 Haddelenecek Ürünün Hadde Tezgahları arasında Taşınması

Hadde tezgahları genellikle şerit haddelme hattı boyunca uzanır ve haddelenecek ürünün taşınması için kullanılır. Bu hadde tezgahları özel madeni oyuklar ve/veya eğer gerekiyorsa deliksiz tek sürücülü merdane veya elektro motor ve dişli gibi grup sürücüler içermektedir.

Özel durumlarda örneğin haddelenecek tek ürünün ağırlığının artırılmasını veya ilave ekipman montajını, kaba hadde ayakları arasındaki uzaklık ve iki prosesin yürütülmesinde yeterli olmayan tamamlama sehpasının ilerideki modernizasyonunu kapsamaktadır. STELCO Çelik Şirketi (Kanada) tarafından geliştirilen ve bobin kutusu olarak adlandırılan kısım ara ünite olarak sisteme yerleştirilmektedir.

A.2.1.11 Soğutma Hatları

Tamamlama hattında ayrı bir sıcaklık kontrol bağlantısı ile soğutma hattı malzemeye istenilen mekanik-teknolojik parametreleri sağlar. Kullanılan su spreyleri, su duvarları ve katmanlı düzgün su akışı ile çelik çabucak soğutulur (Şekil A.2-22'ye bakınız).



a) Katmanlı düzgün akış b) Su duvarı c) Su spreyi
Şekil A.2-22 Farklı su soğutma tipleri

Son günlerdeki en geniş yayılım, ürün çıkış sehparlarında katmanlı düzgün akış soğutmanın kullanılmasıdır. Genellikle sprej başlıkları (geçiş hattının en üst ve en alt bölümüne yerleştirilmiştir) ayrı bölümler halinde gruplanmıştır, bazen farklı hacimde su akış miktarı olmaktadır. Her bölüm ve/veya her başlık ayrı ayrı kontrol edilebilir böylelikle soğutma sıcaklığının istenilen seviyede gerçekleştirilebilmesi sağlanır. Soğutma hatları ve özel başlıklar bilgisayar kontrollüdür, şartlara göre sprej başlıkları çevre sıcaklık ölçümü ile desteklenen matematiksel-deneysel modeller kompleksine bağlı olarak açılır ve kapanır.

A.2.1.12 Sac ve Levha Üretimi

Sac üretimi için sıcak üretilmiş bobinler boşaltma makaraları ile açılarak şeridi düzelteren ekipmanla donatılmış olan makas hattına yönlendirir. İstenilen genişlikte haddelenen sac stok sahasında istiflenir. Levha üretimi haddelene prosesini takip eden makas hattında gerçekleştirilir. Levhalar her iki tarafından kırılır, istenilen genişliğe getirmek için kesilir. Özel boşluklu ölçülere kesmek için CNC-kesme aleti kullanılır (şalama, plazma veya lazer kesme üniteleri). Levhanın iç kalitesi ultrasonik tekniklerle saptanır. Makas hattı çıkış masasına otomatik çalışan cihazlar yerleştirilebilir.

Bir çok donanımda tamamlama işlemi bilgisayar kontrollüdür. Enerjiyi korumak için son haddelenenin ardından levhanın hat içindeki söndürme ve sıcaklık iyileştirmesine önem verilmektedir..

A.2.1.13 Levha Sıcaklık İyileştirmesi

Tamamlama hattından çıkan levhalar sıcaklık iyileştirmesine kısmen tabi tutulurlar. Çeliğin gerginliğinin azaltılması için tavlama kritik olmayan sıcaklığa kadar ısıtılır. Normalize etmek için çelik kritik sıcaklığa kadar ısıtılır ve hava ile soğutulur. Amaç parçacıkların ebatlarını azaltmak ve osteniti çok daha kolayca çözen karbit dağılımını sağlamaktır. Söndürme, temperleme ve diğer metodlar da uygulanabilir.

Bu amaç için denge kollu fırın, makaralı ocaklı fırın veya car bottom furnace gibi bir çok değişik tip fırın kullanılmıştır. Bu tip fırınların ısıtma ve söndürme sistemleri, stoktaki ürünlerin yeniden ısıtıldığı sistemler ile karşılaştırılabilir. Genellikle iyileştirme fırınlarının ateşlenmesi için bütün uygun ısıtma araçları kullanılabilir.

A.2.1.14 Hadde Atelyeleri

Tamamlama ve kaba hadde tesisleri için iş merdanelerinin olduğu gibi yedek merdanelerin de haddelenecek ürünlere bağlı olarak iyi tarif edilmiş spesifikasyonlara uygun düzenlenmektedir. Hadde atelyelerinde merdaneler, işleme ve taşlama gibi tipik makine atelyesi tekniklerinin uygulandığı şekilde düzenlenir.

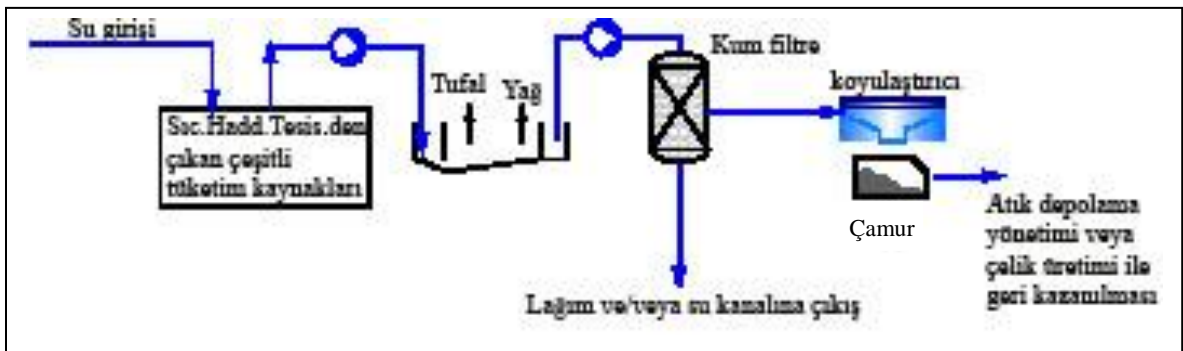
Hadde atelyesi aşağıdakileri içerir :

- İş merdanelerinin açık havada veya su püskürtme ile soğutulduğu bir soğutma alanı.
- Yığınların sökülüp dağıtıldığı ve ayarlandığı hazırlık bölgesi (Bazı durumlarda hadde atelyesi merdanelerin sökülmeden düzenlenmesine karar verebilir).
- Düzenlenecek merdanelerin tortulardan ve yağdan temizlenmesi için bir temizleme bölgesi (Temizleme teknikleri buhar ile temizleme, alkali yağ temizleme eriyik uygulamasını, organik çözelti uygulamasını içermektedir).
- Tipik makine atelyesi, taşlama sırasında açığa çıkan çamuru ayırmak için soğutma sıvısının sürekli proseste olduğu özel soğutma sistemine sahip torna tezgahı ve taşlama makinesi gibi ekipmanları içermektedir.

A.2.1.15 Su Devreleri / Sıcak Haddehane Tesislerinde Su Yönetimi

Sıcak haddeleme prosesinde ve proses adım bağlantılarında kullanılan su, soğutma ve teknolojik nedenlerde kullanılır. Elektrik motorları, yeniden ısıtma fırınları, kontrol odaları ve güç sistemleri aletleri ve proses kontrolü genellikle dolaylı olarak soğutulur. Çelik, merdaneler, makaslar, bobin makaraları ve sıcak çıkış sehpaları direk olarak soğutulur. Su aynı zamanda tufal parçalamak, tufalın püskürtülmesi ve taşınması için kullanılır. Haddelenen malzeme (proses suyu) ve hadde ekipmanları ile temas eden su, tufal ve yağ ile kirlenecektir.

Şekil A.2-23'de **açık sisteme** uygulanan basit bir su besleme sistemi gösterilmektedir. Su doğal kaynaklardan (ırmak, göl, yer altı suyu) alınarak sıcak tesisin çeşitli tüketim kaynaklarından geçer ve tekrar su kanalı (dere) ile açığa verilir.



Şekil A.2-23 Su Besleme Sistemi Örneği

Kirletilen soğutma ve proses suyu dış ortama atılmadan önce iyileştirilir. İlk iyileştirme safhası katı partiküllerin, temel olarak demir oksitlerin havuzun dibine çöktüğü çöktürme tankıdır.

Çökelen katı maddeler uygun aletler ile dışarı atılır, entegre çelik tesisi olması durumunda sıcak metal yolu ile prosese geri döner. Yüzeyde yüzen kirletici yağlar uygun su yüzeyindeki yağ birikintisi alma cihazı ile alınır ve özel toplama tankına boşaltılır.

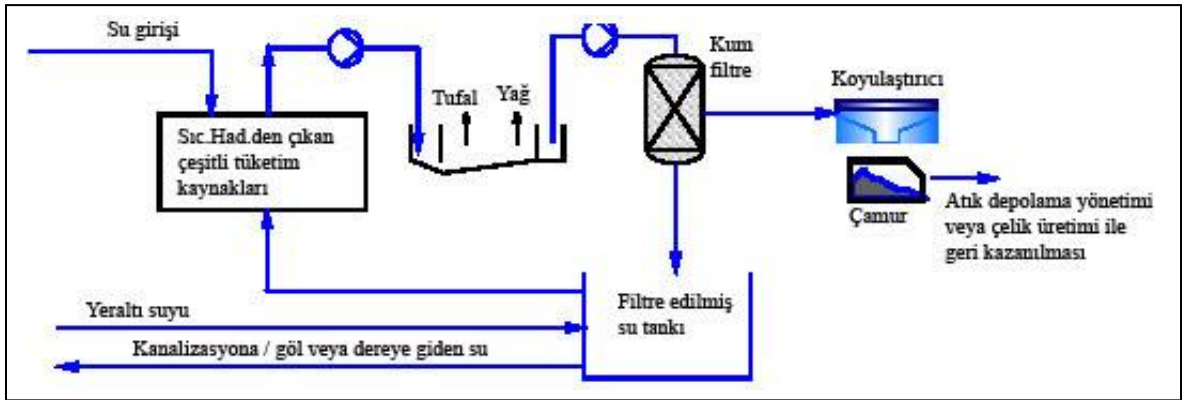
Daha önce temizlenmiş olan su borular yoluyla hacim, ölçü, kapasite, dizayn ve sayıları belirlenmiş olan filtre tanklarına gelir. Bir çok durumda bu filtreler kum filtrelerdir, örneğin su bu kum yataklarından geçerken temizlenir.

Sistemin bakımını yapmak ve ayırma verimliliğinin artması için süzme sırasında bu kum filtrenin içinde kalan kirli maddeler geri-yıkama yapılarak dışarı atılmalıdır. Filtrelerdeki artılmış atık su kanalizasyon sistemi ve/veya göl ve denizlere boşaltılır.

Filtre tanklarından geçen çamurlu sular (çoğunlukla demir oksit içerir) koyulaştırıcıda ayırılır. Taşan su temizleme devresi sisteminde yeniden dolaştırılır. Yüksek kaliteli besleme maddesi içeren çamurun daha sonra suyu süzülerek çıkarılır veya çelik üretim prosesine geri döndürülür, kullanılabilceği uygun sistemlere gönderilir.

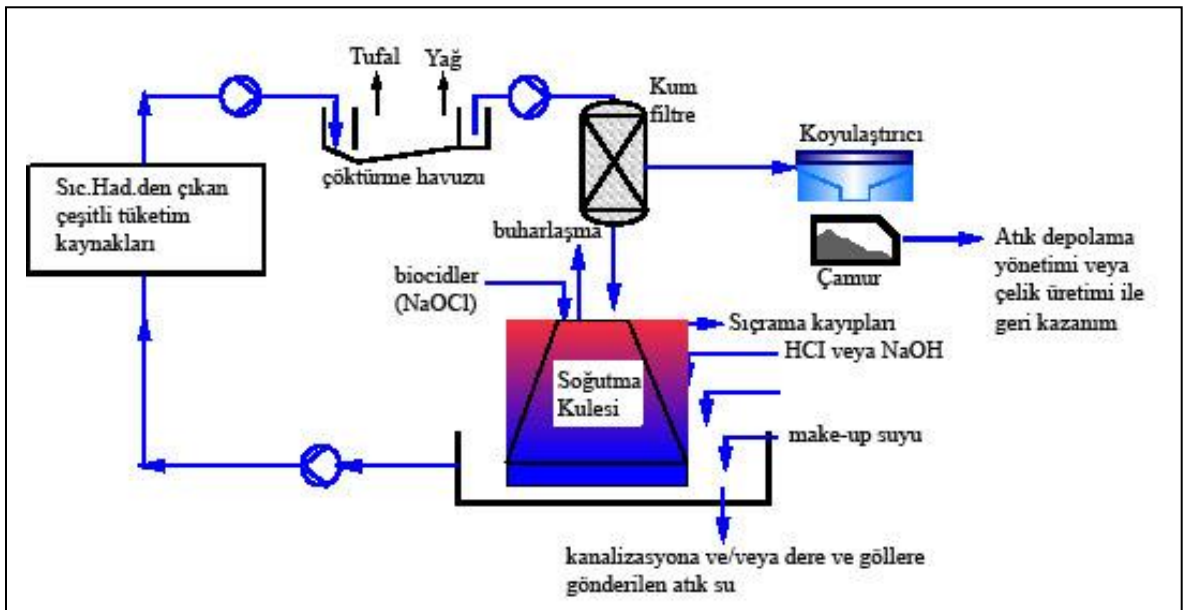
Sıcak haddelemeden açığa çıkan atık suyu azaltma işlemini yarı kapalı ve kapalı dolaşım sistemleri yerine getirmektedir.

Şekil A.2-24’de gösterilen yarı kapalı devrelerde su iyileştirilir ve sıcaklığına bağlı olarak tekrar kullanılır. Su iyileştirme ekipmanları açık sistemlerle aynıdır fakat filtre edilen atık su direk olarak atılmaz. Bunun yerine filtre edilen su bir havuza gönderilir ve eğer gerekiyorsa soğuk tatlı su ile karıştırılır. Karıştırılan suyun sıcaklığına bağlı olarak filtre edilen su sıcak hadde tesislerindeki farklı tüketim kaynaklarına geri gönderilir, sadece taşan su dışarı atılır. Buna bağlı olarak dolaştırılan su hacmi mevsimlere ve coğrafik yapıya bağlıdır.



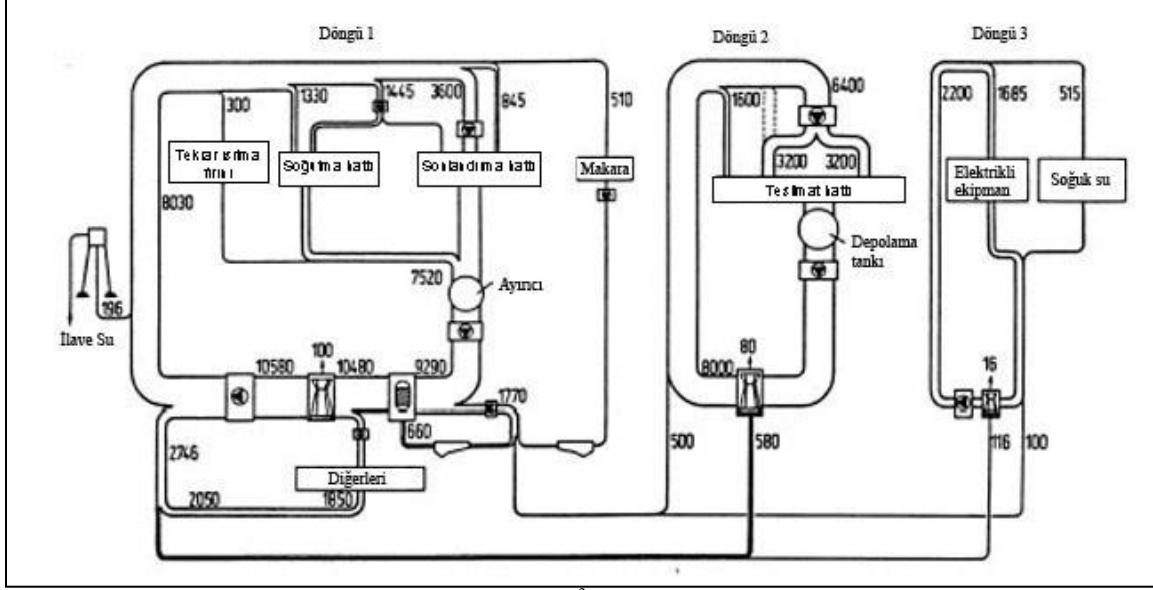
Şekil A.2-24: Yarı kapalı su devresine örnek.

Kapalı su devresi uygulamaları ile (Şekil A.2-25’e bakınız) artılmış olan su dışarı atılmaz, soğutma kulelerinde veya eşanjörlerde soğutularak istenen sıcaklığa getirilir ve haddeleme prosesinde yeniden kullanılır. Soğutma kulesi kullanan tesisler için su tüketimi sınırlandırılmıştır, buharlaşma ve dökülme gibi kayıplar için ilave suya (yaklaşık %3-5) ihtiyaç vardır. Eşanjör kullanıldığında geniş hacimli su sirkülasyonuna ihtiyaç vardır.



Şekil A.2-25: Kapalı devre su sistemi

Sıcak haddeleme tesislerindeki su besleme ve iyileştirme sistemleri bir çok kısmi bağlantı, su döngüleri ve çok safhali su kullanımı ile genellikle çok karmaşıktır. Bazı durumlarda sıcak hadde tesisi su dolaşımı diğer demir ve çelik üretim üniteleri su besleme sistemleri ile birleştirilmiştir, buna sürekli dökümleri örnek gösterebiliriz. Bu bağlantıya gerekçe atık su içeriklerinin benzerliği ve bağlantıların yakınlığıdır.

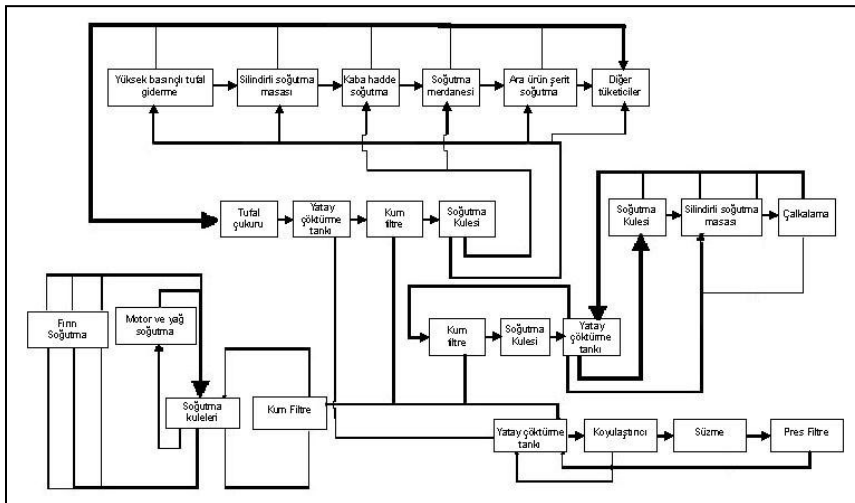


Notlar : 1) Verilen rakamlar su akış miktarını m³/h vermektedir
2) Tesis kapasitesi : 270000 t/ay

Şekil A.2-26: Sıcak Hadde Tesisi için Su bağlantıları

Şekil A.2-26'da 3 su döngüsünün kurulduğu sıcak şerit tesisinin su sirkülasyonu gösterilmektedir. 8030 m³/h kapasiteli döngü 1, doldurma ayağı, tamamlama hattı ve tekrar ısıtma fırınından; 8000 m³/h kapasiteli döngü 2 besleme silindri masadan; 2200 m³/h kapasiteli döngü 3 temel olarak elektrik ekipmanlarından oluşmaktadır. Döngüler bir yolla birbirine birleştirilmiştir, döngü 2 ve 3'e giren su döngü 1'in temiz su tarafından sağlanmaktadır. Döngü 2 ve 3'ün proses suyu döngü 1'in iyileştirme tesislerine gönderilir ve aynı zamanda taşan su da döngü 1'e boşaltılabilir.

Şekil A.2-27 sıcak şerit tesisi için su yönetim sistemine bir başka örneği göstermektedir. Bu durumda yerleştirilen döngüler fırınlar ve motor soğutma, hadde ayakları ve katmanlı düzgün şerit, hadde sehvası soğutması için kurulmuştur.



Şekil A.2-27: Sıcak hadde tesisinde su döngülerinin kullanımı

Çelik endüstrilerinde suyun kapalı döngü veya birkaç döngülü sistem içerisinde kullanımı bilinen bir uygulamadır. Sıcak haddeleme tesisleri, büyük miktarlarda su ihtiyacı olması nedeniyle su

kullanımının ve atıksu deşarjının azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması için büyük potansiyele sahiptir.

A.2.1.16 Sıcak Haddelme Tesislerinde Atık ve Yan ürün Yönetimi

Atık sudan ayrı sıcak haddelme prosesleri farklı çeşitlerde katı, sıvı, yan ürün ve atık oluşturmaktadır.

- Metalik atık ve yan ürün
- Tortu/maden talaşı skarfi (yontma)
- Skarf ve haddelmeden oluşan toz
- Tortu birikintisi (yağsız ve yağlı)
- Su iyileştirme ve tortu birikintisi çamuru
- Taşlama çamuru (hadde atelyesi)
- Yağ ve gres yağı (katı yağ)

Metalik yan ürün/atık, hurda, spesifikasyon dışı çıkan ürünler, kesik uçlar sıcak haddelme sonucu ortaya çıkar, genellikle temizdir ve metalurjik proseslere kolay geri döndürülebilirler.

Yağsız **tortu (tufal)** ve düşük yağ oranlı (<1%) tufal içeriği genellikle sinter tesisi yoluyla direk olarak metalurjik prosese geri beslenirler. Su iyileştirme tesislerinden elde edilen yağlı, %80 FeO_n içeren demirli tortular, yağlı tortu mili ve taşlama çamuru tekrar iç sirkülasyon yapılmadan önce uygun duruma getirilmelidir.

Tortu aynı zamanda dış kullanım için satılmaktadır (örneğin çimento üreticilerine) veya iyileştirilmek üzere dış şirketlere gönderilir (genellikle yağ içeriğini yakmak için termal iyileştirme). Termal iyileştirme tesisleri %60-70 civarında demir içeren ürün elde edebilirler. Eğer termal iyileştirme tesisleri sadece %4.5 civarında yağlı çamur ile çalıştırılırsa ilave bir enerji ihtiyacına gerek yoktur.

Hava temizleme cihazlarından kaynaklanan **Oksit tozları**, örneğin tesislerdeki oksit tutucu torba filtreler hiçbir risk olmadan çelik üretiminde geri dönüşümlü bir malzeme olarak kullanılabilir (örn. Sinter fab.).

Çeşitli safhalarda ayrıştırılan ve toplanan **yağ ve gres** enerji kaynağıdır ve ikincil enerji olarak değerlendirilebilir, örneğin yüksek fırına enjekte edilebilir veya kok yapım prosesinde kullanılabilir. Bu yağı kullanmak için öncelikle içindeki suyun ayrılması gerekir. Alternatif olarak bu malzemeler, kok fırınlarında karbonizasyona göre daha önemli olan kömürün kütle yoğunluğunu arttırmak için kullanılabilir.

Haddehane veya diğer tüketicilerin kullanmış olduğu emülsiyonlar, yağ ve su olmak üzere iki faza ayrılırlar. Ayrılan yağ, termal olarak değerlendirilebilir veya harici olarak geri dönüştürülebilir.

A.2.2 SOĞUK HADDEHANE

A.2.2.1 Proses Bakış

Soğuk Haddede, sıcak haddelenmiş levha özellikleri, örneğin kalınlığı, mekanik ve teknolojik karakterleri, giriş öncesi malzemeyi ısıtmadan malzemenin merdaneler arasında basınçla geçirilmesiyle değiştirilir. Giriş malzemeler sıcak haddehaneden bobinler şeklinde getirilir.

Proses safhaları ve sıralaması işlenecek çeliğin kalitesine bağlıdır. Düşük alaşımlı ve alaşımlı çelik (karbon çelik) üretim prosesi genellikle; asitleme, haddeleme, tavlama, temper haddeleme / pasivasyon haddeleme ve bitiş prosesinden oluşur.

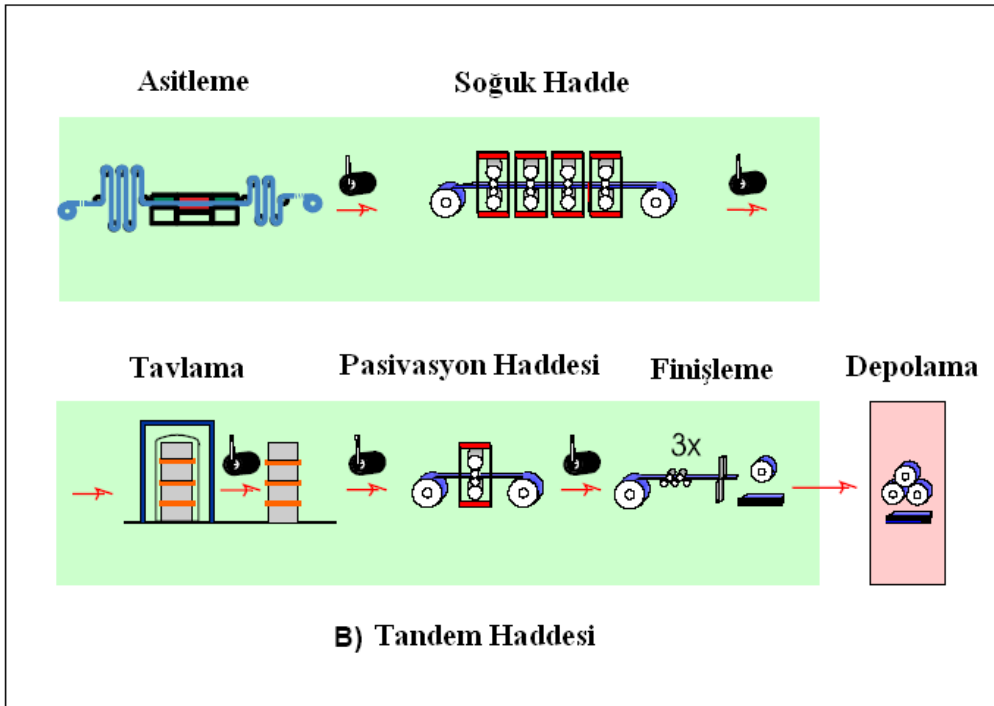
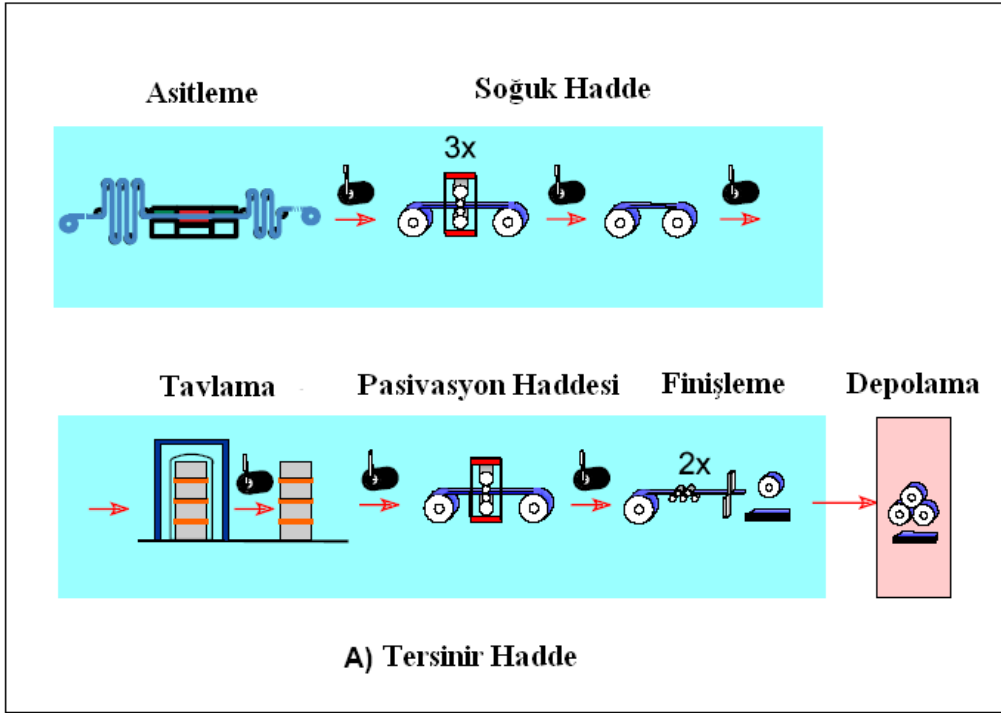
Yüksek alaşımlı çelik (paslanmaz çelik) üretiminde çeliğin sertlik özelliğinden dolayı başlangıçta tavlama sonra asitleme prosesinden geçirilir. Haddeleme operasyonu sırasında ilave tavlama ve asitleme proseslerinden geçirilebilir.

Soğuk haddelenmiş ürünler genellikle yüzey ve metalurjik kalitesi yüksek olan şerit ve levhalardır. Bunların tipik kalınlığı 0,16-3 mm arasında değişmektedir.

Soğuk Haddehane (CR Şerit Haddesi)

Soğuk haddehaneler için tipik yerleşim planları (Figür A.2–28) de gösterilmektedir, tesisler genellikle aşağıdakileri kapsar:

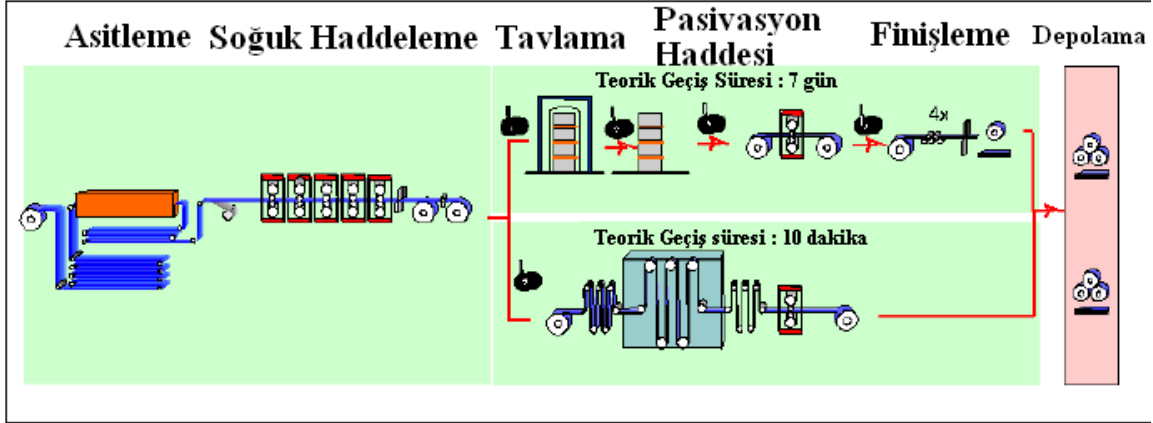
- **Sürekli asitleme hattında** Sıcak haddeleme esnasında oluşan oksit tabakası sülfürik, hidroklorik asit veya nitrik asit ile hidroflorik asidin karışımıyla giderilir. Gerdirme ve doğrultma tezgâhından veya yüzey pasivasyon hattından geçirilen şerite şekil verilirken, yüzeydeki oksit tabakası da mekanik olarak temizlenir.
- **Soğuk haddehane** genellikle dört veya beş kaideli, dört tandem veya tersinir haddeden oluşmuştur. Soğuk haddeleme ile sıcak haddelenmiş levhanın kalınlığı tipik olarak % 50- 80 kadar azaltılır.
- **Tavlama**, soğuk haddeleme esnasında sertleştirme işleminin sonucu olarak, kaybedilen çelik levhanın sünekliliğini yeniden kazandırmak için uygulanır.
- **Temper hadde**, tavlanan malzemeye gerekli mekanik özellikleri veren prosestir. (çekme esnasında Lüders hatlarının oluşumunu önler). Malzeme, dört-yüksek pasivasyon hattı üzerinde tipik olarak hafif pasivasyon haddelemesine tabidir. Merdaneler üzerindeki pürüz haddeleme işlemi sırasında şeritin yüzeyine aktarılır.
- **Muayene ve bitiş hatları**, burada farklı uzunluktaki bobinler gerekli olan ağırlığı karşılaması için birlikte kaynak edilebilir veya gerekli olan genişlikte dilinebilir. Aynı zamanda bobinler gerekli olan uzunluk ve genişlikte sac olarak kesilir. Aynı zamanda levhanın kusurlu bölümleri çıkarılabilir.
- **Paketleme hatları**, malzemenin gideceği yere ve taşıma şekline bağlı olarak değişir.
- **Hadde atölyeleri**, hadde merdanelerinin tamir ve bakımlarının yapıldığı yerlerdir.



Şekil A.2-28: Soğuk levha haddehanesinin tipik akış şeması (EUROFER CR)

Elektrikli çelik sac üretimi için hadde dizaynı yukarıda tanımlananla oldukça benzerdir. Haddehane genellikle haddelemeyi ve alternatif pasivasyon haddeleme işletimini genişleten dört-yüksek tersinir hadde tezgâhını kapsar (%7 deformasyona kadar pürüzlü pasolama işlemini). Daha yüksek Si-içerikleri bobinlerin baş ve uç kısımlarının uç uca kaynak işlemi uygulayarak birleştirilmesi sağlar.

Alternatif malzemelerdeki piyasa talepleri, rekabeti artırarak soğuk haddelenmiş levha üretimindeki teknik trendler ve gelişmeler, proses süresini, malzeme ve enerjinin tüketimini en aza indirerek tesislerin verimliliğini ve randımanını artırmayı amaçlar. Tesislerin çevresel etkileri azaltılır. Şekil A.2-29’da verilen örnek proses akış şemasında, proseste yapılan modifikasyonla, tavlama süresinin 3-7 günden (hidrojen kullanıldığı zaman 2-3 gün) yaklaşık olarak 10 dakikaya kadar indiğini gösterilmektedir. (EUROFER CR), (Com VDMA)



Şekil A.2-29: Sürekli Tavlama ile Soğuk Haddelenme Proses Hattı

A.2.2.2 Düşük Alaşım ve Alaşım HR (Sıcak Hadde) Çeliğinin Asitlenmesi

Sıcak haddelenmiş bobinin tüm yüzeyi soğuk haddelenmeden önce giderilmesi gerekli oksit tabakası ile kaplıdır. Bu oksit tabakası, 75 °C’den 95 °C’ ye kadar tipik olarak oranlanan sıcaklıklarda hidroklorik asit veya sülfürik asit ile temizlenerek yapılır.

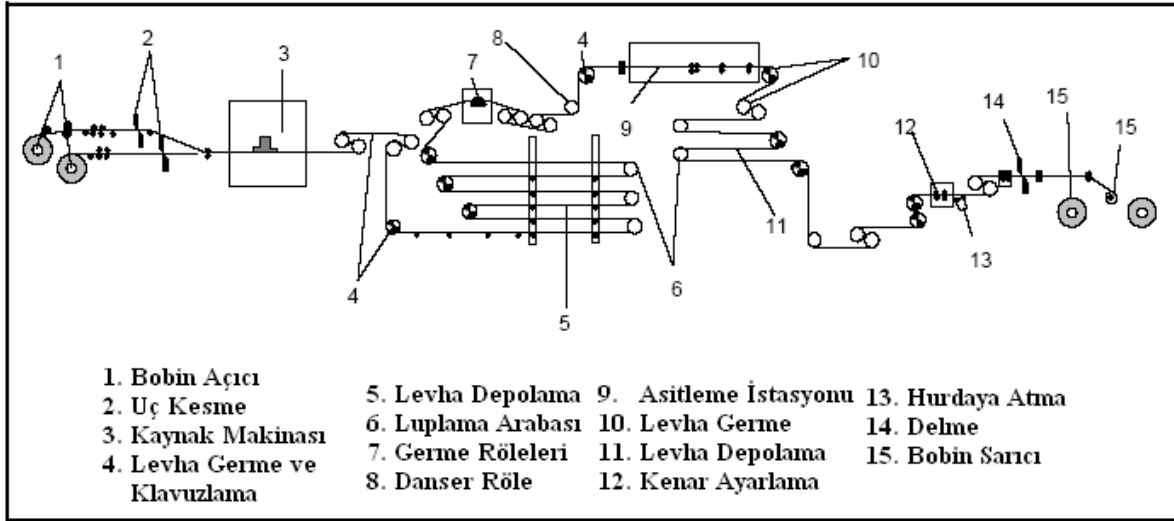
Levha veya sac asitlenirken, demineralize olan su ile çalkalanmalı ve sonradan kurutulmalıdır. Yağlama, haddelenme yağı veya anti-aşınma yağı ile yapılır.

Asitleme, gruplar halinde kesintili (genellikle çubuklar ve borular için), ya da yarı kesintili (batch) veya sürekli olarak uygulanan bir proses olup, çeşitli asit banyoları kullanılarak yapılmaktadır. Aşağıdaki proses, bobin şeklindeki çeliğin sürekli asitleme hattından geçirilerek asitlenmesini göstermektedir. Aşağıda izah edilen asitleme kademelerinin her biri aynı zamanda kesintili bir proses olarak da gerçekleştirilebilir.

- Bobin açıcı üzerinde frenleme sistemi kullanarak, sıcak haddelenmiş rulo üzerinde akış hatları oluşumunu engellemek,
- Sınırlanan sabit asitleme zamanlarını temin etmek için sıcak haddelenmiş bobin uçlarının kaynakla birleştirilmesi.
- Asitleme öncesi sıcak haddelenmiş şeridin doğrultma ünitesinden geçirilmesi. Şeridin düzgünlüğü doğrultma ünitesiyle sağlanır. Doğrultma ünitesinin tufal kırma özelliği ile asitleme kapasitesi artırılır.
- Kimyasal asitleme bölgesi; derin tank veya sığ tank asitleme ekipmanı.
- Levha üzerinde kalan asidi gidermek için çalkalama bölgeleri.
- Kenar ve genişliklerin kesilerek ayarlanması.
- Ebatsal toleranslar, yüzey kusurları ve atıkları için levhanın muayene edilmesi.
- Levhanın yağlanması (bunun kombine asitleme ve haddelenme hattında gerekli olmadığını not ediniz.)

Asitleme tamamen kapalı ekipman veya başlıkla donatılmış tanklarda yapılır. Her iki durumda ünitelerde oluşan buhar, sürekli olarak dışarı atılmaktadır. Modern asitleme tesis tasarımı, harici pompalar ile donatılmış asitleme tanklarını kapsar. Asit banyosundan sürekli olarak geçen çelik levhanın basit olarak pasolanmasının yerine, asit kendi banyosunda monte edilen nozullardan geçen bir sirkülasyon pompası vasıtasıyla pompalanır. Pompalamanın yarattığı türbulans, asitleme reaksiyonlarını artırır.

Geniş sürekli asitleme hatları 2.4 milyon ton/yıl kadarlık kapasiteye sahip olabilir. Şekil A.2-30 Sürekli asitleme hatlarındaki işletmeye ait kademeleri gösterir.



Şekil A.2-30: Sürekli Asitleme Hattı Şeması

A.2.2.3 Yüksek Alaşımli HR Çeliğin Tavlanması (I) ve Asitlenmesi (I)

Sıcak haddeleme ile üretilen paslanmaz çelik levhanın bobinleri sıcak bant bobinler olarak bilinir. Sıcak haddeleme esnasında oluşan tabakayı incelten bir oksit tufalı ve krom mevcudiyeti nedeniyle soğuk haddelemeden önce çeliğin tufalı giderilmeli/asitlenmelidir. Ayrıca karbon çelikleri ile mukayese edilen çeliğin daha da sertleştirilmesi ilk tavlama (I) gerektirir. Tavlama prosesi 3 safhaya sahiptir; tavlama sıcaklığı için ısıtma, sıcaklık denkleştirme ve soğutma. Hem sürekli hem de yığın tavlama prosesleri kullanılabilir.

Tavlama

Demir karışımı içeren çelik sınıfları, genelde bir harman ısı işlem tesisinde sıkıca sarılan bobinler olarak tavllanır. Bu tür tesisler tam ısıtma, sıcaklık dengeleme ve soğutma çevrimleri için kullanılabilir. Bir veya birden fazla bobin fırın tabanına yerleştirilir ve kapalı bir fırın hücreesine oluşması için kapatılır. Isıtma, gazla yakma yoluyla veya elektrik ile ısıtma yoluyla başarılabılır. Bir koruyucu atmosfer (nitrojen/hidrojen) meteorolojik sebepler için gereklidir. Demir karışımı içeren çelikler genelde 800 derece sıcaklığa kadar tavllanır.

Ostenitli çeliklerin sürekli tavllanması için çelik bobin bir ya da daha fazla ısı işlem fırınlarında açılır ve geçirilir. Bu fırınlar tipik olarak çelik yapıyla kaplı bir reflektörlerden ibarettir (izolasyonun diğer şekli) ve genellikle fuel oil ile doğrudan ateşlenir. Bir oksitleme atmosferinin, daha iyi bir asitlemeye izin vermesi için oksijen içinde zenginleştirilen bir tufal oluşumuna ihtiyacı olur.

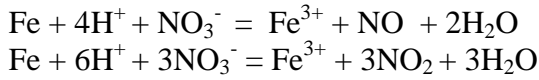
Atık gazlar doğal veya güçlü hava akımı altında bacalar vasıtasıyla atılır. Levha sıcaklıkları tipik şekilde 1100 dereceye kadar ostenit çeliklerini tavlama için gereklidir. O zaman çelik levha soğutma bölümünden geçer ve gaz püskürtme, hava, su püskürtme veya suya daldırma işlemi kullanılarak soğutulabilir. Yukarıda izah edildiği üzere sürekli tavlama ve asitleme hattı oluşturmak için tufal giderme/asitleme tesisi ile birleştirilir.

Tufal Giderme ve Asitleme

Tavlama işleminden sonra soğuk haddeleme için uygun bir çelik yüzeyi temin etmek amacıyla çeliğin tufalı giderilir. Taşlamayla yüzey temizliği veya skal kırma gibi mekanik tufal giderme işlemi ağır tufal yükünü gidermek için kimyasal asitlemeden önce kullanılabilir. Ancak böyle mekanik proseslerin dikkatli kontrolü nihai üretim kalitesini etkileyecek olan levha yüzeyi için hasarı en aza indirmek için gereklidir.

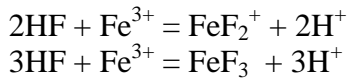
Tufal altında azalan kromun giderilmesi dâhil nihai tufal giderme işlemi genel olarak 70 dereceye kadar sıcaklıklarda nitrik ve hidroflorik asitlerin karışım halinde asitlemesiyle yapılır. Kullanılan asit konsantrasyonları proseslenen malzemeye bağlıdır ancak normal olarak %10 - %18 nitrik asit ve %1 - %5 hidroflorik asit oranı içindedir.

Paslanmaz çeliklerin asitlenmesi esnasında vuku bulan kimyasal reaksiyonlar, kullanılan asitlerin kombine aksiyonu ile yapışan tufal katmanının giderilmesiyle ilgilidir. Asitleme esnasında etkin kimyasal reaksiyon nitrik asit ile metallerin çözülmesidir. Bu reaksiyonların bir yan ürünü olarak hem nitrojen monoksit hem de nitrojen dioksit oluşur. Aşağıda gösterilen reaksiyonlar dominant metal demir içindir ancak aynı zamanda benzer reaksiyonlar nikel ve krom gibi paslanmaz çelik için de mevcut alaşımlı elementler vuku bulur.



Oluşan NOx kısmi olarak asit içinde çözülebilir, ancak NOx'un çözünürlüğü NOx buharlarının asitleme tankından gaz fazına geçmesiyle sağlanır. NOx oluşma hızı sıcaklıkla artar.

Eriyik reaksiyonlarında açığa çıkan metal iyonları hidroflorik asit ile reaksiyona girerek metal kompleks bileşikler oluştururlar.



Bu iki reaksiyon nitrik ve hidroflorik asidin tüketilmesine neden olur. Tufal giderimini optimum düzeyde sağlamak üzere düzenli olarak taze asit ilavesi yapılır.

Çözelti reaksiyonları içinde üretilen demir florit kompleksleri sınırlanmış bir çözünürlüğe sahiptir ve demirin % 5 konsantrasyona (40 g/l) ulaşmasına izin verilirse, o zaman demir floritin çökmesi başlayacaktır. Bu çökme, sert kristalimsi maden çamuru oluşumuna sebep olur.

Asitleme hattı dizaynı genellikle düşük alaşımlı çeliklerin asitleme işlemiyle aynıdır. Bunun dışında en son asitleme tankı çıkışında üzerinde asit kalıntıları olan çelik levha bu kalıntıların temizlenmesi için su ile yıkanır ancak çeliğin aşınmaya dayanıklılığı nedeniyle yağ uygulaması gerekli değildir.

A.2.2.4 Asitlenmiş olan sıcak haddelenmiş levhanın soğuk haddelenmesi

A.2.2.4.1 Düşük alaşımlı ve alaşımlı çelik

Soğuk haddeme veya ters haddemede asitlenen sıcak haddelenmiş çubuklar, saclar veya levhalar, merdanelerin arasından sürekli olarak geçirilir. Az sertleştirilmiş düşük karbonlu çelikler, bu haddelerin daha yüksek kapasitesi nedeniyle çoklu-stand tandem haddelerinde genellikle haddelenir. Dört veya altı haddeme standından ibarettir. Levha birinci standda girer ve başlangıç kalınlıklarının azaltılması için alttan verilir ve diğer azaltmalar nihai ölçü kazanılıncaya kadar her bir uygun standta üretilir.

Düşük karbonlu levha için genellikle su içindeki yağ oranı %0,5 ve %4 lük bir emülsiyon (direkt uygulama için %10–20) aşağıdakiler için gereklidir.

- Yağlama
- Levhanın soğutulması, işletmedeki ve yedekteki (backup) merdane soğutma için
- Fe parçacıklarının giderilmesi

Haddeme prosesinde geniş levha, genel olarak boylamasına deforme olur, enlemesine olan deformasyon ihmal edilebilir. Malzeme kalınlığının düşürülmesi uygulanan haddeme güçleri levha gerilimlerinin (ileri ve geri) etkisi ile temin edilir. Soğuk şekillendirme prosesi malzemenin uygun bir sertleştirme işlemine yol açar. Levha hızı ve gerilimi, lazer kontrolü ile desteklenen kesin kütle akış kontrolü (haddeme gücü ve / veya konumunun kontrolü) ile sağlanır. Yassılamak için ilave otomatik kontrol devreleri (yuvarlak bükme bölge soğutma vs) kullanılır. Levha yüzeyinin pürüzsüz hale getirilmesi tandem haddesinin son tezgâhında tatbik edilir.

Optimum levha yüzey temizliği için hidrolik yağ, morgoil yağ, gres veya soğutma suyu ile tandem emülsiyonunun kirlenmesinden kaçınılması önemlidir (emülsiyonu temizlemek için kullanılır). Herhangi bir kirlenmeden kaçınmak için alınan tedbirler aşağıdakileri içerir:

- Yağ seviyelerinin sürekli görüntülenmesi
- Yağ konsantrasyonunun görüntülenmesi
- Hidrolik ekipman ve yatakların düzenli kontrollü
- Sıcaklık, pH değeri, sabunlaşma endeksi, asit değeri, iletkenliği gibi emülsiyon parametrelerinin görüntülenmesi
- Tandem emülsiyonunun filtrelenmesi (magnetik filtreler, kâğıt filtreler, ön kaplanmış filtreler gibi teknikler kullanılarak).

Levhayı temizlemek üzerinde kalan sabun veya yağı gidermek için kimyasal ve/veya elektrokimyasal gres giderme işlemine tabi tutulabilir. Bu amaç için temizleme bölgeleri, sıcak daldırılmalı galvanizleme tesisleri veya sürekli tavlama tesisleri gibi aşağı akış prosesleme tesislerinin giriş tarafına kurulur. (EUROFER CR)

Konvansiyonel kesikli haddeme

Asitlenen sıcak haddelenmiş şerit, soğuk haddemeye bobin olarak beslenir. Bu bobin ucun çıkışında ve çekme sırasında hattın geometrik koşullarına uygun olarak levha kalınlıklarında değişim ortaya çıkar.

“Temiz hadde sacı” üretmek için maksimum %1’lik konsantrasyondaki ince emülsiyon, tandem haddesinin son tezgahlarında kullanılabilir. Emülsiyon, genellikle merdaneler ve levhalar üzerindeki sprey nozulları vasıtasıyla tatbik edilir. Ara sıra daha yüksek konsantrasyonlar direkt tatbik sistemlerinde kullanılır.

Kesikli haddeme, ürün çeşitliliğindeki farklılıkları tolere edebilmek için çok yüksek dereceli esnekliğe sahip olmalıdır. Bu teknik belli çelik kaliteleri için tercih edilebilir. (EUROFER CR)

Sürekli Haddeme

En dar olası kalınlık toleranslarını, maksimum çıkış ve optimum verimlilik değerlerini elde etmek için sık bir türbülanslı asitleme tesisi tankı ve tandem hadde bir stand ile birleştirilebilir. Genellikle tandemden önce bir akümülatör ve bir kaynak makinesi aynı sonuçları sağlar. Kaynak makinesi ve akümülatör kullanımı bobinin şerite sürekli birleştirilmesini sağladığı için hat sürekli olarak çalışır.

Bir tandem hattı üzerinde, asitlenen sıcak haddelenmiş levhanın girişi hattın içinden tek bir geçişle arzu edilen nihai kalınlığa düşürülür. Çeşitli ayrı emülsiyon sistemlerinin montajı ile son standta uygulanacak özel bir emülsiyon ile temizleme etkisi arttırılabilir. Bunun için ya bir deterjan ya da ince bir emülsiyon (%1 yağ içerikli) kullanılabilir.

Sürekli haddeme yüzey kalitesinin ve bobin uçları için levha kalınlıklarının kontrolüne izin verebilir. Bu hem malzeme kaybını azaltmada hem de optimum yağ tüketimine izin verir. (EUROFER CR)

A.2.2.4.2 Yüksek Alaşımli Çelik

Başlangıç tavlama ve asitlemesinden sonra genellikle çelik arzu edilen ebatlara ulaşmaya veya sertleştirme işlemi ilave tavlama gerektirinceye kadar pasoların sayısı için ters grup haddesinde gerekli kalınlıklar için haddelenir.

Soğuk indirgeme prosesiyle açığa çıkan ısı, yağlama yağının ısınarak yağın çeliğin üzerine yayılmasını sağlar. Bu ısı eşanjörlerden ve soğutma suyu sistemlerinden geçirilerek dağıtılır.

Genellikle mineral yağlar haddeme yağı olarak kullanılır ve yağ temizliği için kapalı çevrim sistemler kullanılarak optimum performans elde edilir. Bu, yağ filtrasyon devreleri kullanılarak başarılabılır. Mineral yağların kullanımı baskın olmasına rağmen, karbon çelikleri için kullanılan bunlara benzer emülsiyon soğutma sistemleri mevcuttur. Böyle durumlarda levhanın işaretlemesinden kaçınmak amacıyla yağ temizliğini kontrol etmek için ilave tedbirler alınmalıdır.

Toplama başlıkları haddeye takılır ve oluşan yağ buharını gidermek için buhar emilerek sistemden alınır.

A.2.2.5 Düşük Alaşımli ve Alaşımli Çeliğin Tavlama

Tavlama işleminin ana safhaları aşağıdakileri kapsar.

- Tavlama sıcaklığına gelinceye kadarki ısıtma (650 C derecenin üstü)
- Tavlama sıcaklığında tutma
- Soğutma

Tavlama prosesi kesikli veya sürekli fırınlarda yapılabilir. Tavlama çevriminin mekanik özelliklerinin sonuç olarak, çelik levhanın şekil alabilirliğine önemli bir etkisi vardır. Tavlama çevrimini kontrol eden ana parametre sıcaklık profilidir. Tavlama, sürekli veya kesikli fırında ürünün sertliğine ve mukavemetine bağlı olarak yürütülür. Tavlama çevrimi değişik parametrelere bağlıdır. Malzeme ve malzeme yüzey kalitesi, yüzey koruma gazı vs. belirler.

Sürekli ve yığın tavlama birbirinin tamamlayıcı prosesleri olarak dikkate alınır ve tamamen birbirinin yerine geçemez. Üretimle ilgili kriterler tavlama tekniğinin seçilmesinde belirleyicidir.

A.2.2.5.1 Yığın tavlama

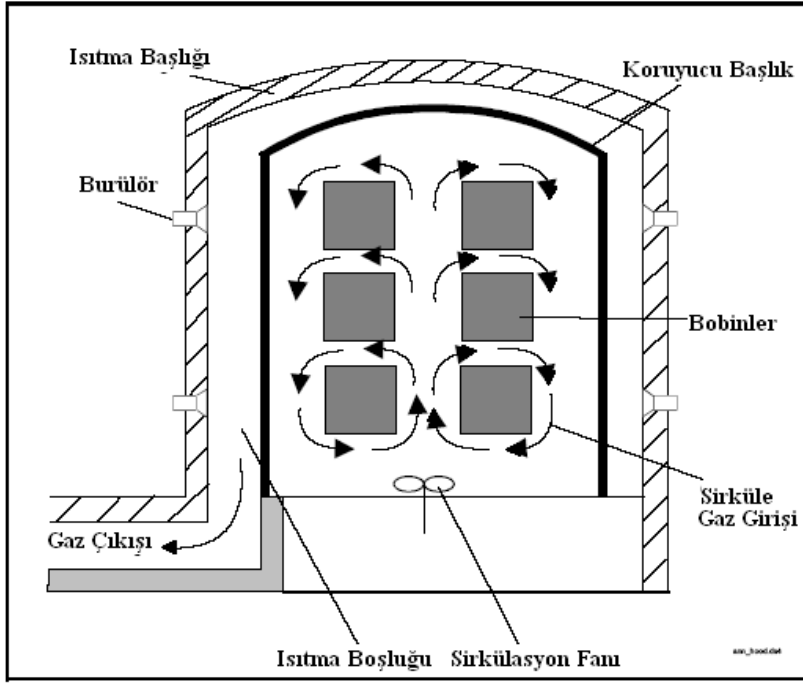
Alkali solüsyonla gresini giderme / temizleme

Tavlama prosesinden önce temiz bir yüzeyi temin etmek için levha temizlenir (gresi giderilir). Temizleme, çelik yüzeyinden yağ kalıntılarının giderilmesini sağlar. Proses asitlemeyle aynı olmakla birlikte sadece kullanılan kimyasal farklıdır. Sıklıkla kullanılan temizleme malzemeleri fosfatlar, alkali silikatlar, kostik soda ve soda külüdür. Elektrolitik temizleme ve fırçalar da levha yüzeyinden demir parçacıklarının giderilmesi için bazen kullanılır.

Çelik sac bobinden çözülür ve temizleme etkisini sağlamak için karıştırılabilen temizleme tanklarının içinden geçirilir. Sonra çelik su ile çalkalanır ve tekrar bobin haline getirilir. Gres giderme çözültisi rejenere edilerek tekrar kullanılabilir.

Tavlama

Soğuk haddelenen bobinler tavlama için başlıklı fırın içine istiflenir (Figür A.2-31'e bakınız). Yanma hücresi (ısıtma ve koruma başlığı arasındaki boşluk) yağ veya gaz bürnerleri ile ısıtılır. Isı, çelik bobinlerin istiflendiği yer olan koruyucu başlıktan geçer. Sirkülasyon fanı ile sıcaklığın mümkün olduğu kadar homojen dağılımı sağlanır. Konvansiyonel tesislerdeki atmosfer genellikle HNX gazıdır (yanabilirlik sınırına yakın bir hidrojen içeriği ile bir nitrojen-hidrojen karışımı). Atmosfer, yüksek ısı yayan konveksiyon fırınlarında %100 H₂ olabilir.



Şekil A.2-31: Başlıklı Tip Tavlama Fırın Şeması

Bu alanlar, özellikle üst ısıtma esnasında iç bobinlerden daima daha sıcak olduğu için ısı, dış kenarlarından geçerek bobinler içinden geçer. Isı işlemi kısmi pişirme için emülsiyonun organik artıklarına sebep olur; kısmen bir damıtma projesi vuku bulur. Vuku bulan reaksiyon ürünleri CO/CO_2 , H_2 , $FeOX$ ve CH_4 'dür. Levha tekrar kristalleştirme sıcaklığına getirilir ve soğuk haddelenmiş çelik'in komple tekrar kristalleştirilmesi neticesinde yaklaşık $700\text{ }^\circ\text{C}$ 'de tavllanır. Bobinleri soğutmak için, ısıtma başlığı kaldırılır. Soğuma etkisi koruyucu başlık üzerindeki püskürtme suyu ile; bir soğutma çanı ile örtülerek ve onun üzerine hava üfleyerek veya koruyucu başlık altında koruyucu atmosferi soğutan bir soğutma by-pass sistemi kullanılarak artırılabilir.

Tavlama için gerekli süre tavlama sıcaklığına ve şartlamanın ağırlığına bağlıdır, 2 ile 7 gün arasında değişebilir. Fırının bu şekilde tavllanması çok yavaş olup aynı zamanda soğutma oranı belli çelik dereceleri için uygun değildir. Bu nedenle % 100 bir hidrojen atmosferindeki tavlama prosesiyle daha kısa tavlama sürelerinde, oldukça hızlı soğutma sistemi geliştirilmiştir.

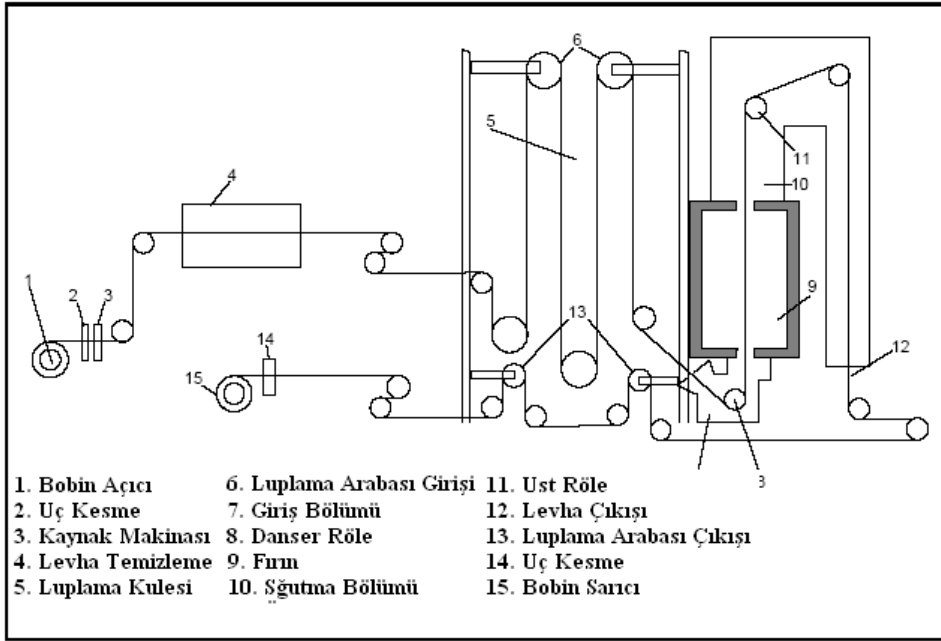
A.2.2.5.2. Sürekli Tavlama

Sürekli tavlama için bobinler, tesisin giriş tarafında birlikte kaynak yapılır ve aşağıdaki proses kademelerine tabi tutulur:

- Şeritlerin alkali/elektrolitik olarak temizlenmesi
- Gerekli olan tavlama sıcaklığında ısıtma ve tutma
- Soğutma (yavaş püskürtmeyle soğutma, yüksek gaz püskürtmesiyle soğutma, soğutma hızı $150\text{ }^\circ\text{C/saniye}$ olan gaz kullanımı, sıcak suyun sönmelenmesi (HOWAQ), yaşlandırma, merdane soğutma, nihai soğutma, zerreler halinde jet soğutma).

Sürekli tavlama, çelik şeritin ısıtma, tavlama, soğutma, temperleme ve ikinci bir soğutma bölgesi olan çok bölmeli ısıtma fırınından geçirilmesiyle yapılır. Çelik, $650\text{ }^\circ\text{C}$ ve $830\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar ısıtılır, sonra metalürjik özelliklere bağlı olarak gaz, gaz-su karışımı veya su püskürtülerek soğutulur.

Bu fırınlar, genellikle gaz (direkt veya indirekt olarak) veya elektrikle ısıtma ile yakılır. Çelik, bir giriş gaz atmosferi veya fırının iç kısımlarında indirgenen gaz atmosferi ile korunabilir. Sürekli tavlama için işletme safhaları şekil A.2.32’de gösterilmiştir.



Şekil A.2-32: Sürekli Tavlama Fırın Örneği

Sürekli tavlama ile proses süresi daha kısa (yaklaşık 10 dakika), daha az ara depolama ihtiyacı, homojen mekanik özellikler ve daha iyi yüzey temizliği elde edilir. Sürekli tavlama, daha yüksek mukavemetli çeliklerin üretimi için çok uygundur. Fırının planı, egzoz gazından enerji kazanımı kolaylaştırır.

A.2.2.6. Yüksek Alaşımli Çeliğin Tavlama (II) ve Asitlenmesi (II)

Gres giderme

Nihai tavlama prosesinden önce, levhanın yüzeyinde bulunan gresi gidermek için kullanılır. Buda sürekli tavlama hatlarının girişinde alkali bazlı temizleme sistemleri kullanılarak başarılabilir.

Çelik bobin çözülür ve temizleme solüsyonlarını ihtiva eden tank serilerinden geçirilir. Genellikle solüsyonun karıştırılarak temizlemenin etkinliği artırılır. Levha bundan sonra su ile yıkanır. Son yıkama aşamasında demineralize su kullanılır. (EUROFER CR)

Tavlama

Nihai tavlama ve asitleme proseslerinin yer aldığı işlemlerin tamamı, yüzey temizliği işlemi olarak adlandırılır. Bunun örnekleri tavlama ve asitleme gerektiren parlak bir tavlama işlemi olan yüzey temizliği Avrupa Normlarında 2R, sadece tavlama ve asitleme gerektiren ise 2B olarak Standard verilmiştir.

Parlak tavlama genellikle elektrikle ısıtılan veya nitrojen ve /veya hidrojenin koruyucu gaz atmosferinde gaz yakmalı fırında sürdürülür. Hem kesikli hem de sürekli tavlama kullanılabilir. Çelik yüzeyinin gresini giderme, yüzeyin renksizleştirilmesini önlemek için gereklidir.

Bir “2B” yüzey temizleme prosesinde malzeme genellikle sürekli tavlama ve asitleme hatlarından geçirilir. Fırın dizaynı ve işletimi genellikle yukarıda izah edilen sıcak bant malzemesinin tavlanaşına benzer. Çelik bobi açılarak genellikle gaz yakmalı olan bir ya da daha fazla fırından geçirilir. Tavlama zenginleştirilmiş bir oksijen atmosferinde vuku bulur. Bu fırında oluşun tufal ise kolaylıkla uzaklaştırabilir kompozisyonda aşğı akışlı kimyasal asitleme prosesi ile giderilebilir.

Asitleme

Yukarıda izah edilen sıcak bant malzemesinin skalını gidermeye benzemeyen, mekanik tufal giderme yöntemleri soğuk haddelenmiş levhada yüzey hasarına neden olacağından kullanılmaz. Buna denk sadece kimyasal asitleme tatbik edilir. Bu, sıcak bant asitlemesi için yukarıda izah edildiğı üzere aynı tarzda yapılır.

Yüksek alaşımli çeliğın skalı, alaşımli elementlerin oksitlenmesi nedeni ile daima tek bir asit skalını giderme safhasında tam olarak giderilemez. İlave veya ön temizleme prosesleri gerekli olabilir. Bunlar, karışımli asit bölümünden önce kurulan ilk elektrolitik skal giderme prosesi (sodyum sülfat kullanılarak) ile skalı giderme işlemini içerebilir. Genel olarak bu faaliyetler, elektrolit olarak doğal tuzlar veya asitler ile işleme tabi tutulur. Tatminkâr şekilde skal giderme sadece bu bölüm ile başarılmadığı için bir ön-asitleme sistemi olarak elektrolitik prosesi dikkate almak için uygundur. Ancak, gerekli olan karıştırılan asit bölümünün uzunluğu (ve böylece asit tüketimi ve çevresel etkileri) kayda değer olarak azaltılır. Ayrıca, elektrolitik ve karıştırılmış olan asitin kombinasyonu ile islah edilmiş bir yüzey temizliğı sağlanabilir. (EUROFER CR), (Com2 CR)

A.2.2.7 SOĞUK HADDELENMİŞ LEVHANIN TEMPERLENMESİ

A.2.2.7.1 Düşük Alaşımli ve Alaşımli Çelik

Tavlamadan önce, çeliğın yüzey temizlik mekanik özellikleri müşteri ihtiyaçları ile modifiye edilir. Bu, temper haddesi ile yapılır. Temper hadde, şeridin parlak haddelene prosesinden geçirilerek kalınlığının %0,3 ile %2 oranlarında azalmasına sağlayan işlemleri kapsar. Temperlemeden önce şerit sıcaklığı 50°C’den az olmalıdır.

Temper haddelene, iki-yüksek veya altı-yüksek kaideli proste yapılmışına rağmen, tipik olarak bir, iki veya dört- yüksek kaideyi kapsayan temper haddesinde yapılır. Teneke üretimi için iki adet dört yüksek kaideli hat kullanılır. Bu kaideler için kullanılan merdanelerin yüzeyleri çok düzgün olmalı ki çıkan son ürünün yüzey kalitesi de son derece pürüzsüz olmalıdır. Temper hadde aynı zamanda şeridin düzgünleştirilmesini sağlar.

Levha üzerinde kalan haddelene prosesi atıklarının temizlenmesi için temperleme sırasında ıslak tip haddelene kimyasalları kullanılır. Merdaneler, mekanik parlatma ekipmanı ve birleştirilmiş bir ekstraksiyon sistemi ile fırçalanabilir. (EUROFER CR)

A.2.2.7.2 Yüksek Alaşımli Çelik

Karbon çeliklerinde olduğu gibi temper haddelene veya pasivasyon haddelene çelik üzerinde istenen yüzey temizliğini sağlamak için yapılır. Genişletilebilir ölçüde (% 2’ye kadar) minimum indirgemeyi kapsayan bu soğuk haddelene işlemleri, genel olarak soğutma için yağ uygulamaksızın kuru yapılır. Temper haddesi genellikle zemin merdaneleri ile tek, iki veya dört yüksek tezgâhı kapsar.

A.2.2.8 Sonlandırma (Finishing)

Sonlandırma, sac temini için farklı geniş levhaların bobinler halinde sarılmasını ve enine kesilmesini kapsar. Doğrultma, numune alma, yağlama ve işaretleme gibi ilave kademeler de bu aşamada yerine getirilir. Genel olarak, kullanılan teknikler hem düşük alaşımlı hem de yüksek alaşımlı çeliklerde benzerdir, ancak yağlama paslanmaz çelikler için gerekli değildir.

Sonlandırma prosesi aşağıdaki işlemleri kapsar:

- Ebatsal kontrol (genişlik, kalınlık ve uzunluk)
- Yüzey kusurları ve onların giderilmesi için muayene
- Mekanik ve teknolojik özellikleri, levha pürüzsüzlük yapısını ve levha yüzeyi üzerindeki merdane aşınması ve karbondan partiküller artıklarının içeriğini belirlemek için numune alma (istatistiksel olarak numune alma)
- Kesin genişlik için bobinlerin kenarını kesme ünitesi,
- Optimum yassılık için levhaları doğrultma
- Elektrostatik yağlama makineleri veya püskürtme ile techiz edilmiş yağlama makineleri veya röle yağlama makineleri ile levhaları yağlama (antikorosif yağlar veya ön yağlar)
- Bobin sayısı, üretim tarihi v.s ile sonlandırılmış mamüllerin işaretlenmesi,
- Farklı daha ufak bobinlerin daha büyük bobinlere kaynak işlemi.

Sonlandırma atölyelerinde, maksimum verimlilik için kullanılan bobin ağırlıkları müşteriler tarafından sipariş edilen bobin ağırlıkları içinde kesilir. Kusurlu bobin parçalar çıkarılır veya gerekirse, malzeme kusurların giderilmesi için ilave işleme tabi tutulur. Bu, ilave tavlama, temperleme haddemesini veya doğrultmasını içerebilir.

Şerit Taşlanması

Çelik yüzeyinin taşlanması, doğrultma kusurları ile birlikte tek bir yüzey kalitesi oluşturmak için kullanılabilir. Levha genellikle, yüzey pürüzlülüğü değişen bantlar üzerinde açılarak, üzeri yağlanarak kumlanır. Genellikle mineral yağ bu işlem için kullanılır, çıkan yağlı metal talaşı ise filtre edilerek sistemden ayrılır. (EUROFER CR)

Ambalajlama

Nihai şeklini almış olan malzeme genellikle müşteriye sevk için ambalajlanır. Ambalajlama, son kullanıcıya ya depolama ya da nakliye esnasında hasarlanmanın meydana gelmemesini temin etmek için dizayn edilir. Aynı zamanda kontrol tedbirleri; mekanik ve iklimsel durumlardan hasarlanmayı önlemek için alınmalıdır. Ayrıca, üretim tesisinde kaldırma ve nakliye ekipmanı çelik için hasarı minimize etmek için dizayn edilmeli ve çalıştırılmalıdır. Sonlandırmadan sonra müşteriler tarafından sipariş edilen bireysel kalemlerin ambalajlanması yapılır. Kullanılan ambalajlama malzemeleri çelik bantlar, kâğıt, plastik, ahşap, deniz suyuna dayanıklı ambalajlama, özel ambalajlamayı içerir.

A.2.2.9 Hadde Atölyesi

Genel olarak faaliyetler şokların giderilmesi, merdanelerin temizlenmesi ve bakımı ile tekrar yerlerine monte edilmesinden ibarettir.

Gerekli olan levha toleransları ve yüzey standartlarını belirlemek için düzenli olarak tekrar kumlanmalıdır. Perdahlama işlemi esnasında, röleler genellikle perdahlama emülsiyonu ile

soğutulur ve yağlanır. Harcanan emülsiyon yeniden kazanılabilir ve filtre edilebilir ancak kısmi yenileme periyodik olarak gereklidir. Ayrıca, ihtiyaca hazır kullanılmış yağ ve temizleme çamuru üretilir.

Kullanılan merdane işleme sistemleri aşağıdakileri ihtiva eder;

- SBT (Kumlama İşlemi): Bu, iri taneli kumla püskürtme kullanılarak röle üzerindeki işlemin bir mekanik uygulamasıdır.
- EDT (Elektron Boşaltma İşlemi): İş merdanelerinin yağ banyosunda kıvılcım oluşumuyla yapılan işlemdir.
- EBT (Elektron Kiriş İşlemi): Bu sistemde merdane bir vakum hücre sine yerleştirilir ve işlem bir elektron kiriş tabancası vasıtasıyla tatbik edilir.
- Lazer İşlemi (Lazer İşlemi): Merdane, lazer tabancası ile önceden belirlenen pürüzsüzlükler için işleme tabi tutulur.
- Pretex (Premium İşlemi): Merdane kaba bir elektrolitik krom kaplama ile işlenir. Krom kaplama işlemi tamamen ıslak bir sıyırıcı kullanılarak bir egzoz gaz sistemi ile donatılmış, kapalı bir sistemdir. Dolayısıyla krom kaplama işlemi sırasında çıkan buhar, sistem içerisinde kaldığı için dışarıya bir akış olmaz. (EUROFER CR)

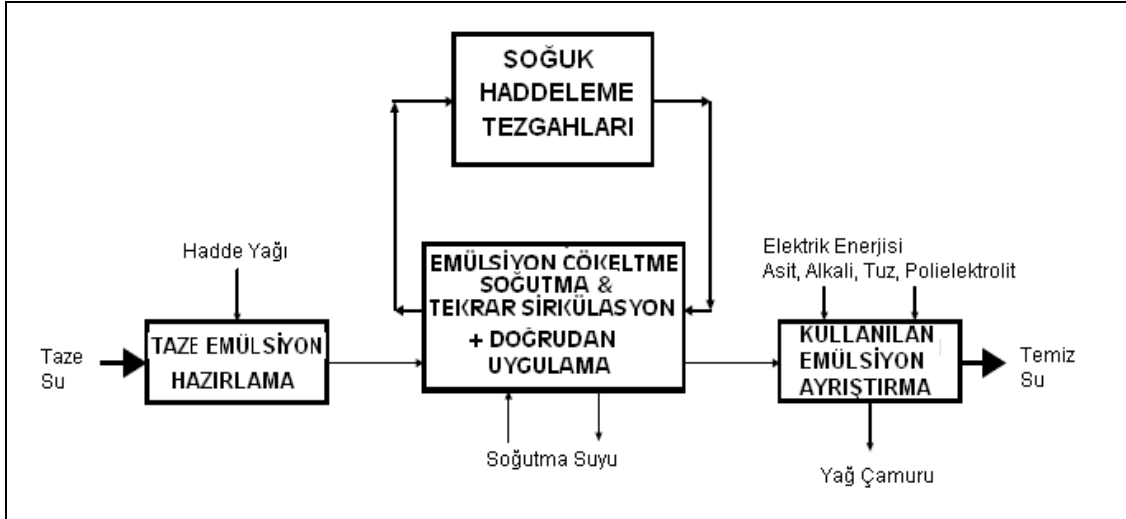
A.2.2.10 Soğuk Haddehanelerde Su ve Banyo Proseslerinin Yönetimi

Su, soğuk haddehanelerde yüzey temizliği için asitleme ve yağsızlaştırma banyosuna hazırlık için, soğutma ve yıkama prosesleri için kullanılır. Asitleme ve ilgili prosesler (yıkama, gaz temizleme işlemleri, asit rejenerasyon) asidik atık su akışlarına sebep olur. Gres giderme prosesi sonrası ise alkali içerikli atık su açığa çıkar.

Soğutma ve yağlama için su/yağ emülsiyonları haddeleme bölümlerinde kullanılır. Genel olarak, emülsiyon ve gres giderme solüsyonları, kapalı çevrimlerle prosese geri kazandırılır. İndirekt soğutma için kullanılan su da kapalı çevrim olarak çalışır. (Su devreleri için sınıflandırmalar ve belirlemeler sıcak haddelemede kullanılanlara benzer olup, Bölüm A.2.1.15'e bakınız)

A.2.2.10.1 Emülsiyon Sistemi

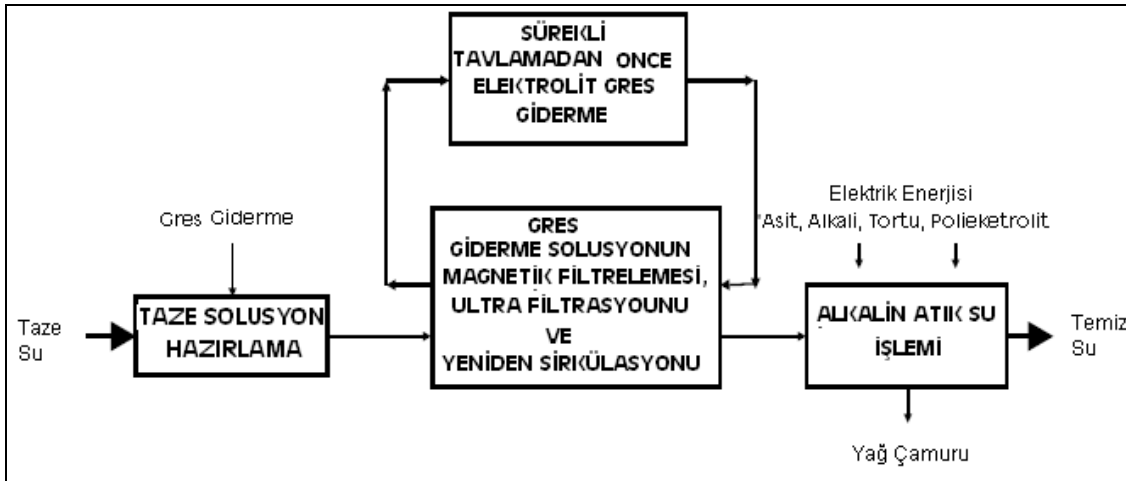
Şekil A.2-33'de soğuk haddehanelerdeki emülsiyon çevrim prosesleri görülmektedir. Sirküle eden emülsiyon, şartlandırılarak arıtılır, içerisindeki katı maddeler çöktürüldükten sonra emülsiyon soğutma sisteminden geçirilir. Emülsiyonun kalitesini muhafaza etmek ve kullanım ömrünü uzatmak için alınacak tedbirler, Bölüm 4'de açıklanmıştır.



Şekil A.2-33: Genel Emülsiyon Akış Şeması (EUROFER CR)

A.2.2.10.2 Gres Giderme Solüsyon Sistemi

Gres giderme solüsyon sistemlerinde (Şekil 1.2-34'e bakınız) solüsyonun tekrar sirkülasyonu yağ ve diğer atıkların giderilmesini kolaylaştırır, örneğin manyetik filtreleme veya ultrafiltrasyon ile temizleme tedbirleri Bölüm 4'de izah edilmektedir.



Şekil A.2-34 : Gres Giderme Solüsyon Akışı (Sürekli Tavlama Hattı)

A.2.2.10.3 Soğutma Suyu Sistemleri

Soğuk haddelemelerde soğutma suyu, haddeleme prosesi (haddeleme enerjisi) ve tavlama fırınlarındaki (ısıtma enerjisi) aşırı ısıyı dağıtmak için gereklidir. Haddeleme enerjisi, soğutma suyuna yağlama maddesi ve hidrolik soğutucu ile kısmi olarak, emülsiyon ve/veya emülsiyon soğutucusu ile transfer edilir.

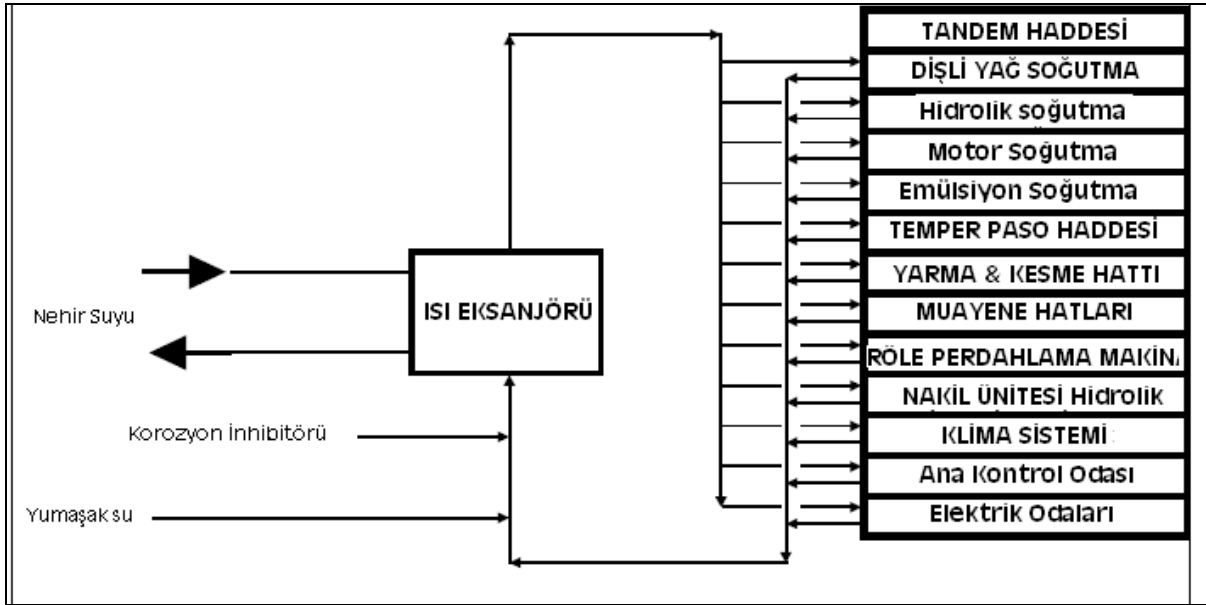
Ana soğutma suyu kullanıcıları;

- Tandem hattı için emülsiyon soğutması
- Yığın tavlama tesisi çıkışında kurulu bulunan pasivasyon haddesi
- Pasivasyon hadde kaidesi ile sürekli tavlama tesisi
- Trafolar ve motorların soğutulması
- Yağlama tesisleri

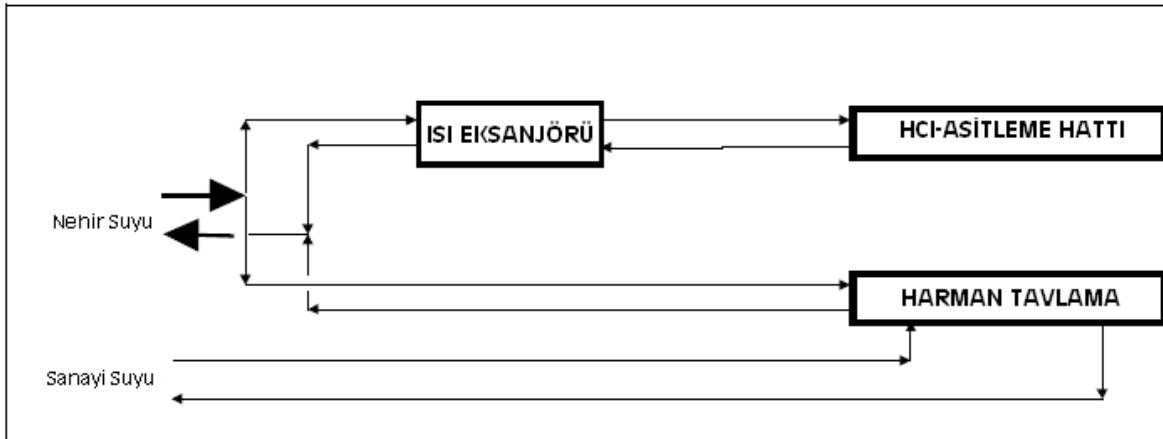
Isınan soğutma suyu, endüstriyel su soğutmalı plakalı eşanjörlerde veya soğutma kulelerinde soğutulur. Isı eşanjörlerindeki soğutma ile soğutma kulelerinde kullanılan kimyasallardan (korozyon inhibitörleri, sertlik dengeleyicileri, çamur incelticiler ve biosidler gibi) tasarruf edilir ve atık suyun kanalizasyon sistemine gitmesi önlenir. Kapalı sistemlerde korozyon inhibitörleri ilave edilir, fakat suyun zaman zaman tuzluluk oranları artışından dolayı kanalizasyon sistemine deşarj edilmesi gerekli değildir. Soğutma kulesi devrelerinde ise konsantrasyon artışları için kısmi deşarj yapılır. Ayrıca, soğutma kulelerinden çıkan su buharının bazen Avrupa’da problem yaratması önlenmektedir.

Prensip olarak, soğutma sistemi seçimi lokal koşullara ve yerleşimine bağılı olarak değışir. Bazı ülkelerde atık su deşarjlarından alınan ücretler, vergiler v.s giderler sistem seçiminde etkili olur. (Com2 CR)

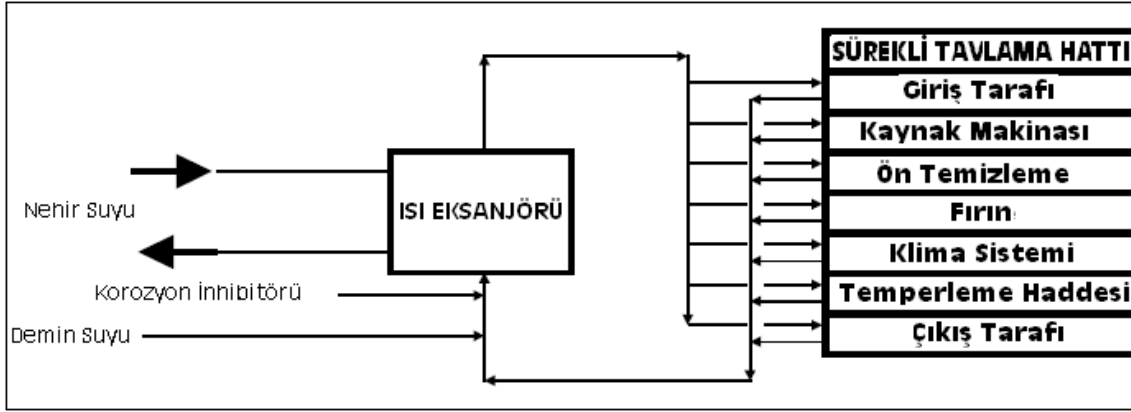
Şekil A.2–35, Şekil A.2–36 ve Şekil A.2–37 soğutma suyu çevrimlerinden örnekler gösterir.



Şekil A.2-35: Soğuk Hadde için Soğutma Suyu Sistemi



Şekil A.2-36: HCl Asitleme ve Yıgın tavlama için Soğutma Suyu Sistemi



Şekil A.2-37: Sürekli Tavlama Hattı için Soğutma Suyu Sistemi

A.2.2.10.4 Atık Su Arıtma

Üretim hattında oluşan ve tekrar sistemde kullanılmayan atık sular, deşarj edilmeden önce arıtılmalıdır. Suyla yıkama veya asit rejenerasyondan çıkan asitli su genellikle kalsiyum hidroksit veya sodyum hidroksit gibi kimyasallarla nötralizasyona tâbi tutulur. Çözülmeyen metal iyonlar, hidroksit iyonları olarak çöktürülerek sudan ayrılır. Çöktürmeye yardımcı olmak için çöktürme kimyasalları (floculants) kullanılır. Çıkan çamur, preslenerek suyu alınır ve hacmi azaltılır

Elektrokimyasal ön-asitleme prosesleri kullanıldığında ilave atıksu arıtma proseslerine ihtiyaç duyulur. Bunlar, sodyum bisülfid veya demir (II) bileşikleri kullanarak krom (VI) bileşiklerinin indirgenmesi şeklinde olabilir.

Alkali atık sular HCl kullanılarak nötralize edilebilir, filtrelendikten sonra deşarj edilir. Kullanılan emülsiyon halindeki soğutucu/yağlar emülsiyon kırıcılarla işleme tabi tutulurlar. Bu işlemler termal, kimyasal, mekanik veya fiziksel olabilir. Bu işlem sonrasında yağ ile su fazı birbirinden ayrılır.

A.2.2.11 Soğuk Haddehanelerde Atık ve Yan-Ürün Yönetimi

Soğuk haddeleme prosesi sonucu çıkan katı atıklar, temizleme bezleri, kâğıtlar vb ile arıtım prosesi sonucu çıkan çamurlar, ambalaj kağıdı atıkları ve tozlardır. Hurda, çelik üretimi için işletmelerde tekrar kazanılır. Atık su arıtım tesisinden çıkan yağ içerikli çamurlar yüksek fırınlarda kullanılabilir.

Asit rejenerasyon çamurları çelik tesislerine geri kazandırılabilir (EAO ve Yüksek Fırın) veya demir oksitlerin üretimi için harici geri kazanım firmalarına verilir.

Sülfürik asit rejenerasyon tesisinden çıkan demir sülfat-heptahidrat aşağıdaki şekilde kullanılabilir:

- Bileşik demir-siyan (iron-cyan) tuzların üretimi için
- Atık su arıtım tesislerinde çöktürme kimyasalı olarak
- Gaz adsorpsiyon kütesinin üretimi için
- Kimyasal şartlandırma elementi olarak
- Demir oksit boya maddesinin üretimi için ve
- Sülfürik asit'in üretimi için (ComD)

Hidroklorik asit rejenerasyon tesisinden çıkan demir oksit yüksek kaliteli hammadde olarak çeşitli sanayilerde kullanılabilir, örneğin;
-Ferromagnetik malzemelerin üretimi için
-Demir tozunun üretimi için veya
-Konstrüksiyon malzemesi, boya maddeleri, cam ve seramiklerin üretimi için kullanılabilir. (Com D).

Yağ geri kazanımından çıkan çamurlar harici olarak ya yakılır ya da özel olarak belirlenen tesislerde yağ geri kazanımı için kullanılır.

Sadece **atık su arıtımından çıkan çamurların** ufak bir parçası dâhili olarak geri kazanılır, kalanlar araziye depolanır.

Ortaya çıkan **yağlı atıklar** (yağ, emülsiyon, gresler) dâhili veya harici olarak yakma için kullanılır.

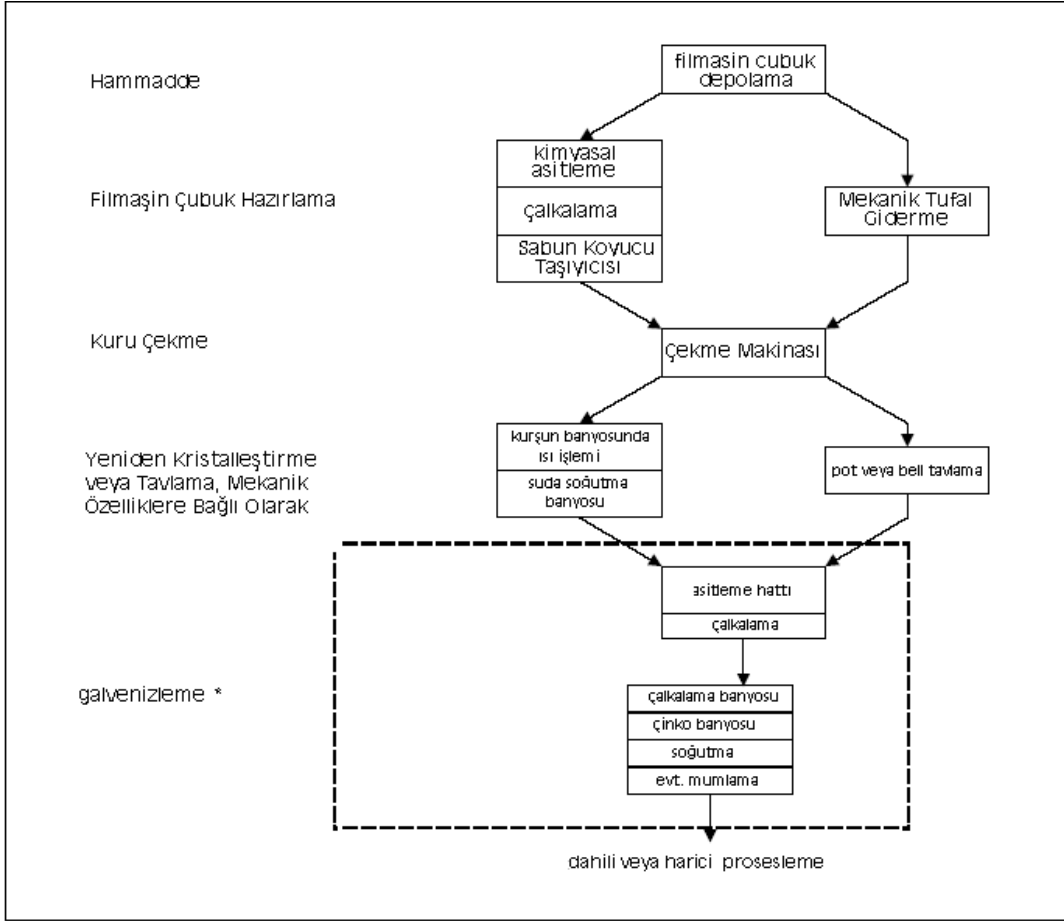
A.2.3 FİLMAŞIN TESİSLERİ

A.2.3.1 Filmaşın Çekme Prosesine Bakış

Filmaşın çekme, filmaşın çubukları / filmaşınların daha ufak bir çapraz kesitinin konik-şekilli açıklıklarından geçirerek onları çekerek ebadı azaltma prosesidir. Giriş genellikle bobinlerin oluşumunda sıcak haddehaneden temin edilen 5.5'den 16mm'ye kadar olan tipik bir filmaşın çekme proses hattı aşağıdaki safhaları kapsar:

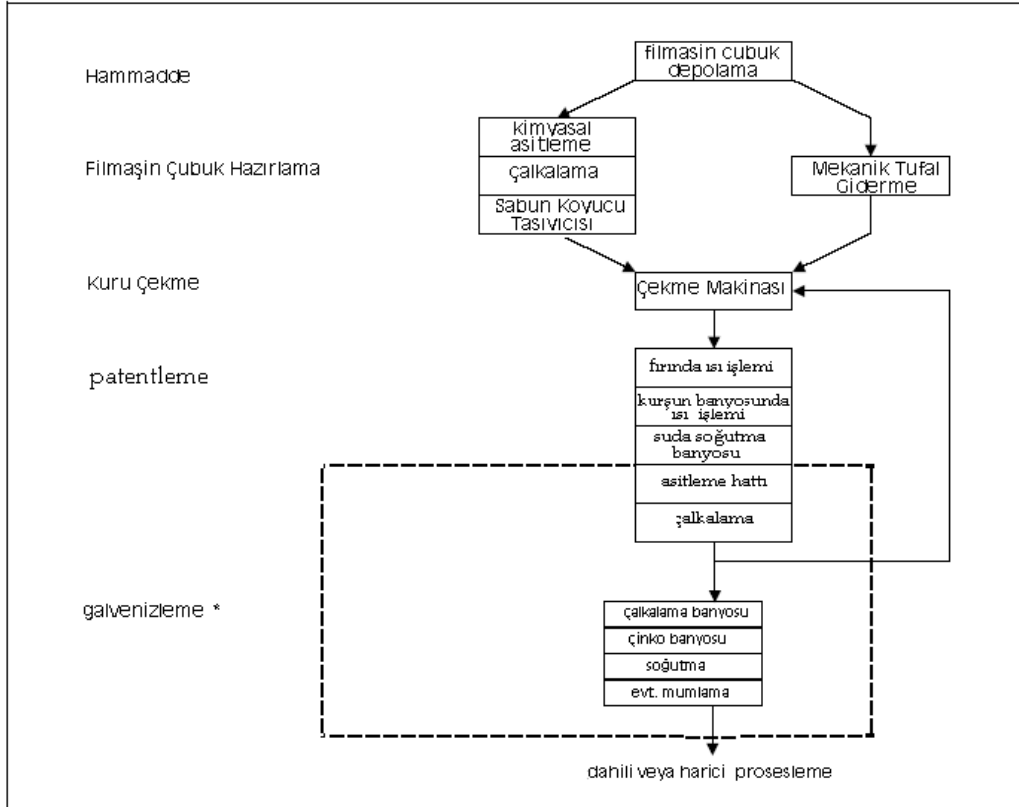
- Filmaşın çubuğun ön-işlemi (mekanik tufal giderme, asitleme)
- Kuru veya ıslak çekme,
- Isıl işleme (sürekli / süreksiz tavlama, patentleme, yağ sertleştirme),
- Finişleme

Filmaşın çeliğin farklı sınıflarında üretilir, % 0.25'e kadarlık karbon içeriği ile düşük karbonlu, çelik % 0.25'in üzerinde bir karbon içeriği ile yüksek karbonlu çelik, paslanmaz ve diğer alaşımlı çelik. Alaşımsız Çelik filmaşın, çinko, bakır, pirinç, teneke, nikel, krom, plastik veya vernik ile kaplanmaz veya kaplanabilir. Filmaşın finişlenen mamüllerin kaplanması ve imalatı gibi başka prosesler için bobin şeklinde gönderilir (örneğin; kablo,elek, dikenli tel parmaklık, ızgara, yaylar, çivi).



* Galvanizleme Bu BREF'in B BÖLÜMÜ ile ilgilidir.

Şekil A.2-38: Düşük Karbonlu Galvanizli Filmaşin Üretimi



Şekil A.2-39: Düşük Karbonlu Galvanizli Filmaşin Üretimi

Filmaşın mamüllerinin büyük çeşitliliği yüzünden filmaşın çapı ve gerekli olan mekanik ve diğer kalite spesifikasyonları ile belirlenen bir çok farklı proses şemaları vardır. Şekil A.2-38 ve Şekil A.2-39'da gösterilen proses şemaları Avrupa'da üretilmekte olan galvanizli filmaşının çokluğunu kapsar. Bir fraksiyon satılır örneğin; bir fraksiyon, kaynak elektro kaplama, dalgalama, kablolama, kümeleme, boyama, plastik kaplama, uzunluğuna kesme gibi BREF'in kapsamı dışında olan ıslak çekme veya prosesler ile ayrıca işleme tabi tutulur..

A.2.3.2. Filmaşın Çubuk Hazırlığı

Haddelemeden sonra havayla-soğutma, filmaşın çubuk yüzeyi üzerinde bir demir oksit-katmanı (tufal) oluşumuna neden olur. Bu tabaka çok sert ve gevrek, deforme olmayabilir bu nedenle herhangi bir ilave proses vuku bulmadan önce giderilmelidir. Birçok durumda, bu, filmaşın sanayisi tarafından yapılır. Paslanmaz çelik için ancak, bu tipik şekilde çelik haddesi ile yapılır.

Filmaşın çubukların tufalını giderme için iki teknik uygulanır: mekanik tufal giderme ve kimyasal asitleme. Son üretimlerin bazı katagorileri sadece azalan bir çekme hızında mekanik olarak tufalı giderilen filmaşından üretilir (daha fazla çekme makine kapasitesine ihtiyaç duyulur, daha yüksek yatırım maliyeti demektir). Bu nedenle, tufal giderme tekniği hususundaki karar, üretim kaliteleri ve ekonomiklik dikkate alınarak yapılır.

A.2.3.2.1 Filmaşın çubuğunun Mekanik Tufal Giderme İşlemi

Tatbik edilen en uygun mekanik tufal giderme methodunda: filmaşın dış kısmını soymak için filmaşın bükülür. Bükülme sırasında gevrek tufal dökülür. Kumlama, fırçalama veya taşlama gibi yöntemler de filmaşının büküldükten sonra tufalı gidermek için kullanılır.

Kumla temizleme, ağır çaplı filmaşın çubuğun mekanik tufalını giderme için uygun bir tekniktir (örneğin soğuk başlık tatbikatları için kullanılır). Ancak mekanik tufal giderme genellikle sürekli olarak yapılır.

Tel çubuğun finişlenmesine ve mamülün kalite gereksinimlerine bağlı olarak, terse bükme ile skalını giderme tamamlanır ya da kumlama, fırçalama, kum püskürtme veya buharla tufalını giderme gibi bir aşındırma metodu ile tamamlanır. Bu yardımcı metodlardan biri, tersine bükmeyle kombine şekilde, oksit tabakasının komple giderilmesini kimyasal asitleme ile benzer bir yüzey temizliğine ulaşılarak başarılabilir. Tufal giderme ünitesi normal olarak doğrudan çekme makinasına bağlandığından, filmaşın çubuğun kimyasal asitlemesini mukayese eden mekanik tufal giderme, üretim kademesinin elimine edilme avantajına sahiptir. Diğer bir deyişle, mekanik tufal giderme ile çekilebilirliğin aynı seviyesini temin etmek zordur.

A.2.3.2.2 Filmaşın Çubuğun Kimyasal Tufalını Giderme (Asitleme)

Kimyasal tufalı gidermede hadde tufalı asit içinde çözülerek giderilir. Kullanılan asitler aşağıdaki şekildedir:

- Düşük karbonlu filmaşın için sülfürik veya hidroklorik asit.
- Yüksek karbonlu filmaşın için hidroklorik asit.

Asitleme, kesikli bir prosede yapılır. Filmaşın çubuğun her bir merdanesi asit banyosuna daldırılır. Asit yavaşça oksit tabakasını eriterek demir klorür veya sülfata dönüştürür. HCl kullanılarak asitleme yapıldığında H₂ inhibitör olarak reaksiyonunu durdurmak için kullanılır:



Asitlemeden sonra filmaşın çubuk bobinleri suda çalkalanır. Bu genellikle kaskat yıkayıcılarda (örneğin üç kez yıkanır) maksimum çalkalama verimini ve minimum su tüketimini kazanmak için tatbik edilir.

A.2.3.2.3 Sabun Taşıyıcı Uygulaması

Bazı durumlarda sabun taşıyıcılar, yağlayıcıların filmaşine yapıştırılması için kullanılır. Seçme kriteri ekonomikliğine ve bir sonraki proseste gerekliliğine bağlıdır. Geleneksel sabun taşıyıcıları kireç, boraks ve Zn-fosfat içerir. Modern sabun taşıyıcılar tipik olarak çözülebilir tuz karışımlarıdır örneğin sodyum ve potasyum sülfat, klorür, boraks, fosfat veya silikat. Özel bir sabun ve özel bir çekme durumuna adapte edilirler.

Sabun taşıyıcı, bir sulu sabun taşıyıcı çözeltisi içine filmaşini daldırarak çekmeden önce uygulanır. Bu, genellikle kimyasal veya mekanik tufal giderme ile birleştirilen kesikli proseslerde yapılabilir.

A.2.3.3 Çekme

A.2.3.3.1 Filmaşinin Kuru Çekilmesi

Kuru çekme tipik olarak 1-2 mm'lik bazı zamanlar daha da düşük üretim çapı için filmaşın çubuk (>5.5 mm) çekmek için kullanılır. Filmaşinin çapı, küçültme çapı ile kalıpların bir serisinin içinden geçirilerek azaltılır. Kalıplara girmeden önce filmaşın kuru bir yağlamadan geçirilir. Bir çok durumda, sabun-bazlı yağlar, dolgu maddeleri veya katkılı maddelerin seçimi sabunun üretildiği yağların seçimine bağlı olarak sabun formülasyonu ile kullanılır. Harici durumlarda (örneğin özel metal kaplamalar ile özel çelikler, filmaşın) pastalar veya yağlar gibi diğer yağlar da kullanılabilir.

Çekme işlemi her iki (filmaşın ve çekme kalıbı) filmaşın sürtünmesi ile ısıtılır. Soğutma direkt olarak, su ile filmaşınle temasta olan pistonlar soğutularak yapılır.

Filmaşinin Islak Çekilmesi

Islak çekme tipik olarak nihai çapa 1-2 mm'lik ara bir üretim çapı ile filmaşini çekmek için kullanılır. Filmaşın aynı zamanda küçültme çapı ile kalıpların bir serisi içinden geçirilir ancak filmaşın, kalıplar ve pistonlar yağlama ve soğutma sağlayan bir yağ sıvısı içine daldırılır. Tipik olarak, sabun veya yağ emülsiyonları (bazı uygulamalar için düz yağ) kullanılır. Çekme işleminden ortaya çıkan ısı dolaylı olarak su ile soğutulan yağ ile alınır.

A.2.3.4 Filmaşinin Isıl İşlemi

Filmaşinin ısıl işlemi farklı hedeflere sahiptir. Bu nedenle ısıl işlemin farklı tipleri, çeliğin tipine ve nihai kullanıma bağlıdır. Aynı zamanda termal olarak ısıl işlem sabun ve yağ artıklarını giderir.

Filmaşın sanayisinin veriminin dikkat edilebilir bir yüzdesi herhangi bir ısı işlemine ihtiyaç duymaz. Çekme ile neden olan metal kristal yapının ağır deformasyonu hemen hemen pozitif özellikler ve eksenel yönde filmaşının sertliğini ve mukavemetini artırır.

A.2.3.4.1 Düşük Karbonlu Çelik Filmaşının Yığın Tavlaması

Çok esaslı bir şekilde çekme, filmaşının metal kristallerinin şeklini deforme eder. Tavlama, uygun kristal biçimini tekrar temin etmek için kullanılan farklı metotlardan biridir. Çok yumuşak ve haddeden çekilebilir son ürünü temin etmek için düşük karbonlu çelik filmaşın için kullanılan yığın tavlaması bell veya pot fırınlarda yapılır.

Yığın tavlama, koruyucu bir gaz ile doldurulan hücrelere (pot veya bell olarak isimlendirilen) çekilen filmaşın bobinlerinin konulmasıyla yapılır. Koruyucu gaz ya doğal ya da indirgenendir. En uygun koruyucu gazlar nitrojen, hidrojen, nitrojen/hidrojen karışımları ve kısmen okside olan doğal gazdır. Hücreler, gaz veya fuel oil ile dıştan ısıtılır. Odadan uç sıcaklığa kadar (kabaca 700C) ısıtma birkaç saati alır; aynı zamanda tekrar aşağı soğutma birkaç saati alır. “Pot” veya “bell” de aşırı basıncı korumak için koruyucu gazın bir fraksiyonu sürekli olarak temizlenir. Bazı durumlarda, filmaşın tavlama sonrası derhal yağlanır.

A.2.3.4.2 Düşük Karbonlu Çelik Filmaşının Sürekli Tavlama

Sürekli tavlama veya kaide tavlaması, yığın tavlaması gibi benzer bir amaca sahiptir; çekmeden sonra filmaşın içindeki çeliğe uygun bir kristal yapı restore edilir. Ancak istenen kristal şekil ve metal özellikler, yığın tavlama uygulandığında istenenlerden farklıdır. Sürekli tavlama düşük karbonlu üretimler için tipik bir ısı işlem metodudur.

Kaide tavlama hızlı, sürekli bir süreçtir. Filmaşın, yeniden kristalleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır. (500-700C), birkaç saniye için bu sıcaklıkta muhafaza edilir ve bir su banyosunda söndürülünceye kadar tekrar soğutulur.

Tipik bir hat 15-50 filmaşın için teçhiz edilir vxd (filmaşın hızı x filmaşın çapı) ile karakterize edilir. Bu demektir ki farklı çaplardaki filmaşın aynı hatta birlikte prosese alınır. Ancak filmaşının çapı daha yüksek, hızı daha düşüktür. Modern hatlar 100-200 m/dk x mm lik bir vxd sahiptir.(diğer bir deyişle, bir 1 mm filmaşın 100-200 m/dk lık hızlarla proseslenir.) Özellikler için daha düşük vxd de işletilen ve/veya birkaç veya sadece bir filmaşın ile ilgili hatlar kullanılır. Kaide tavlama sık sık diğer birim prosesleri ile bir üretim hattında birleştirilir, örneğin sıcak daldırılmalı kaplama ile.

Uygun şekilde bir kurşun eriyiği banyosundan geçirilerek ısıtılır. Hızlı bir ısıtma, kaide tavlaması için esastır. Kurşunun çok yüksek ısı transfer katsayısı ($3000W/m^2.K$) nedeniyle filmaşın ve kurşun/ banyo sıcaklığı arasındaki dengelemeye birkaç saniye sonra ulaşılır. Bir fırın veya indüktif ısıtma gibi diğer metotlar alternatiftir, sadece bazı hücrelerde örneğin bir süre sadece bir çap ile çalışması için dizayn edilen düşük hız veya hatlarda çalışan hatlar, tekli filmaşın hatlarıdır.

Isıl işlem sonrası, genellikle filmaşın su içinde söndürülür. Bu, aynı zamanda kısmen potansiyel olarak draglanan kurşunu çözen oksitleri gidermek için ılık veya soğuk HCC ile asitleyerek izlenebilir. Asitlemeye yardım eden diğer asitler veya elektrolitikler iyi şekilde kullanılabilir. Asitleme, kademeli bir çalkalamayla izlenebilir. Bazı tesislerde asitleme, sonraki proses kademesinin ilk işlemi olarak yapılır. Sık sık asitleme koruyucu atmosfer altında ısı işleminden sonra terk edilir.

A.2.3.4.3 Paslanmaz Çelik Filmaşının Sürekli Tavlanması

Paslanmaz ve yüksek alaşımlı çelik filmaşın sürekli olarak çekme işlemleri için uygun metal kristal özellikleri temin etmek için tavllanır. Paslanmaz çelik için, ısıl işlemi koruyucu gaz atmosferi altında yapılır. Koruyucu atmosfer kullanılmayacaksa paslanmaz çelik filmaşın okside olacaktır; bu oksitlerin giderilmesi, HNO_3 , HNO_3/HF ... (paslanmaz çelik levhanın üretimi) gibi özel asitler ile asitleme gerekecektir. Kullanılan sıcaklık profili (700-1100C) proseslenen paslanmaz çeliğin diğer alaşımlı elementleri veya Ni, Cr nin içerik tipi ile değişir. Filmaşın, koruyucu bir gaz altında borular veya bir mufl dan geçirilir. Koruyucu gazın temizlenmesi yığın tavlama için izah edilene benzerdir. Tüpler veya muflın ilk kısmı bir fırın içine yerleştirilir (filmaşının direk ısıtması); ikinci kısım dolaylı olarak soğutulur, örneğin su ile soğutularak. Isıtma elektrik (rezistanslı ısıtma, indüktif ısıtma) veya yakma ile yapılabilir.

A.2.3.4.4 Patentleme

Patentleme, kolay deformasyona izin veren özel bir kristal yapı yaratmak için yüksek karbonlu ve alaşımlı çelik üretimleri için tipik olarak kullanılan bir ısıl-işlem metodudur.

Demir ve demir/karbon bileşiklerinin ayrılacağı yerdeki tavlama zıt olarak, patentleme karbonun homojen olarak demir içinde dağıldığı yerdeki bir yapıyı kabul eder. Patentleme, 850-1000 C'ye kadar filmaşının ısıtılmasıyla yapılır, filmaşın 450-600 C ye kadar hızla soğutulur, bir süre bu sıcaklıkta muhafaza edilir ve nihai olarak suda söndürülür. Patentleme genellikle sürekli veya diğer birim prosesler ile kombine şekilde yapılır. Örneğin sıcak daldırma kaplaması.

Filmaşının fırında 850–1000 C'ye kadar ısıtılmasıyla, yanma gazları ile temas halindedir. 450-600C'ye kadar soğutma ise kurşun banyosunda yapılır. Küçük hatlar için (örneğin ince çaplar veya mono-tel hatları) özel tasarımlar; örneğin koruyucu gaz atmosferi arasında ısıtma, elektrikli fırınlar kullanma gibi alternatifler mevcuttur. Kalın çaplıları patentlemek için bazen erimiş tuz banyosu kullanılır.

Yakıt kullanılarak yakılan fırın brülöründe hafif bir substoichiometrik karışım kullanılır. Bu şekilde, tüm O_2 filmaşın yüzeyindeki demir oksitlerin oluşumunu minimize etmek için fırın atmosferinin haricinde tutulur. Demir oksidin aşırı oluşumu filmaşın malzemesinin yüksek kayıplarına ve asitleme asidinin aşırı tüketilmesine ve kurşunun aşırı uzamasına yol açar.

Nihai soğutma, sürekli tavlama olduğu gibi su banyosunda söndürülerek yapılır.

A.2.3.4.5 Yağ Sertleştirme ve Temperleme (Yağ Temperleme)

Yağ sertleştirme ve temperleme ile özel bir kristal yapı oluşturarak çeliğin yüksek oranlı martensit yapısında, sertliği, aşınma direnci ve dayanıklılığı yüksek yapıda olması sağlanır. İlk önce filmaşın, hızlı soğutma ile izlenen 850–1000 C' ye kadar ısıtılır. Isıtma, tipik olarak elektrik (radyasyon, inductive ısıtma) veya yakmayla koruyucu atmosfer altında yapılır. Koruyucu gazın temizliği yığın tavlama ile benzerdir. Söndürme yağ içinde yapılır, ancak aynı zamanda diğer söndürme araçları su veya ilave maddeler kullanılabilir. (Not: yağdan başka maddeler içinde söndürme mutad olmamasına rağmen, bu proses kademesine rücu eden normal yol hala yağla sertleştirilmez).

Yağ sertleştirme daima aşırı şekilde hızlı soğutma ile sebep olan baskıları gidermek için temperleme veya gerilimsiz tavlama safhası ile izlenir. Bu, 300–500 C'ye tekrar filmaşını

ısıtarak yapılır. Tipik olarak normal bir fırın, elektrik ısıtmalı veya tipik bir yakma gazlı direkt ısıtmalı olarak kullanılır, fakat aynı zamanda induktif ısıtmalı da kullanılabilir.

A.2.3.4.6 Gerilimsiz – Tavlama

Gerilimsiz tavlamanın hedefi çelik kristalin biçimini ve yapısını değiştirmeksizin önceki proses kademelerinin neden olduğu filmaşindeki iç gerilimleri gidermek içindir. İç gerilim deformasyon (mekanik gerilimleri) veya hızlı soğutma (termal gerilimler) ile olabilir. Gerilimsiz-tavlama, nihai üretimin istenilen karakterine bağlı olarak çeşitli sıcaklıklarda (200–500 C) yapılabilir. Tipik olarak normal bir fırın tipik bir gaz yakma ile direkt ısıtmalı veya elektrik ısıtmalı kullanılabilir, fakat induktif ısıtma da kullanılabilir. Gerilimsiz-tavlama sonrası filmaşin sırasıyla hava veya suda yavaş olarak soğutulur.

A.2.3.5 Asitleme Hattı

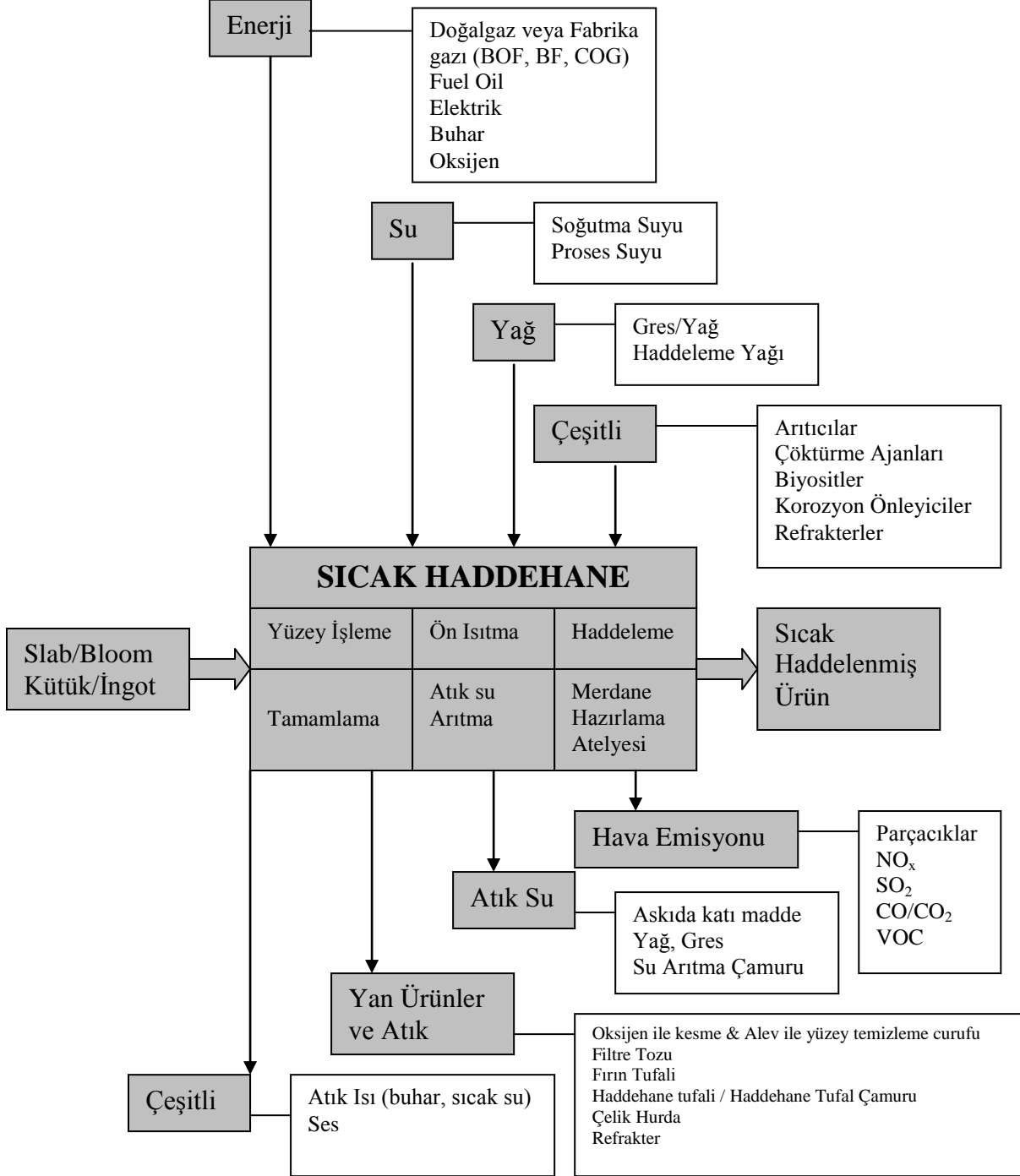
Asitleme hattında ısı-ışlemden sonra ve/veya filmaşinin sıcak-daldırılmalı kaplamasından önceki tipik bir işlemdir. Filmaşini temizlemek için ve metal oksitleri gidermek için kullanılır. Filmaşin sürekli olarak bir veya daha fazla asit banyolarından geçirilir. En uygun asit HCl'dir; ancak diğer asitler de kullanılabilir. Asitleme çok kısa bir sürede vuku bulur (birkaç saniyede), bu nedenle asit genellikle ısıtılır ve/veya konsantre formda kullanılır. Asitlemeden sonra filmaşin suda çalkalanır.

Filmaşinin finislenmesi metalik veya metalik olmayan kaplamaların uygulamasını içerir. Filmaşinin galvanizlenmesi bu BREF'in B Kısımında detaylı olarak da incelenecektir.

A.3 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRME İÇİN MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ

A.3.1 Sıcak Haddehaneler

A.3.1.1 Kütle Akış Şeması



Şekil A.3-1 : Sıcak Haddehaneler için girdi / çıktı şeması

Sonraki bölümlerde, sıcak haddelenmiş ürünlerin üretilmesi sırasındaki özel işletme aşamaları için özel girdi / çıktı ve emisyon bilgileri gösterilmektedir.

A.3.1.2 Yüzey İşleme ve Girdinin İyileştirilmesi

Alev ile yüzey temizleme işlemi için yakıt (doğalgaz, sıvılaştırılmış petrol veya fabrika gazları) ve oksijen tüketimi haddelenecek ürünün boyutlarına göre değişmektedir. Slab kalınlığı 200 mm'den 250 mm'ye çıkarılması ile tüketim ve emisyonlarda %20 lik bir değişim mümkündür. Kütüğün otomatik alev ile yüzey temizleme işleminde tipik tüketimlerin 5 m³ oksijen/ton ve 25 MJ(propan)/ton çelik olduğu kanıtlanmıştır. Alev ile yüzey temizleme işleminde su tüketimi veya atık su miktarı hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Su genellikle haddehaneye veya sürekli döküm su arıtma tesisine deşarj edilmekte ve haddehane su sistemlerinde tekrar kullanılmaktadır [EUROFER HR].

Alev ile yüzey temizleme işlemi sırasında nemli ve yüksek oranda mikron altı parçacıklar içeren korozif dumanlar oluşmaktadır. Bu dumanın elektrostatik çöktürücü girişinden alınan numuneleri CO için 60 mg/m³, NO_x için 35 mg/m³ ve 230-3000 mg/m³ toz konsantrasyonlarına sahiptir [HMIP].

Alev ile Yüzey Temizleme		
Girdi / Tüketim Seviyesi		
Enerji	Yok	
Oksijen	Yok	
Su	Yok	
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Toz ⁽¹⁾	1 – 80 ⁽²⁾ g/ton	5 – 115 ⁽³⁾ mg/m ³
Filtre Tozu	1,5 – 3,25 ⁽²⁾ kg/ton	
NO _x ⁽⁷⁾	yok	Yaklaşık 35 mg/m ³
CO ⁽⁷⁾	yok	Yaklaşık 60 mg/m ³
Tufal	yok	
Atık Su	Deşarj yok, haddehane su sisteminde tekrar kullanılır.	
TAŞLAMA		
Girdi / Tüketim Seviyesi		
Enerji	Temsil eden bilgi yok	
Su	Temsil eden bilgi yok	
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Toz: ⁽⁴⁾		
Yumuşak çelik		< 30 – 100 ^{(5),(6)} mg/m ³
Paslanmaz çelik	yok	< 50 ⁽⁵⁾ mg/m ³
Talaş	yok	
Ses	yok	
Alev ile yüzey temizleme, taşlama ve kumlama:		
Tufal (Kuru malzeme)	< 0,2 – 35 ⁽²⁾ kg/ton	
<p>⁽¹⁾ Temizlenmiş atık gaz içinde gönderilen toz ⁽²⁾ Bilgi kaynağı : [EC Study] ⁽³⁾ [SIDMAR], [CITEPA] ve [EUROFER HR] kaynaklarından alınan oran ⁽⁴⁾ Yumuşak ve paslanmaz çelikler ayrı tutulmadan hazırlanmış [CITEPA] raporları 1 – 10 mg/m³ ⁽⁵⁾ Bilgi kaynağı: [EUROFER HR] ⁽⁶⁾ Örnekler, boyut ufaltma: fabrika filtresi, V= 2,5 ve 7 Nm³/s ⁽⁷⁾ [Com HR]</p>		

Tablo A.3-1 : Yüzey hazırlama işlemlerinin tüketim ve emisyon seviyeleri

Alev ile yüzey işleme işlemleri sonucu ortaya çıkan tozlar çelik içinde bulunan iz alaşım elementleri ile birlikte genel olarak demir oksit içermektedir. Toz emisyon faktörleri alev ile

yüzey temizleme işleminin otomatik (30 – 60 g/ton) veya manuel (3 g/ton) yapılmasına göre önemli ölçüde değişmektedir. [CITEPA]

Alev ile yüzey temizleme işleminden alınan toz örnekleri aşağıdaki metalleri içermektedir: Cr 0,5 - 10 g/kg, Ni 6 - 20 g/kg, Mn 5 - 20 g/kg, Pb 1,7 - 2,3 g/kg, Cu 7,5 - 8,6 g/kg. [EC Study]

Paslanmaz çeliklerin taşlama ve kumlama işlemlerinden toplanan tozlar için ise bileşim şu şekildedir: Cr 3 - 100 g/kg, Ni 6 - 20 g/kg, Mn 4 - 10 g/kg. [EC Study]

A.3.1.3 Ön Isıtma ve Isıl İşlem Fırınları

Enerji Tüketimi

Entegre çelik tesisleri ortaya çıkan gazları işletme içinde kullanmak için değerlendirmeye çalışmaktadırlar. Bu nedenle yüksek fırın gazı, kok fırını gazı, BOF gazı, doğalgaz ve bu gazların bir çok değişik kombinasyonları (karma gazlar) sürekli fırınlarda kullanılmaktadır. Fırınlara enerji tüketimleri aşağıda sıralanan bir çok parametreye bağlı olarak değişmektedir.

- Fırın dizaynı (itmeli tip, yürüyen kirişli, v.b.)
- Üretilen miktar ve vardiya düzeni (işletme zamanı) [Com UK].
- Fırın içindeki reküperatör bölgesinin dizayn edilmiş uzunluğu
- Brülör dizaynı
- Reküperatör veya yenileme sistemi kullanımı
- Fırının üretim kapasitesi
- Isıtma bölgesi düzeni
- Haddelenecek ürünün şarj sıcaklığı
- Isıtma ve deşarj sıcaklığı
- Termal regülasyon doğruluğu ve
- Fırının izolasyon derecesi [EUROFER HR].

Şekil A.3-2’de tipik bir tav fırınının enerji balansı sankey diyagramı şeklinde görülmekte ve burada sadece enerjinin yarısı ısı olarak çeliği tavlama için girdi olarak kullanılmaktadır.

Toz (Parçacıklar)

Yakıt kullanımından dolayı (Yüksek fırın gazı önceden tozu tutulmuştur, Doğal gazda toz yok) toz emisyonu azdır. Ortalama 13 g toz/ton çelik ve genelde 8 g/ton gibi bazı veriler kaydedilmiştir. En yüksek emisyon değerleri fuel oil kullanımında gerçekleşmektedir. [EUROFER HR], [EC Study]

NO_x

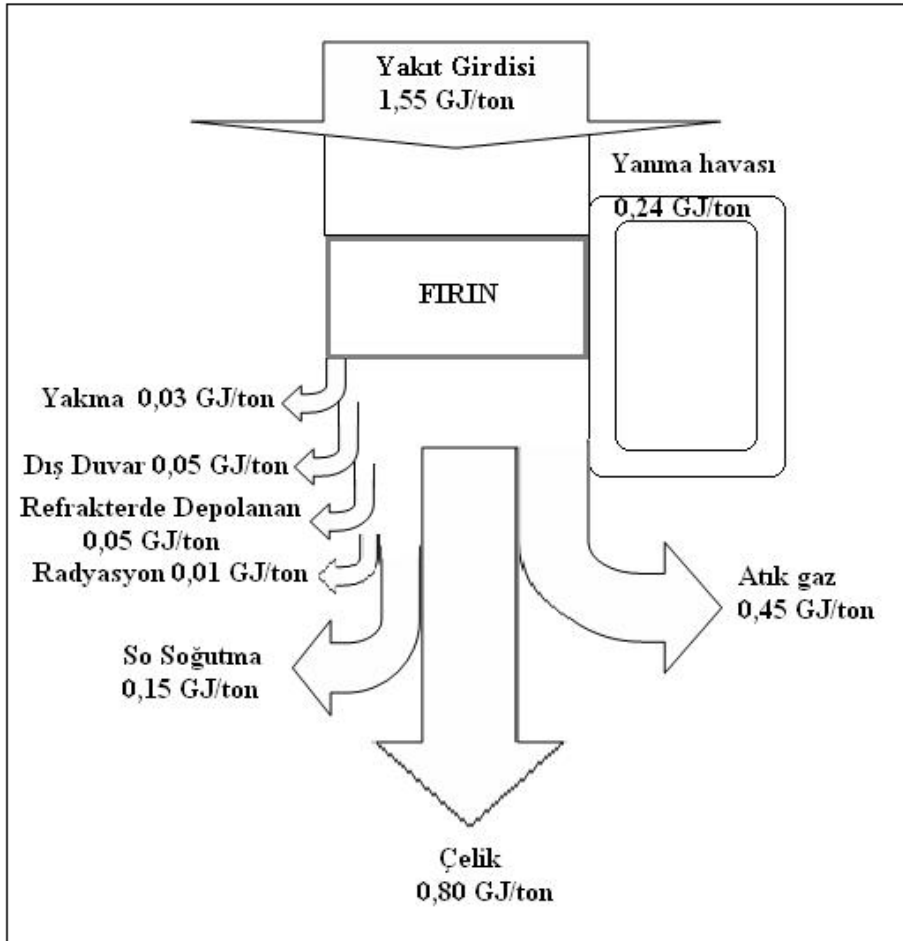
NO_x emisyonu çoğunlukla kullanılan yakıt cinsine ve brülör tipine göre değişmektedir. Örneğin, tavan brülörleri yan duvar brülörlerine göre daha az NO_x yaymaktadır. Reküperatör veya yenileme sistemlerinin kullanılması ile fırın termal verimi artmakta , ancak daha yüksek NO_x konsantrasyonlarına sebep olmaktadır (3500 mg/Nm³ ‘e kadar). Bazı ülkelerde yüksek NO_x seviyelerine hava ön ısıtma sıcaklıkları için izin verilmektedir. Geleneksel brülörlerde, yüksek alev sıcaklıkları, yüksek NO_x emisyon seviyelerine sebep olmaktadır. NO_x seviyesi için tipik değer 500 mg/Nm³’tür (doğalgaz, 3% O₂, ortam sıcaklığında yanma havası). Yanma havasının (reküperatör veya yenileme sistemleri) ön ısıtılması NO_x seviyesini üssel olarak arttırabilmektedir. [EUROFER HR]

SO₂

SO₂ emisyon seviyesi mevcut yakıt içindeki S içeriğine bağlıdır. Kayıtlı SO₂ emisyonlarına göre yakıt tipine bağlı olarak doğalgaz, işletmede açığa çıkan gaz ve fuel oil arasında değişik SO₂ emisyon seviyeleri göstermektedir. Ortalama değerler doğalgaz için 9,7 g SO₂/ton, işletme gazları (kok fırını ve yüksek fırın gaz karışımı) için 452 g SO₂/ton ve fuel oil için 803 g SO₂/ton şeklindedir. [EUROFER HR], [EC Study]

Tufal

Tav fırınında oluşan tufal miktarı, deşarj sıcaklığına, malzemeye, yanma hava ayarlamasına, yakıt türüne, fırın tipi ve üretim zamanına göre değişmektedir. Tavlanmış malzeme tufali sıyrıldığında, haddehane ve fırın tufali arasında net bir ayırım yapmak zordur ve her ikisinde de tufaller birlikte toplanmaktadır. Fırın için tipik oran 0,07 – 15 kg/ton arasındadır. [EUROFER HR], [ComI], [Com2 HR]



Şekil A.3-2 Tipik bir tav fırını için Sankey diyagramı [StTimes 6/93]

Girdi / Tüketim Seviyesi		
Enerji	1,1 – 2,2 ^{(6), (10)} GJ/ton	
Soğutma Suyu (tav fırının parçaları için)	Kapalı devre Tamamen geridönüşüm yapar	
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Toz ⁽¹⁾	1 – 10 ^{(6), (8)} g/ton	4 – 20 ⁽⁶⁾ mg/Nm ³
NO_x	80 – 360 ⁽⁶⁾ g/ton	200 – 700 ⁽⁶⁾ mg/Nm ³
Klasik brulör	2 – 600 ⁽⁴⁾ g/ton	250 ⁽¹¹⁾ – 900 ⁽⁵⁾ mg/Nm ³
Düşük NO _x brulörü	150 – 500 ⁽⁴⁾ g/ton	
Tekrar beslemeli brulör	1000 – 4000 ⁽⁴⁾ g/ton	
SO₂ ⁽³⁾	0,3 – 600 ^{(6), (9)} g/ton	0,6 – 1300 ⁽⁶⁾ mg/Nm ³ 400 – 800 ⁽⁵⁾ mg/Nm ³
CO	5 – 850 ^{(5), (7)} g/ton	100 – 170 ⁽⁵⁾ mg/Nm ³
Hidrokarbon (BFG + NG yakma için)	0 – 5 ^{(5), (7)} g/ton	
Fırın Tufali		
4 merdaneli reverse tezgah	0,5 – 14 ⁽⁴⁾ g/ton	
Sıcak sac haddehanesi	0,1 – 11 ⁽⁴⁾ g/ton	
Bloom/Kütük/Ağır kesit profil haddehanesi	0,5 – 47 ⁽⁴⁾ g/ton	
Hafif/Ağır Çubuk ve profil haddehanesi	1 – 30 ⁽⁴⁾ g/ton	
Kangal Haddehanesi	0,3 – 20 ⁽⁴⁾ g/ton	
Atık refrakter		
⁽¹⁾ [CITEPA] raporları, kontinü için 200-1400 g toz/ton, fuel oil yakmalı kuyu fırınlar için 100 g/ton, uyarıcı not: temsil edici olmayabilir. ⁽²⁾ [EC study] raporları düşük NO _x brulörler için ortalama 383 g/ton, geri beslemeli tip brulörler için 1690 g/ton ve klasik brulörler için 228 g/ton. ⁽³⁾ [CITEPA]raporları, doğalgaz ve yüksek fırın gazı karışımı için 5-10 g/ton, uyarıcı not: temsil edici olmayabilir. ⁽⁴⁾ Bilgi kaynağı [EC Study] ⁽⁵⁾ Referans [CITEPA] ⁽⁶⁾ Bilgi kaynağı [EUROFER HR] ⁽⁷⁾ Uyarıcı not: temsil edici olmayabilir ⁽⁸⁾ [DFIU98] raporları 0,2-30 g/ton ⁽⁹⁾ [DFIU98 raporları 0,02-900 g/ton ⁽¹⁰⁾ [ETSU-G76] raporları, tipik enerji tüketimi 2-3 GJ/ton, değerler 0,7-6,5 GJ/ton arasındadır. ⁽¹¹⁾ [Input-HR-1] ⁽¹²⁾ [Vercaemst 30.3] 2,2-63 mg/Nm ³ kayıtlamıştır.		

Tablo A.3-2: Tav/Isıl işlem fırınları için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.1.4 Tufal Giderme

Atık

Tav fırını ile hadde pasoları arasında yapılan tufal sıyırma işlemlerinden gelen haddehane tufalleri, genel olarak FeO ve Fe₃O₄ gibi demir oksitler içermektedir. Tam içeriği çelik kalitesi ve haddeleme prosesine göre değişmektedir, fakat genellikle %70 civarında demir içermektedir (yağ ve nemsiz olarak). Hadde tufalleri kimyasal olarak 0,5-8,7% arasında ve ortalama %4,6 hidrokarbon içermektedir. Yüksek hidrokarbon içeriği geri dönüşümü sınırlayabilmektedir. [EC Study] haddehane tufal çamurlarının kompozisyonunu katılar için %25-65, su için %30-60 ve yağ için %2-15 olarak kaydetmiştir. [StuE-114-1]

Haddeleme sırasında gres ve yağ kullanılması durumuna göre haddehane tufali kirlenmektedir. Yağ içeriği, proses işlemleri, teknik ekipmana ve bakım kalitesine göre

değişmektedir. Haddehane tufalinin yağ içeriğini etkileyen diğer bir faktör ise tane boyutudur. 63 µm'dan daha küçük taneler içeren hadde tufalleri (hadde tufal çamuru olarak adlandırılır) yüksek oranda bulunursa yağ absorplamaya meyillidirler. [DFIU98]

Tipik tufal oranları, yağsız tufaller için 12,7 – 16 kg/ton, yağlı tufaller için 1,9 – 3,5 kg/ton şeklindedir. [EUROFER HR]

Atık Su

Fırın sonrası direk olarak yapılan tufal sıyırma için kullanılan proses suyu genellikle yağsızdır. Sıcak haddehane kısmında tufal sıyırma işleminde kullanılan proses suyu, haddeleme ekipmanları ile temasta olduğundan ve sızıntılardan dolayı çoğunlukla yağ içermektedir. Genellikle iki su akışı sabittir, biri yağ diğeri ise tufal içeren atık su akışıdır. Tufalin kaba kısmı çöktürme tanklarında uzaklaştırılır ve yağ içeriğine göre metalurjik prosesler için yeniden kullanılabilir.

Girdi / Tüketim Seviyesi		
Su		
Kaba hadde işleme	Yok m ³ /ton	0,1 – 0,2 ⁽¹⁾ m ³ /s
Tamamlama öncesi işleme	Yok m ³ /ton	0,05 – 0,02 ⁽¹⁾ m ³ /s
Tamamlama sonrası işleme	Yok m ³ /ton	0,03 – 0,04 ⁽¹⁾ m ³ /s
Enerji	Yok	
Çıktı / Çıktı Seviyesi		
	Spesifik Çıkış Miktarı	Konsantrasyon
Atık su	Yok m ³ /ton	
Tufal ve yağ içeren	Yok	
Yağsız Tufal		
4 merdaneli reverse tezgah	1,6 – 23 ⁽²⁾ kg/ton	
Sıcak sac haddehanesi	10 – 20 ⁽²⁾ kg/ton	
Bloom/Kütük/Ağır kesit profil haddehanesi	9 – 38 ⁽²⁾ kg/ton	
Hafif/Ağır Çubuk ve profil haddehanesi	3 – 60 ⁽²⁾ kg/ton	
Kangal Haddehanesi	5 – 20 ⁽²⁾ kg/ton	
Yağlı Tufal		
4 merdaneli reverse tezgah	1 – 36 ⁽²⁾ kg/ton	
Sıcak sac haddehanesi	2,7 – 30 ⁽²⁾ kg/ton	
Bloom/Kütük/Ağır kesit profil haddehanesi	0,4 – 28 ⁽²⁾ kg/ton	
Hafif/Ağır Çubuk ve profil haddehanesi	0,5 – 20 ⁽²⁾ kg/ton	
Kangal Haddehanesi	0 – 20 ⁽²⁾ kg/ton	
⁽¹⁾ Kaynak [DFIU98]		
⁽²⁾ Kaynak [EC Study]		
⁽³⁾ Avusturya raporu: Kaba tufal yassı ürünler için 20 – 30 kg/ton, uzun ürünler için 5 – 10 kg/ton, tamamlama grubundan tufal çamuru (ince tufal) 3 – 15 kg/ton [Com A]		

Tablo A.3-3: Tufal sıyırma için tüketim ve çıkış seviyeleri

A.3.1.5 Sıcak Haddeleme

Motor tahrikli merdanelerin enerji ihtiyacı deformasyon derecesine, haddelenecek parçanın sıcaklığına ve malzeme sertliğine bağlıdır. Enerji, elektrikten kullanılmaktadır.

Su tüketimi ve su tahliyesi su akışının nasıl dizayn edildiğine (su idaresi) bağlıdır. 0 m³/ton değerine yakın su tahliyesi kapalı devre ile sağlanabilmektedir. Yarı kapalı devrelerde tahliye oranı maksimum 11 m³/ton iken açık devre sistemlerde (direkt olarak) tipik olarak 11 – 22 m³/ton değerlerine ulaşmaktadır.

Havaya yapılan emisyon tozdur, hadde tezgahlarından ve yassı ürünler için kangal stoklama hatlarından kaynaklanmaktadır. Kaçak yağ emisyonları hadde tezgahlarından (tezgah yağlaması) kaynaklanmaktadır. Sıcak haddelemede toz emisyonunun miktarı çoğunlukla haddeleme hızı ve ürün yüzey alanına bağlı olarak değişmektedir.

Girdi / Tüketim seviyesi		
Haddeleme ve yağlama yağı		
Su	1 – 15,5 ^{(2), (3)}	m ³ /ton
Enerji Deformasyon enerjisi	72 – 140 ^{(2), (4)}	kWh/ton
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Parçacıklar (oksitler, toz) Hadde tezgahları Kangal stoklama hattı	2 – 40 ⁽¹⁾ g/ton	2 – 50 ⁽²⁾ mg/m ³ ~ 50 ⁽²⁾ mg/m ³
Filtre tozu (hadde tezgahlarından toplanan)	100 – 7600 ⁽¹⁾ g/ton	
Kaçak yağ emisyonları ⁽⁵⁾	ihmal edilebilir	
Atık Su: (askıda katı, yağ içeren) Atık su arıtmadan gelen çamur	0,8 – 15,3 ⁽²⁾ m ³ /ton	
Metalik yan ürünler: kırpıntılar, hadde iadeleri, kesme v.s.	70 – 150 ⁽⁶⁾ kg/ton	
⁽¹⁾ Bilgi kaynağı : [EC Study] ⁽²⁾ Bilgi kaynağı : [EUROFER HR] ⁽³⁾ [EC Study] raporları 22 m ³ /ton'a kadar ⁽⁴⁾ Daha üst oran [Com 1] tarafından kayıtlanmıştır. ⁽⁵⁾ Hadde bölümünden kaynaklanmaktadır, sadece emisyon kaynağı çevresinde dikkate alınabilir ve bu nedenle havaya verme açısından önemli değildir [EUROFER HR] ⁽⁶⁾ Kaynak [Com A]		

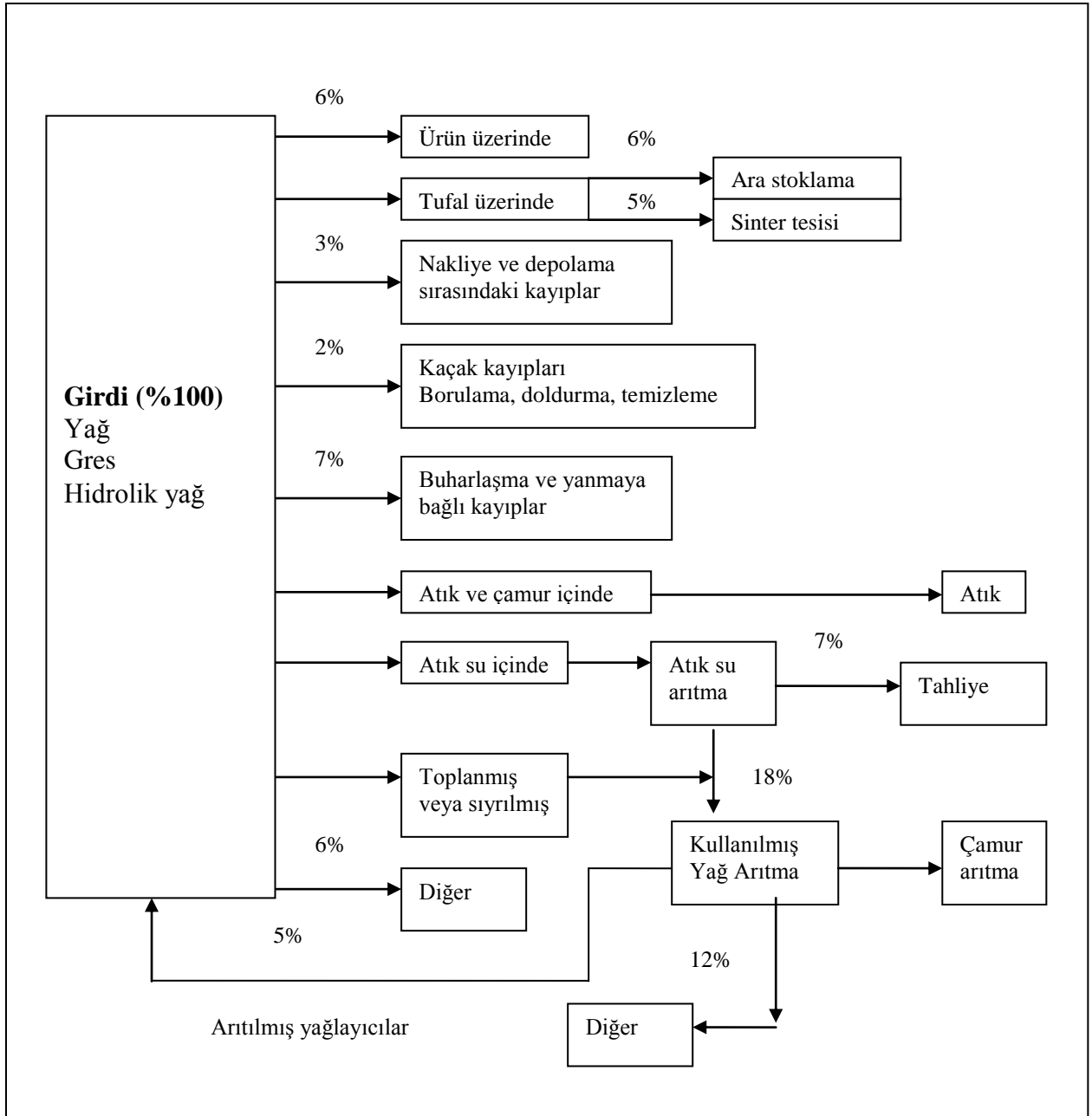
Tablo A.3-4: Sıcak haddeleme için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.1.6. Merdane Hazırlama Atelyesi

→ Mevcut bilgi yok

A.3.1.7. Yağ, Gres ve Hidrolik Yağ Akışı

Yağlama için hidrolik yağ ve gres kullanımı sonucu, yağ içeren su ve atıklar açığa çıkmaktadır. Yağ/gres girdilerinin büyük kısmı; ürün, hadde tufali, atık su veya havaya verilen emisyonla sistemden dışarı taşınmaktadır. Buharlaşmaya bağlı olarak, sıcak malzeme yüzeyi ile temas ettiği zaman; yassı ürünlerde 300 g/ton, uzun ürünlerde ise 100-800 g/ton yağ/gres hidrokarbon emisyonu olarak yayılmaktadır. Şekil A.3-3'te, bir çelik haddehanesinde yağ ve gres akışına bir örnek görülmektedir. [DFIU]



Şekil A.3-3: [DFIU96]'da kayıtlanmış tipik bir çelik haddehanesinde yağlı malzeme dengesi

A.3.1.8 Sıcak Haddehane Atık Su Arıtma Tesisi

Girdinin türü ve miktarı temel olarak su arıtma tesisinin yapısına, kullanılan çökeltmeyi sağlayıcı asit veya yardımcı kimyasal çeşidine göre değişmektedir. Kullanılan su kalitesi ve spesifik su tüketiminin de etkisi bulunmaktadır.

Durulama kanalı ve tufal gidermeden gelen atık su kaba taneli tufalden ayrı olarak askıda katı madde ve yağ içermektedir. Ayrıca askıda katı ve yağ bulunduran suyun büyük bir kısmı haddeleme ve malzemeyi soğutmak için kullanılmaktadır. Haddehane tipine bağlı olarak katı konsantrasyonu 120 – 2000 mg/l arasında (diğer rapor 50 – 1000 mg/l arası [DFIU98]), yağ içeriği 10 – 200 mg/l arasında değişmektedir.[EC Haskoning]

Tek geçişli soğutma üniteleri de dahil olmak üzere sıcak haddehaneden tahliye edilen suyun miktarı 0 – 22 m³/ton arasında kaydedilmiştir. Tek geçişli soğutma üniteleri gözardı

edildiğinde maksimum spesifik su tahliyesi 11 m³/ton olmaktadır. Tek geçişli soğutma sistemleri özel dizayn sistemler değildir.

Girdi / Tüketim Seviyesi		
Proses suyu		
Çöktürücü ajanlar		
Diğer		
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Tahliye Suyu		
Toplam askıdaki katı (TSS)	20 – 1065 ⁽¹⁾ g/ton	5 – 100 ^{(1),(3)} mg/l
Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD)	22 – 65 ^{(1),(5)} g/ton	18 – 43 ^{(1),(4)} mg/l
Hidrokarbon içeriği	1 – 3 ⁽¹⁾ g/ton	0,2 – 10 ⁽¹⁾ mg/l
Cu		0,009 – 0,26 ^{(2),(6)} mg/l
Zn		0,004 – 0,35 ⁽²⁾ mg/l
Cd		< 0,05 ⁽⁶⁾ mg/l
Al		0,04 – 0,14 ⁽²⁾ mg/l
Pb		< 0,1 ^{(2),(6)} mg/l
Cr		< 0,18 ⁽⁶⁾ mg/l
Cr⁺⁶		0,01 mg/l
Mn		0,04 – 0,26 ⁽²⁾ mg/l
Fe		0,3 – 2,0 ⁽²⁾ mg/l
Ni		0,01 – 2 ^{(2),(6)} mg/l
Hg		< 0,01 mg/l
Serbest Klor		0,1 – 0,5 ⁽²⁾ mg/l
Diğer parametreler		
pH değeri	7 – 8,5 ⁽¹⁾	
Sıcaklık	11 – 30 °C ⁽¹⁾	
Su arıtma çamuru		

(1)Bilgi kaynağı : [EUROFER HR]
(2)Bilgi kaynağı : [HMIP]
(3) [EC Study] raporları, en aşırı değer 200 mg/l
(4)[EC Study] raporları, normal aralık 80 mg/l'ye kadar, iki aşırı değer: 200 ve 450 mg/l
(5)[EC Study] 300, 800 g/ton ve daha yüksek bilgileri kaydetmiştir.
(6)Bilgi kaynağı : [EC Study]

Tablo A.3-5: Su arıtma tesisinin tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.1.9 Atık ve Geridönüşüm

Özel alt proseslerdeki atık oluşumu hakkındaki bilgilere ek olarak, Tablo A.3-6'da genel olarak toplam sıcak haddelemede atık oluşumu ve geri kazanım imkanları gösterilmektedir. Sıcak haddelemenin referans temeli genel olarak seçilmiştir, çünkü özel proses kademelerine giden atık miktarının niteliği ile atık kaynağı arasındaki açık farklılığın birkaç durum ile belirtilmesi imkansızdır.

Atık veya Yan ürün türü / Kaynağı	Ortalama Spesifik kütle [kg/ton]	Kayıtlanmış Atık [t] (çelik üretimi) ⁽¹⁾	Yararlanma	Oran ⁽²⁾
Tufal (alev ile yüzey temizleme, taşlama ve kumlama)	3,5	77900 (22 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	95,9
			Dışta kullanım ⁽⁴⁾	3,4
			Arazi doldurma	0,7
Tav fırını tufali	4	128000 (44,7 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	37,6
			Dışta kullanım ⁽⁴⁾	13,4
			Dışta kullanım ⁽⁵⁾	9,7
			Satış ⁽⁵⁾	29,0
Yağsız Hadde Tufali	14,1	517000 (36,8 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	74,8
			Dışta kullanım ⁽⁴⁾	3,6
			Dışta kullanım ⁽⁵⁾	15,1
			Satış ⁽⁵⁾	2,9
Yağlı Hadde Tufali	11,2	692800 (61,7 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	81,6
			Dışta kullanım ⁽⁴⁾	1,6
			Dışta kullanım ⁽⁵⁾	1,5
			Satış ⁽⁵⁾	9,7
Toz ve çamur, hava temizleme cihazlarından, Yassı ürünler	0,23	2363 (10,2 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	94,8
			Dışta kullanım ⁽⁵⁾	0,8
			Arazi doldurma	4,4
Toz ve çamur, hava temizleme cihazlarından, Uzun ürünler	0,23	2363 (10,2 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	16,8
			Dışta kullanım ⁽⁵⁾	24,5
			Arazi doldurma	58,7
Atık su arıtma çamuru	3,4	161000 (11 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	7,7
			Dışta kullanım ⁽⁶⁾	25,3
			Satış ⁽⁵⁾	7,6
			Arazi doldurma	59,4
Sökülmüş refrakterler	0,5	21900 (46 Mt)	Tesis içinde geridönüşüm	6,0
			Dışta kullanım ⁽⁶⁾	7,7
			Satış ⁽⁵⁾	13,8
			Arazi doldurma	72,5

Not: Bilgiler [EC Study]'ye dayanmaktadır; değerler kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

⁽¹⁾AB'nin anketine cevap olarak önerilmiştir.

⁽²⁾Yararlanma hakkında bilgiler sağlayan şirketlerin çelik üretimi

⁽³⁾Cevaplanmış anketler/kayıtlanmış kütle değerlerinin yerine oran

⁽⁴⁾Entegre olmayan tesisler tarafından kayıtlanmıştır, diğer başka çelik fabrikalarında geri dönüşüm

⁽⁵⁾Daha fazla kullanım için belirti yoktur.

⁽⁶⁾Yaklaşık dörtte biri diğer çelik fabrikalarında kullanılmaktadır.

⁽⁷⁾Prensip olarak refrakter tesislerinde

Tablo A.3-6: Sıcak haddelemede oluşan atıklar ve yararlanma oranları

A.3.1.10 Sıcak Haddehanede Gürültü Kaynakları

Sıcak haddehanede aşırı ses, öncelikle dahili bir mesleki sağlık konusudur, önlemler normal olarak pratikte sesin kaynağını kesme veya azaltmanın mümkün olmadığı yerlerde çalışanı korumak şeklinde alınmaktadır. Bazı örneklerde, prosesin yerine (örneğin oturma yerlerine yakın) ve ses karakterlerine (aralıklı, güçlü ve/veya yüksek frekanslı ses düşük frekanslı sürekli sese göre daha çok şikayet konusudur) bağlı olmasına rağmen bu durum ses seviyesinin temeli ve diğer ses kaynaklarına bağlı olmaktadır.

Sıcak haddeleme prosesinde en etkili ses kaynağı ürün taşıma ile olmaktadır. Yüksek basınçlı tufal sıyırma, baca emiş fanlı tav fırınları ve sıcak/soğuk kesim gibi diğer ses kaynakları da etkili olmaktadır. Ürün taşıma ile ilgili olan ana ses kaynakları, büyük çaplı borular ve ağır plakaların hareketleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Örneğin; profil haddehanesi soğutma sisteminde, malzeme soğuma sırasında geçerken yüksek seviyeli ses oluşabilmektedir. Yüksek basınçlı tufal sıyırma (bazı durumlarda 250 bar'dan daha fazla olmaktadır) işlemi diğer bir kesintili ses kaynağıdır. Çekiş fanlı tav fırınları sürekli çalışmaktadır fakat, değişik hızlar sebebi ile değişik frekansta ses seviyeleri oluşabilmektedir. Profil veya ray gibi uzun ürünlerde, sıcak veya soğuk makaslar ile boy kesimi yapılmaktadır. Kesim işlemi/sürtünmesi ile yüksek frekansta ses oluşmaktadır. Bu hem kesintili hem de yüksek frekanslı olabilmektedir. Kesin ses seviyeleri (decibel cinsinden) cihaz/fabrika özelindedir ancak 85 dBA'den fazla olabilmektedir.

Ürün taşıma koşullarında, sesi azaltma metotlarından en temel olanı, malzeme taşıma ekipmanları ile ürünler arasındaki temas miktarını en aza indirecek şekilde işletme prosedürlerini planlamaktır. Diğer ses kaynaklarının çoğu binalar içerisine alınmıştır ve ses seviyesi kabul edilebilir seviyeye indirilmiştir. Spesifik lokal problemlerin olduğu durumda, lokal duvar ve/veya bina yalıtımı gibi ek önlemler gerekebilmektedir, fakat bunlar çok fazla pahalı olmakta ve normal olarak gerekli görülmemektedir.

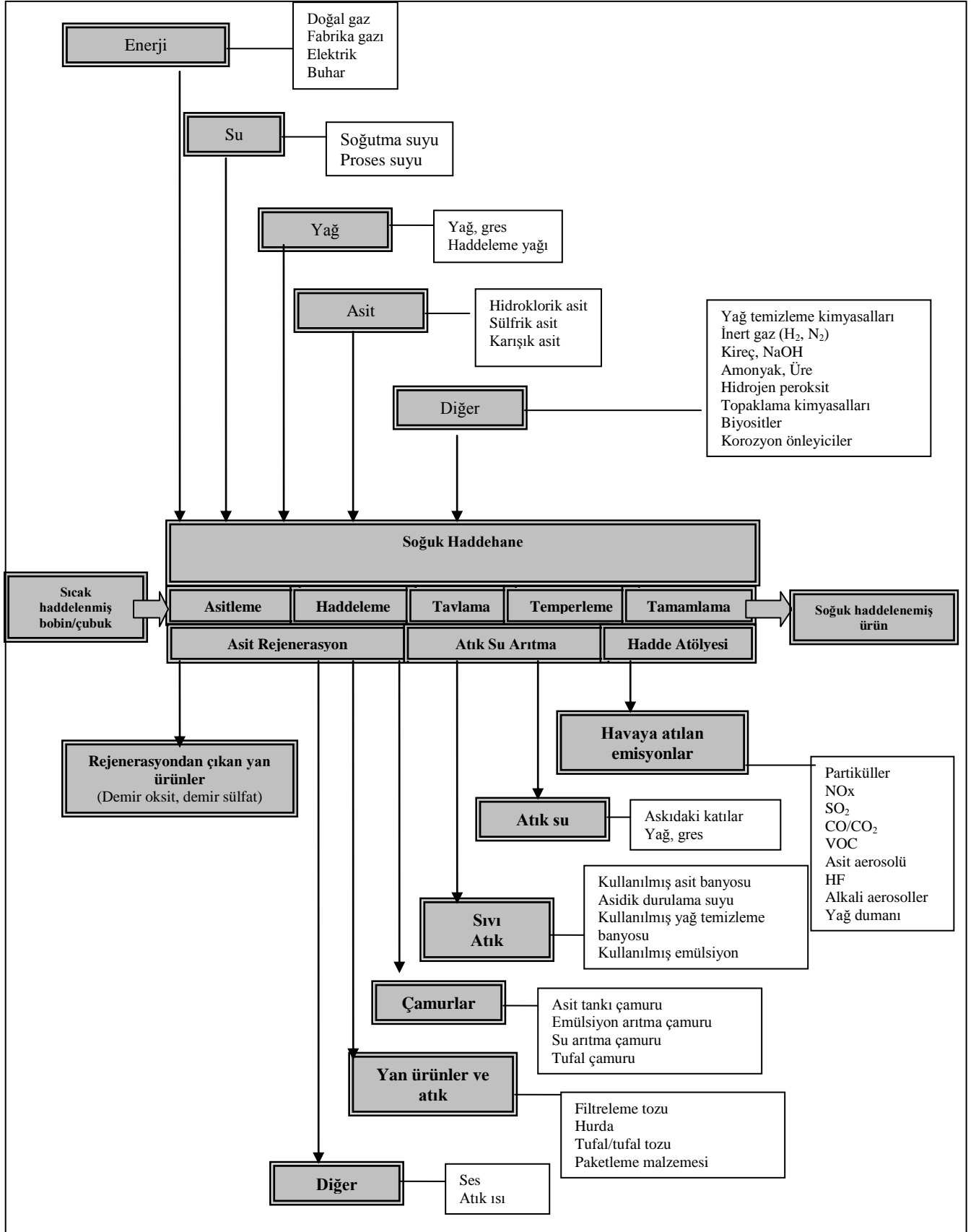
A.3.1.11 Devreye alma ve Devreden Çıkarma

Sıcak haddehanelerde devreye alma ve devreden çıkarma işlemlerinin çevresel etkileri genellikle önemli değildir. Donanımların bakımını yapmak veya devreye alma ve çıkarma sırasında güvenli çalışmadan emin olmak için bazı imkanlar (Örneğin: Tav fırını içerisine N₂ ile temizlemek) vardır.

A.3.2 Soğuk Haddehaneler

A.3.2.1 Kütle Akış Şeması

Takip eden bölümlerde soğuk haddeleme işlemlerinin her bir aşaması için spesifik girdi ve tüketim verileriyle beraber çıktı ve emisyon değerleri bulunmaktadır.



Şekil A.3-4: Soğuk Haddehaneler için girdi/çıkıtı özeti

A.3.2.2 Düşük Alaşım, Alaşım ve Yüksek Alaşım Çeliklerin Asitlenmesi

Bu tip çeliklerin asitlenmesinde hidroklorik, sülfirik asit ve paslanmaz çeliklerin asitlenmesinde ise nitrik ve hidroflorik asit karışımı kullanılır. Asit tüketimi asidin yenilenip yenilenmediğine, asitlenen malzemenin yüzey alanına ve oksit katmanının kalınlığına bağlıdır.[EUROFER CR]

Korozyon önleyici yağ tüketimi, yağlanmış malzemelerin oranına, kullanılan yağlama makinesinin tipine (elektrostatik veya püskürtme ile yağlama) ve müşteri tarafından talep edilen yağ ağırlığına bağlıdır.
[EUROFER CR]

Enerji, buhar formunda, asit banyosunu ısıtmak için, elektrik enerjisi formunda, motorlar, pompalar ve kalorik enerji (doğal gaz, LPG) formunda asit yenileme işlemi için gereklidir (HCl). Bazı fabrikalar asit rejenerasyon işlemi yapmamakta veya bu işi başka firmalara ihale etmektedir. Her iki durumda da daha düşük enerji tüketimi olmaktadır. Fakat asit rejenerasyon yapılmayan tesislerde, taze asit çalışma sıcaklığına ısıtılmaktadır.
[EUROFER CR]

Bunlara ek olarak yüksek alaşım çeliklerin işlenmesinde, şeridin üzerindeki tufalın mekanik olarak kırılması için kum (kumlama makimesinde) kullanılır. Oluşan NOx in azaltılması için asit banyosuna hidrojen peroksit eklenir. SCR tesisatlarında ise bu işlem için amonyak veya üre kullanılır. [EUROFER CR]

Su, asitleme işleminden sonra durulama için ve asit banyolarının hazırlanması için kullanılır. Asitleme sırasında üç çeşit proses suyu çıkar. Bunlar, durulama suları, kullanılmış asit banyoları ve diğer sular (asitleme tankı egzoz sistemindeki duman tutuculardan gelen veya fabrika temizlemeden gelen) olarak sınıflandırılabilir. Oluşan suyun büyük bir miktarı durulamadan gelmekle beraber kirlenmenin ana kaynağını, asit banyolarının sürekli veya yığın olarak değiştirilmesi oluşturur. [EUROFER CR]

Ana amaç, atık su hacmini azaltmak ve asitleme prosesini optimize ederek atıklar içerisindeki kirlenme miktarını azaltmak olmalıdır. Atık su hacmi asit yenileme ve geri dönüşüm ile azaltılabilmektedir. Bazı fabrikalar kullanılmış asidi başka uygulamalarda kullanmak üzere satmaktadır (örneğin su arıtma). Tesisin başka bölümlerinde kullanılmayacak olan asidik atık su (örneğin durulama bölümünden veya baca gazı yıkayıcılarından gelen) doğaya bırakılmadan önce arıtılmalı/nötralize edilmelidir. Fakat nötrleştirme işlemi de kireç, NaOH veya polielektrolitler gibi başka ek kimyasallarının kullanımını gerektirmektedir.

Asitleme işlemi sonucunda hurda, tufal tozları ve asitleme tankı çamuru oluşur. Asit yenileme işlemlerinden ton çelik başına 0.05 – 15 kg arasında ortalama 4.2 kg/t çamur (kuru malzeme referans alınmıştır) oluşur. Oluşan çamur içerisindeki demir içeriği 55 – 66% arasındadır. Paslanmaz çeliğin işlenmesi durumunda çamur içerisinde 5-10% Cr ve 3-5 Ni bulunabilmektedir. [EC Çalışması]

Asit yenileme işlemi sonucunda oluşan yan ürünler demir oksitler ve demir sülfattır. Yenileme işleminden kazanılan demir oksit miktarı 5.5kg/t olmaktadır. Yan ürünlerin Fe₂O₃ içeriği genellikle >99 % olmakla birlikte az miktarlarda Al<0.1%, Pb, Cu <0.03%;Cr,Ni<0.02% ve Zn<0.01% bulunmaktadır. Klorür içeriği 0.1- 0.2% arasında değişmektedir.

Demir sülfat üretimi ortalama 17kg/t olmakla beraber 2.5 ile 25 kg/t arasında değişmektedir. Üretimin 0.1% den az miktarının atıldığı rapor edilmekle beraber üretimin tamamına yakını su arıtma ve kimyasal endüstrilerinde kullanılmak üzere satılmaktadır.[EC çalışması]

Asitleme sonucu havaya atılan emisyonlar kısmen asitleme için kullanılan asit cinsine bağlıdır. Bunlar:

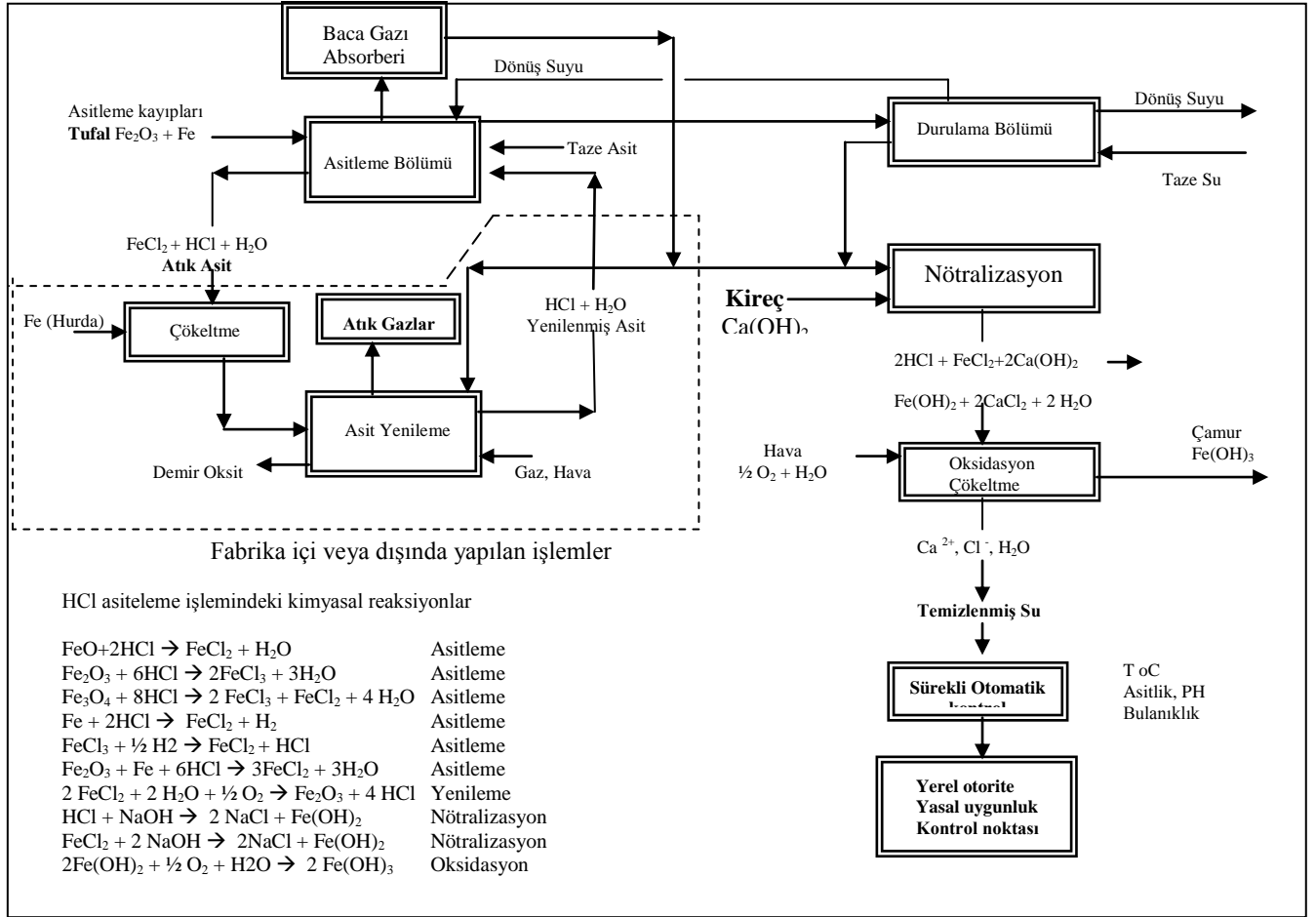
- Asitleme tankı egzoz gazı absorber bacasından ve asit rejenerasyon tesisi egzoz gaz bacasından çıkan asit dumanları (HCl, H₂SO₄)
- Karışık asit kullanılması durumunda: NO_x, HF.
- Asit rejenerasyon tesisinden çıkan Toz, Nox, Sox, H₂SO₄, HCl
- Depolama tesislerinden çıkan gaz emisyonları [EUROFER CR]

Paslanmaz çeliklerin ön tufal kırma için yapılan elektrolitik asitleme işleminde sodyum sülfat kullanılması durumunda krom içeren atık ve atıklar (çamurlar) oluşur.

Birçok modern asitleme hattı asit yenileme tesisiyle beraber işletilir. Bu nedenle bundan sonraki bölümlerde gösterilen bazı tüketim ve emisyon verileri yenileme prosesini de içermektedir. Mümkün olan durumlarda proses ayrımları yapılmıştır. En uygun üretim tekniğinin seçilebilmesi amacıyla asit yenileme tesisine ait detaylı tüketim ve emisyon verileri ve asitleme tankından çıkan egzoz gazı temizleme tekniklerine dair veriler bundan sonraki bölümlerde belirtilmiştir.

A.3.2.2.1 Hidroklorik Asit Kullanan Asitleme Hatları ve Asit Rejenerasyon Tesisi

Asitleme solüsyonunun rejenerasyonu işlemi tesis içinde veya dışında yapılabilir. HCl kullanan asitleme hattının rejenerasyon tesisiyle birlikte malzeme akış şeması Şekil A.3-5 te görülmektedir.



Şekil A.3-5: HCl ile asitleme ve asit yenileme akış şeması [EUROFER CR]

Girdi / Tüketim Miktarları		
Sıcak Haddelenmiş Şerit	1.01 – 1.05	t/t
Asitleme Ajanı:		
HCl (33%) asit yenileme ile	0.7 – 0.9 ¹	kg/t
HCl (33%) asit yenileme yapılmadan	12 – 17.5	kg/t
Korozyon önleyici yağlar	0.1 – 0.2	kg/t
Enerji: Banyo ısıtması için buhar	0.03 – 0.07	GJ/t
Elektrik enerjisi	0.015 – 0.08	GJ/t
Kalorik enerji	0.04 – 0.1	GJ/t
Endüstriyel+demineralize su	0.02 – 0.13	m ³ /t
Soğutma Suyu	0.5 – 0.8	m ³ /t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık gaz	35 – 100 m ³ /t	
Atık Hava	50 – 400 m ³ /t	
Asit yenilemeden çıkan egzoz gazları (Toz, SO ₂ , NO _x , CO/CO ₂ , HCl,Cl)	24 – 38 m ³ /t	
Asitleme tankından çıkan egzoz gazı	24 – 400 m ³ /t	
Toz₂	Bilgi yok	< 5 -20 mg/m ³
HCl₃	0.258 g/t	1 – 30 mg/m ³
HCl (20%) Geri kazanılmış	23 – 40 kg/t	
Atık su	0.025 – 0.07 m ³ /t	
Kullanılmış asit likörü		
Çamur keki	0.043 – 1.2 kg/t	
Asitleme tankı çamuru		
Yağlı atık		
Demir Oksit (Fe₂O₃)	4 - 12 ⁵ kg/t	
Tufal tozu (toz toplama sistemi tarafından toplanan)		
Şerit baş/ kuyruk hurdası	30 kg/t	

Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]; Üretim: 300000 – 2500000 ton/yıl

¹ Kapalı devre asitleme hatlarında taze HCl tüketiminin 0.01kg/t gibi düşük bir değer olduğu Almanya tarafından bildirilmiştir.[ComD]

² [EUROFER CR] tarafından bildirilen değer: 10 – 20 mg/Nm³,[Corus3 31.8] tarafından bildirilen değer < 5 mg/Nm³

³ [EUROFER CR] tarafından bildirilen emisyon seviyesi 10 – 20 mg/m³,[EC çalışması] 1 – 145 mg/m³ ve 2- 16 g/t ve [EPA-453] 2.7 – 3.5 mg/m³ seviyelerine ulaşmıştır,[EUROFER CR] sürekli ölçümde üst seviyeyi 30 mg/Nm³ olarak rapor etmektedir.

⁴ Asit rejenerasyonun olmadığı fakat serbest asit indirgemesinin hurda, FeCl₂ (kullanılmış banyo) ile yapıldığı bazı durumlarda 19.4 kg/t dışarıya satılmaktadır.

⁵ Kaynak [EC Çalışması]

Tablo A.3-7: HCl ile asitleme yapan tesisler için tüketim ve emisyon seviyeleri (asit yenileme dahil)

Asitleme tesisinden gelen asidik durulama suyu ve gaz yıkayıcılarından gelen yıkama suyu asit yenileme tesisinde proses suyu olarak kullanılabilir. Asidik suyun kısmi olarak veya hiçbir şekilde proses suyu olarak kullanılmaması durumunda, atılmadan önce nötrleştirme tesisinde kireç veya NaOH ile nötralize edilir. Çamur filtreli preslerde preslenerek suyundan ayrılır ve daha sonra atılır. Nötrleştirme, sedimentasyon ve filtreleme işlemlerinin girdi ve çıktıları ve deşarj edilen kirleticilerin konsantrasyonları Tablo A.3-8 de gösterilmiştir.

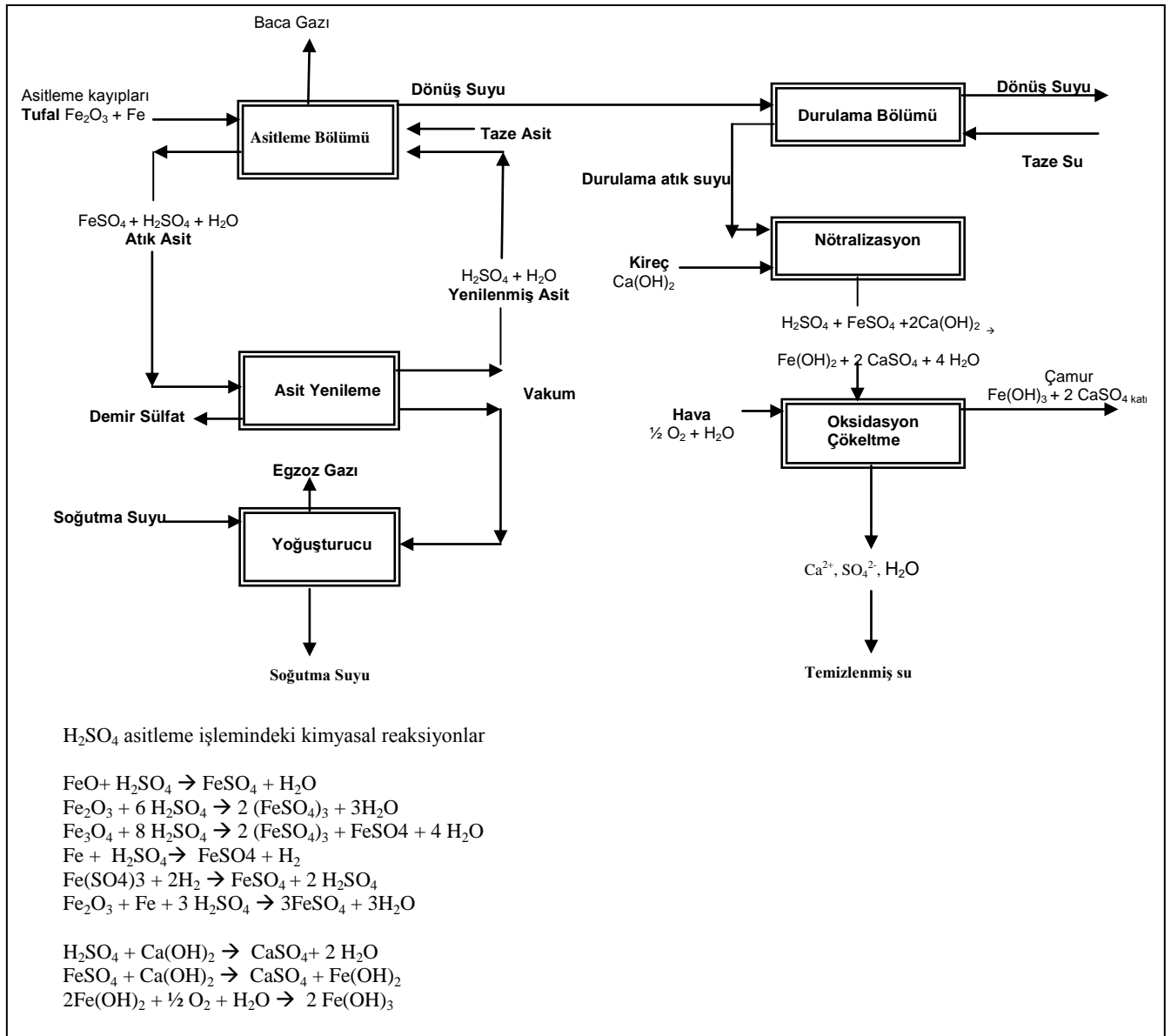
Her ne kadar gaz yıkama ve diğer asidik atıklardan gelen asidik atık sular genellikle nötralize edilse ve oluşan çamur atılsa da bu atıkları geri kazanmayı sağlayan prosesler de vardır. Asitleme için hidroklorik asit kullanıldığı durumlarda teorik olarak sıfır atıklı işletme olasılığı rapor edilmiştir.[Com D]

Girdi / Tüketim Miktarları		
İşlenmemiş atık su	0.025 – 0.07	t/t
Ca(OH) ₂ (95%)	0.272 – 0.525	kg/t
Polielektrolit	0.22	g/t
Hava	0.259	kg/t
Enerji (elektrik)	1	MJ/t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
Spesifik Emisyon		
Çamur keki	0.043 – 1.2	kg/t
Atık su	0.025 – 0.07	m ³ /t
Askıdaki katılar	2.86	g/t
Fe toplam	0.114	g/t

Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]
¹ İndirgeme oranı bileşenlerin kütleli debisinde göre belirlenmiştir.

Tablo A.3-8: HCl ile asitleme yapan tesislerdeki atık su arıtma için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.2.2 Sülfirik Asit Kullanan Asitleme Hatları ve Asit Rejenerasyon Tesisi



Şekil A.3-6: H₂SO₄ ile asitleme ve asit yenileme akış şeması [EUROFER CR]

Asitleme likörünün rejenerasyonu işlemi tesis içinde veya dışında yapılabilir. H₂SO₄ kullanan asitleme hattının asit rejenerasyon tesisiyle birlikte malzeme akış şeması Şekil A.3-6 da görülmektedir.

Girdi / Tüketim Miktarları		
Sıcak Haddelenmiş Şerit	1.03 – 1.06	t/t
Asitleme kimyasalı: 96% sülfirik asit	7 – 10	kg/t
Soğutma Suyu	3.84	m ³ /t
Korozyon önleyici yağlar¹	0.15 – 0.3	m ³ /t
Enerji:		
Banyo ısıtması için buhar/kalorik	0.05 – 0.1	GJ/t
Motorlar için elektrik enerjisi	0.02 – 0.05	GJ/t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Fe₂SO₄ – heptahidrat (asit rejenerasyondan)	26 – 60 kg/t	
Geri kazanılan asit	0 – 10 kg/t	
Atık gaz	100 – 150 m ³ /t	
Asitleme tankından çıkan egzoz gazı	50 – 110 m ³ /t	
H₂SO₄	0.05 – 0.1 g/t	1 – 2 mg/m ³
SO₂	0.4 – 1 g/t	8 – 20 mg/m ³
Asit yenilemeden çıkan egzoz gazları (H₂SO₄, SO₂)	70 – 90 m ³ /t	
Atık su	0.2 – 0.5 m ³ /t	
Yağlı atık	4 – 8 E -5 m ³ /t	
Çamur keki³	0.06 – 0.2 kg/t	
Tufal tozu (toz toplama sistemi tarafından toplanan)		
Şerit baş/ kuyruk hurdası	37 - 45 kg/t	
Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]; Üretim: 900000 – 1500000 ton/yıl		
¹ Bazen haddeleme yağı		
² Atık= toz + çamur		

Tablo A.3-9: H₂SO₄ ile asitleme yapan tesisler için tüketim ve emisyon seviyeleri (asit rejenerasyon dahil)

Asitleme tesisi kondenserinden ve asitleme tesisinden gelen asidik su deşarj edilmeden önce nötrleştirme tesisinde, kireç veya NaOH ile nötralize edilir. Çamur, filtrelili preslerde preslenerek suyundan ayrılır ve daha sonra atılır. Nötrleştirme, sedimentasyon ve filtreleme işlemlerinin girdi ve çıktıları ve deşarj edilen kirleticilerin konsantrasyonları Tablo A.3-10 de gösterilmiştir.

Girdi / Tüketim Miktarları		
İşlenmemiş atık su	0.315	t/t
Ca(OH)₂		kg/t
Polielektrolit		g/t
Hava		kg/t
Enerji (elektrik)	1	MJ/t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	
Çamur keki		kg/t
Atık su	0.315	m ³ /t
Askıdaki katılar	16 – 20	g/t
Fe toplam	0.3 – 0.5	g/t
Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]		
¹ İndirgeme oranı bileşenlerin kütleli debisinde göre belirlenmiştir.		

Tablo A.3-10: H₂SO₄ ile asitleme yapan tesislerdeki atık su arıtma için tüketim ve emisyon seviyeleri

Girdi / Tüketim Miktarları		
Tavlanmış Sac		
Kum ¹	1.5 – 3	kg/t
Nitrik asit (HNO ₃ 70%)	3 – 10	kg/t
Hidroflorik asit (HF 70%)	2.5 – 7.5	kg/t
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂ 30%)	3 – 10	kg/t
Su		
Enerji: buhar (asit ısıtması)	0.1 – 0.3	GJ/t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Metal oksit ve/veya tufal parçaları, kumlama parçaları		
Mekanik tufal kırmadan çıkan egzoz gazları	350 – 450 m ³ /t	
Toz	10 – 20 g/t	< 1 – 25 ² mg/Nm ³
Tufal		
Kullanılmış asit banyosu/karışık asit		
Çamur		
İşlenmiş asit çamuru		
Asitleme tesisinden çıkan egzoz gazı: ^a		
HF	0.2 – 3.4 g/t	0.2 – 17 ³ mg/m ³
NO _x	3 – 4000 g/t	3 – (~1000) mg/m ³
SO ₂	1 g/t	1 – 10 mg/m ³
Atık su ⁴	1.0 – 9.0 m ³ /t	
Nötrleştirmeden gelen su (metaller, askıdaki katılar)		
Depolamadan gelen gaz emistonları		
Notlar: a haricindeki kaynak veri [EUROFER CR]; a:[EC Çalışması]		
¹ Kumlama sadece sıcak bant için uygulanır (asitleme I)		
² [EUROFER CR] tarafından bildirilen değer: 15 – 20 mg/Nm ³ , [FIN 28.3] tarafından bildirilen değer < 1 – 4.5 mg/Nm ³		
³ Hidrojen peroksit enjeksiyonu ve asitleme tankı duman absorberiyile birlikte [EUROFER CR] tarafından bildirilen aralık 350 – 600 mg/Nm ³		
⁴ Atık artırmaya deşarj edilen		

Tablo A.3-11: Karışık asit ile asitleme yapan tesislerde yenileme ile birlikte tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.3 Soğuk Haddelme

A.3.2.3.1 Düşük Alaşım

Tandem Hadde

Haddelme emülsiyonunu hazırlamak için haddelme yağı (katkıları içeren) ve demineralize su veya eşdeğeri su kullanılır. Temel yağlar naftenik ve parafin bazlı mineral yağ türevleri veya bitkisel bazlı yağlardır. Bir su- yağ emülsiyonu hazırlamak için anyonik veya ionik olmayan emülsiyon ediciler eklenir. Emülsiyon içindeki yağ oranı 1 ile 25% arasında değişebilir. Sürtünme ve aşınmayı azaltmak için mineral yağlar yerine daha fazla korozyon ve köpüklenme önleyiciler ve biyolojik bozulmayı engelleyen ajanlar içeren sentetik ürünler kullanılmaya başlanmıştır. Genel soğutucu / yağlayıcı tüketimi 1800 ile 3000 m³/h arasında olmaktadır.

Enerji, hadde tezgahlarında, emülsiyon hazırlamada, hidrolik ünitelerde, motorlarda, fanlarda ve pompalarda kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi tüketimi haddelenen çelik kalitesine, toplam ezme miktarına ve nihai soğuk haddelenmiş ürün kalınlığına bağlıdır. Bununla birlikte, buhar formundaki enerji (gerektiğinde) emülsiyonun ısıtılması için kullanılabilir. Yağ tüketimi soğuk haddelenmiş mamülün ortalama nihai kalınlığına bağlıdır.

Soğuk haddeleme sonucunda emülsiyon ayırıştırma tesisinde arıtılan atık su oluşur. Atılan atıklar yağ ve askıda katılar içerebilir. Emülsiyon ayırıştırma tesisinden veya hadde tezgahları egzoz hava absorberinden yağ ve yağ çamuru ortaya çıkar. Toz toplama sisteminde ise partikül emisyonları (aşınmış hadde partikülleri veya demir tozu) oluşur.

Girdi / Tüketim Miktarları			
Asitlenmiş sac	1.002 – 1.032	t/t	
Soğutma Suyu	5 – 6.5 (0.5) ²	m ³ /t m ³ /t	
(Nehir suyu, yumuşak su, NaOH, inhibitör) Soğutma sistemi için			
Endüstriyel+demineralize su	0.014 – 0.04	m ³ /t	
Haddeleme yağı¹	0.3 – 2.0	kg/t	
Enerji:			
Buhar	0.01 – 0.03	GJ/t	
Elektrik	0.2 – 0.3	GJ/t	
Kalorik	0.001 – 0.036	GJ/t	
Çıktı / Emisyon Miktarları			
	Spesifik Emisyon		Konsantrasyon
Soğutma suyu	5 – 6.5 (0.5) ²	m ³ /t m ³ /t	
Atık su	0.003 – 0.015	m ³ /t	
Atık ava	1800 – 2000	m ³ /t	
Havaya yayılan emisyonlar:			
Toz	96	g/t	10 -50 mg/m ³
Hidrokarbonlar	7	g/t	5 – 20 mg/m ³
Yağ^a	0.6 – (~150) ³ Ø 19.7	g/t g/t	0.1 – 15 (34) ⁴ mg/m ³
Yağlı atık (atılan)	0.2	kg/t	
Emülzion (tesis içinde geri kazanılan)	5000 – 13200	kg/t	
Çamur keki	0.9 – 1.5	kg/t	
Notlar: a haricindeki kaynak veri [EUROFER CR]; a:[EC Çalışması]; Üretim: 1600000 – 3100000 ton/yıl			
¹ Haddeleme yağının asitleme hattındaki tüketimi de göz önüne alınmıştır.			
² Sirkülasyon suyu			
³ diyagramdan [EC Çalışması]			
⁴ Sıradışı bir değer			

Tablo A.3-12: Emülsiyon sistemi ile birlikte tandem haddelerdeki tüketim ve emisyon seviyeleri

Tersinir Hadde

Girdi / Tüketim Miktarları		
Asitlenmiş sac	1.002 t/t	
Soğutma Suyu	3.2 – 3.5 m ³ /t	
Endüstriyel+demineralize su	0.02 – 0.06 m ³ /t	
Haddeleme yağı	0.1 – 0.11 kg/t	
Enerji:		
Elektrik	240 – 245 MJ/t	
Kalorik	0.023 – 0.024 MJ/t	
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık hava	180 – 850 m ³ /t	
Havaya yayılan emisyonlar: Yağ ^a	HC 8.4 – 10.1 g/t 0.4 – (~150) ¹ g/t Ø 10.8 g/t	10 -12 mg/m ³ 0.1 – (~6) ¹ mg/m ³
Atık su	0.06 – 0.07 m ³ /t	
Çamur keki (atılan)	1.9 – 2.0 kg/t	
Emülsion (tesis içinde geri kazanılan)	8.5 – 9.0 m ³ /t	
Hurda, baş- son kesimler		
Notlar: a haricindeki kaynak veri [EUROFER CR]; a:[EC Çalışması]; Üretim: 250000 – 550000 ton/yıl ¹ diyagramdan [EC Çalışması]		

Tablo A.3-13: Tersinir Haddeler için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.3.2 Yüksek Alaşım / Tersinir Hadde

Haddeleme yağı olarak katkıları içeren mineral yağlar kullanılır. Enerji, hadde tezgahlarında ve motor yağlamalarında, fanlarda, pompalarda, vb. kullanılır. Temizleme işlemleri sonucunda yağlı filtre atıkları (aşınmış hadde parçacıkları, toz ve çelik kırpıntılar) oluşur. Egzoz filtreleme sisteminde tutulan yağ geri kazanılır. [EUROFER CR]

Girdi / Tüketim Miktarları		
Tavlanmış paslanmaz sac	1.01 – 1.03 t/t	
Soğutma Suyu	20 – 35 m ³ /t	
Yağ (mineral)	1.5 – 6.0 l/t	
Yağ filtreleme atıkları	0.1 – 0.11 kg/t	
Enerji: Elektrik	0.6 – 0.8 GJ/t	
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
	180 – 850 m ³ /t	
Atık hava(hadde tezgahı egzoz hava absorberi)	3000 – 12000 g/t	
Yağ	50 – 80 g/t	10 -20 mg/m ³
Yağ ^a	3 – (~150) ¹ g/t Ø 91.7 g/t	0.1 – 16 mg/m ³
Yağlı filtre atıkları	1.8 – 2.8 m ³ /t	
Atık su(askıdaki katılar, demir ve alaşım tuzları, yağ damlacıkları)		
Hurda, baş- son kesimler		
Notlar: a haricindeki kaynak veri [EUROFER CR]; a:[EC Çalışması]; Üretim: 40000 – 150000 ton/yıl ¹ diyagramdan [EC Çalışması]		

Tablo A.3-14: Tersinir Haddeler için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.4 Düşük Alaşım ve Alaşım Çeliklerin Tavlama

A.3.2.4.1 Yığın Tavlama

Yağ temizleme / elektrolitik yağ temizleme

Girdi / Tüketim Miktarları		
Alkali temizleyiciler/deterjanlar (kostik soda, soda külü, alkali silikatlar, fosfatlar)		
Su		
Enerji:		
Çıktı / Emisyon Miktarları		
Soğutma suyu		
Atık su (askıda katılar, çözünmüş mineral yağlar içeren)		
Alkali duman		

Tablo A.3-15: Yağ temizleme işlemi için tüketim ve emisyon seviyeleri

Tavlama

Motorlar ve ısıtma için elektrik enerjisi; HNX kapakları için karışık gaz (kok gazı/yüksek fırın gazı); doğal gaz veya LPG ise hidrojen yüksek konveksiyon kapakları için gereklidir. Fırın içerisindeki koruyucu inert gaz olarak genellikle 3-7% hidrojen içeren azot veya alternatif olarak 100% hidrojen kullanılmaktadır.

Girdi / Tüketim Miktarları		
Soğuk haddelenmiş sac	1 - 1.01	t/t
Enerji:		
Elektrik	0.06 - 0.12	GJ/t
Kalorik	0.62 - 0.75	GJ/t
Soğutma Suyu	5 - 10	m ³ /t
İnert gaz(H ₂ , N ₂)		
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Soğutma Suyu	5 - 10 m ³ /t	
Yağlı atıklar (atılan)	2.04 E -4 m ³ /t	
Atık hava	200 - 250 m ³ /t	
Havaya yayılan emisyonlar:		
SO ₂	Rev: (~0) - (~2) ¹ g/t Cont: (~0) - 41 ² g/t	
NO _x	Rev: (~9) - (~900) ¹ g/t Cont: (~0.5) - (~250) ¹ g/t	

Notlar: a haricindeki kaynak veri [EUROFER CR]; a:[EC Çalışması]; Üretim: 250000 - 550000 ton/yıl
Rev = Tersinir haddeler, yığın/sürekli tavlama arasında ayırım yapılmamıştır.
Cont= Sürekli haddeler , yığın/sürekli tavlama arasında ayırım yapılmamıştır.
¹ diyagramdan [EC Çalışması]
² Sıradışı bir değer: 194.4 kg/t

Tablo A.3-16: Yığın tavlama işlemi için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.4.2 Sürekli Tavlama

Alkali ve elektrolitik ön temizleme kimyasalları gereklidir. Kaba pasolar için ıslak temper haddeleme ajanları ve korozyon önleyici yağlar tüketilir. Şeridin ısıtılması için doğal gaz, diğer fabrika gazları veya LPG kullanılır. Elektrik enerjisi, motorlar, booster pompalar (aşırı yaşlandırma ve tamamlama) için kullanılır. Yüzey oksidasyonunu önlemek amacıyla inert gaz (tipik olarak 5% hidrojen içeren azot veya 100% hidrojen) kullanılır.

Sürekli tavlama işlemi sonucunda ana olarak atık su (yağ, askıdaki katılar,COD) ve tavlama fırınlarının egzoz gazı oluşur (NO_x, SO₂, CO,CO₂).

Girdi / Tüketim Miktarları		
Soğuk haddelenmiş sac	1.007 - 1.030	t/t
Alkali/elektrolitik ön temizleme kimyasalları		
Enerji:		
Elektrik	0.173 – 0.239	GJ/t
Kalorik	0.775 – 1.483	GJ/t
Buhar	0.119	GJ/t
Soğutma Suyu	23.529	m ³ /t
İnert gaz(H₂, N₂)		
Islak temper haddeleme kimyasalları (kaba pasolar için, elektrik sacı)		
Korozyon önleyici yağlar,		
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Tavlama fırınlarından çıkan atık gaz	350 – 400 m ³ /t	
Havaya yayılan emisyonlar:^a	Rev: (~0) – (~2) ¹ g/t Cont: (~0) ¹ – 41 ² g/t	
SO₂		
NO_x	Rev: (~9) – (~900) ¹ g/t Cont: (~0.5) – (~250) ¹ g/t	
Atık ısı (buhar, geri kazanılabilen)	0.037 – 0.078 GJ/t	
Atık su (yağ, askıdaki katılar...)	0.118	
Soğutma suyu		
Çamur keki (atılan)	0.018 – 0.47 kg/t	
Tufal tozu		
Ön temizlemeden çıkan yağ çamuru		
Notlar: a haricindeki kaynak veri [EUROFER CR]; a:[EC Çalışması]; Üretim: 600000 ton/yıl Rev = Tersinir haddeler, yığın/sürekli tavlama arasında ayırım yapılmamıştır. Cont= Sürekli haddeler , yığın/sürekli tavlama arasında ayırım yapılmamıştır. ¹ diyagramdan [EC Çalışması] ² Sıradışı bir değer: 194.4 kg/t		

Tablo A.3-17: Sürekli tavlama işlemi için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.5 Yüksek Alaşımli Çeliklerin Tavlanması ve Asitlenmesi

Sıcak haddelenmiş çelik tavlama fırınlarına ait tüketim ve emisyon değerleri Tablo A.3-18'de görülmektedir.

Girdi / Tüketim Miktarları		
Sıcak haddelenmiş sac	1.01 - 1.02	t/t
Endüstriyel+demineralize su	0.0015 – 0.55	m ³ /t
Soğutma Suyu	0.15 – 1.1	m ³ /t
Enerji:		
Elektrik	0.3 – 0.4	GJ/t
Kalorik (Gaz)	1.0 – 1.5	GJ/t
Buhar	0.06 – 0.13	GJ/t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık gaz	550 – 1000 m ³ /t	
Havaya yayılan emisyonlar: ^a		
SO ₂	0 – (~30) ¹ g/t	
NO _x	0.1 – (~1500) ^{1,2} g/t	
Atık su	0.4 – 0.5 m ³ /t	
Çamur keki	2.0 – 15.0 kg/t	
Notlar: a haricindeki kaynak veri [EUROFER CR]; a:[EC Çalışması]; Üretim: 56000 – 550000 ton/yıl		
¹ diyagramdan [EC Çalışması]		
² Sıradışı bir değer: 3820 g/t		

Tablo A.3-18: Sürekli tavlama fırınları için tüketim ve emisyon seviyeleri

Yüksek alaşımli çelikler çoğunlukla birleşik asitleme-tavlama hatlarında işlem görürler. Kullanılan asit miktarı şerit boyutlarına (yüzey, hacim) ve tufal tabakası kalınlığı ile birlikte işlenen malzemenin sıcak mı yoksa soğuk mu haddelenmiş olmasına bağlıdır.

Kullanılan enerji: tavlama fırınları için doğal gaz veya LPG, asit banyosunun ısıtılması için buhar ve motorlar, fanlar, pompalar,vb. için elektrik enerjisi

Oluşan atıklar ise; nötrleştirme tesisinden çıkan atık su (metaller, askıdaki katılar), fırın egzoz gazları (yanma ürünleri: CO, CO₂, NO_x), asitleme tesisi baca gazı yıkayıcılarından çıkan egzoz gazları (NO_x, HF içeren) ve mekanik tufal kırma işleminden çıkan egzoz gazları (toz) dir.[EUROFER CR]

Birleşik asitleme-tavlama hatlarına ait tüketim ve emisyon değerleri Tablo A.3-19'da görülmektedir.

Girdi / Tüketim Miktarları		
Paslanmaz çelik sac (sıcak veya soğuk haddelenmiş)	1.03 - 1.08	t/t
Kum ¹	1.5 - 3	kg/t
Soğutma Suyu (resirküle edilmiş)	10 - 20	m ³ /t
Nitrik asit (HNO ₃ 70%)	3 - 10	kg/t
Hidroflorik asit (HF 70%)	2.5 - 7.5	kg/t
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂ 35%)	3 - 10	kg/t
Basınçlı hava		
Enerji ¹ : Elektrik	0.15 - 0.30	GJ/t
Kalorik (Doğal Gaz)	0.7 - 1.8	GJ/t
Buhar (asit ısıtma)	0.1 - 0.3	GJ/t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Tufal / kum tozu		
Mekanik tufal kırılmadan çıkan egzoz gazları/Toz	350 - 450 m ³ /t	
Aritma tesisine deşarj edilen atık su	1.0 - 9.0 m ³ /t	
Kullanılmış asit banyosu/karışık asit		
Asitleme tesisi baca gazı yıkayıcılarından gelen egzoz gazı		
Egzoz gazı :		
Fırından Havaya yayılan emisyonlar: ^a		
SO ₂	0 - (~30) ² g/t	
NO _x	0.1 - (~1500) ^{2,3} g/t	

Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]; Üretim: 30000 - 300000 ton/yıl
¹ Kumlama sadece sıcak haddelenmiş saca uygulanmaktadır (asitleme I)
² diyagramdan [EC Çaşılması]
³ Sıradışı bir değer: 3820 g/t

Tablo A.3-19: Yüksek alaşımli çeliklerin asitlenmesi ve tavllanması için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.6 Temperleme (Düşük alaşım/Yüksek alaşım)

Haddelme işleminde sırasında nitrit bazlı olabilen %5 lik ıslak temperleme solüsyonu kullanılır. Enerji, sıcak su formunda ve elektrik enerjisi olarak hadde tezgahları, hidrolikler,vb. için gereklidir.

Girdi / Tüketim Miktarları		
Tavllanmış sac	1.01 - 1.03	t/t
Endüstriyel+demineralize su	0.002 - 0.004	m ³ /t
Soğutma Suyu	1.0 - 4.0	m ³ /t
Elektrik enerjisi	0.02 - 0.15	GJ/t
Temperleme sıvısı konsantrasi	0.11 - 3	kg/t
Korozyon önleyici yağlar	0.04 - 0.05	kg/t
Çıktı / Emisyon Miktarları		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık hava	1 - 100	m ³ /t
Atık su	0.002 - 0.004	m ³ /t
Yağlı atıklar ¹	6 - 7.5 E -5	m ³ /t
Temperleme ² /soğutma sıvısı		
Çamur keki ²	2.0 - 4.0	kg/t
Sızıntı yağ	4 - 5 E -5	m ³ /t

Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]; Üretim: 300000 - 1000000 ton/yıl
¹ Dışarı atılan
² Fabrika içinde geri kazanılan

Tablo A.3-20: Temperleme için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.7 Tamamlama (Kesme, Muayene, Paketleme)

Girdi / Tüketim Miktarları		
Soğutma Suyu	0.5 – 0.7	m ³ /t
Korozyon önleyici yağlar	0.2 – 0.4	kg/t
Markalama mürekkebi	0.5 – 80	g/t
Film (şeffaf)	80 – 90	g/t
Kağıt (mavi)	9 – 80	g/t
VCI kağıt	1.5 – 1.7	g/t
FLEX - Çemberler	0.05 – 0.06	m ² /t
Tahta	950 – 1050	g/t
Elektrik enerjisi	0.02 – 0.04	GJ/t
Atık Gaz Çıktısı / Emisyon Miktarı		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Yağlı atıklar	1.4 – 1.6 E -4	m ³ /t
Hurda	25 – 40	kg/t

Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]

Tablo A.3-21: Tamamlama için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.8 Hadde Atölyesi

Hadde atölyesinin ana girdisi taze emülsiyon hazırlamak için su ve taşıma sıvısıdır. Taşıma işleminin çıktıları ise: kullanılmış taşıma emülsiyonu ve taşıma çamurudur. [EUROFER CR]

Girdi / Tüketim Miktarları		
Soğutma Suyu		m ³ /t
Taşıma Emülsiyonu (taze)	0.4 – 80	g/t
Kum taneleri (SBT)	40 – 50	g/t
Çözünabilir yağ konsantresi	5 – 6	g/t
Krom tuzu (PRETEX)	2 – 3	g/t
Krom asidi kondensi (PRETEX)	140 – 160	g/t
Atık Gaz Çıktısı / Emisyon Miktarı		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık gazlar ¹	25 – 70 m ³ /t	<1 mg/m ³ < 0.1 mg/m ³
	Toz	
	Cr	
Taşıma çamuru	0.1 – 0.2	kg/t
Taşıma taşı	0.9 – 1.0	g/t
Atık emülsiyon	0.035 – 0.08	kg/t
Yağlı atıklar	1.5 – 2.0 E -4	m ³ /t
SBT - tozu	40 – 50	kg/t

Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]
¹ Kromlama tesisatı
² Spesifik tüketim rakamlarında referans olarak soğuk haddelenmiş çelik kullanılmıştır.

Tablo A.3-22: Hadde Atölyesi için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.9 Hidrolik ve Yağlama Üniteleri

Soğuk haddehanenin değişik yerlerinde hidrolik üniteler ve yağlı veya gresli yağlama üniteleri bulunmaktadır. Bu üniteler, genellikle, herhangi bir kaçak durumunda sızan yağın suya veya toprağa karışmaması amacıyla yağ sızdırmaz bentlerin veya çukurların içine yerleştirilirler.

Girdi / Tüketim Miktarları		
Soğutma Suyu	9 - 10	m ³ /t
Demineralize su	0.05 - 0.12	m ³ /t
Korozyon önleyici yağlar	0.2 - 0.4	kg/t
Enerji:	Elektrik	0.2 - 0.45 GJ/t
	Buhar	0.04 - 0.05 GJ/t
Atık Gaz Çıktısı / Emisyon Miktarı		
	Spesifik Emisyon	
Atıklar (atılan)	Kullanılmış su + su + redler	3.0 - 50 kg/t
	Kullanılmış su + su	3.2 - 3.5 kg/t
Atık su	0.05 - 0.12	m ³ /t
Notlar: Kaynak veri [EUROFER CR]		

Tablo A.3-23: Hidrolik ve yağlama sistemler için tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.2.10 Soğuk Haddehane Atık Su Arıtma Tesisi

Aşağıdaki bilgiler soğuk haddehanenin tüm kısılarından gelen atık su deşarj miktarının göstermektedir. Mevcut veriler değişik atık su kaynakları arasında ayırım yapılmasına olanak vermemektedir.

	Sürekli C – Çeliği	Tersinir C- Çeliği	Tersinir Paslanmaz Çelik
Spesifik atık su deşarjı	0 - 40 m ³ /t	0 - 6 m ³ /t	(~0) - 35 m ³ /t
Atık su arıtmadan gelen atık su deşarjı (tek geçişli soğutma hariç)	0 - 12 m ³ /t		
Toplam askıdaki katılar ¹	7 - 120 mg/l	(~0) - 2210 mg/l	0 - 60 mg/l
	2.7 - 520 g/t	(~0) - (~160) g/t	0 - (~180) g/t
COD ¹	19 - 5300 mg/l	15 - 100 mg/l	10 - 2000 mg/l
	5 - 220 g/t	10 - 80 g/t	10 - 275 g/t
Notlar: Kaynak veri [EC Çalışması] 1 birim mg/m ³ ten mg/l ye çevrilmiştir.			

Tablo A.3-24: Soğuk haddehanelerden atık su deşarjı

A.3.2.11 Atık ve Geri Dönüşüm

Her bir alt proseten çıkan atıklara dair bilgilere ek olarak Tablo A.3-25 de toplam olarak tüm soğuk haddeleme işlemlerinde oluşan atıklara genel bir bakış sağlanmıştır. Atık kaynaklarının ve atık miktarlarının belirli bir proses ile ilişkilendirilmesi her zaman mümkün olmadığından dolayı referans tabanı olarak sıcak haddehanenin tamamı seçilmiştir.

Atık tipi / Kaynağı	Ortalama Spesifik kütle [kg/t]	Rapor edilen atık ¹ [t] (çelik üretimi) ²	Değerlendirme Şekli	Yüzde ³
Yağ geri kazanım çamurları	1	13150 (14 Mt)	Fabrika içinde geri dönüşen Fabrika dışında kullanılan ⁴ Satılan ⁵ Atılan	50.3 33.7 3.6 12.4
Asit yenileme çamurları	4.2	36200 (8.5 Mt)	Fabrika içinde geri dönüşen ⁶ Fabrika dışında kullanılan ⁷ Satılan ⁵ Atılan	9.8 9.4 46.0 35.0
Atık su arıtma çamurları	3.3	114000 (19.9 Mt)	Fabrika içinde geri dönüşen Fabrika dışında kullanılan veya satılan ⁵ Atılan	32.5 1 66.5
Hava temizleme cihazlarından gelen kuru toz Paslanmaz çelik haddeleme	5.4	8200 (1.5 Mt)	Fabrika içinde geri dönüşen Fabrika dışında kullanılan ⁵ Atılan	38.5 42 19.5
Yağ, emülsiyon, gres	1.3	17700 (8.7 Mt)	Geri dönüştürülen Fabrika dışında yakılan Atılan	42.8 34.4 22.8
Sökülmüş refrakterler		60	Fabrika dışında kullanılan ⁵ Atılan	66 34

Notlar: Kaynak veri [EC Çalışması]; verilen rakamlarda kuru malzeme referans alınmıştır.
¹ EU daki bir ankete cevap olarak yayınlanmıştır
² değerlendirme şekli konusunda bilgi sağlayan fabrikaların üretimlerine dayanmaktadır.
³ Yüzdeler rapor edilen kütle/cevaplanan sorulara dayanmaktadır
⁴ 56% yakılır, 44% yağ geri kazanım tesislerine gönderilir.
⁵ kullanımının devam ettiğine dair herhangi bir gösterge bulunmamaktadır
⁶ EAF veya yüksek fırın
⁷ Demir oksitlerin üretimi için

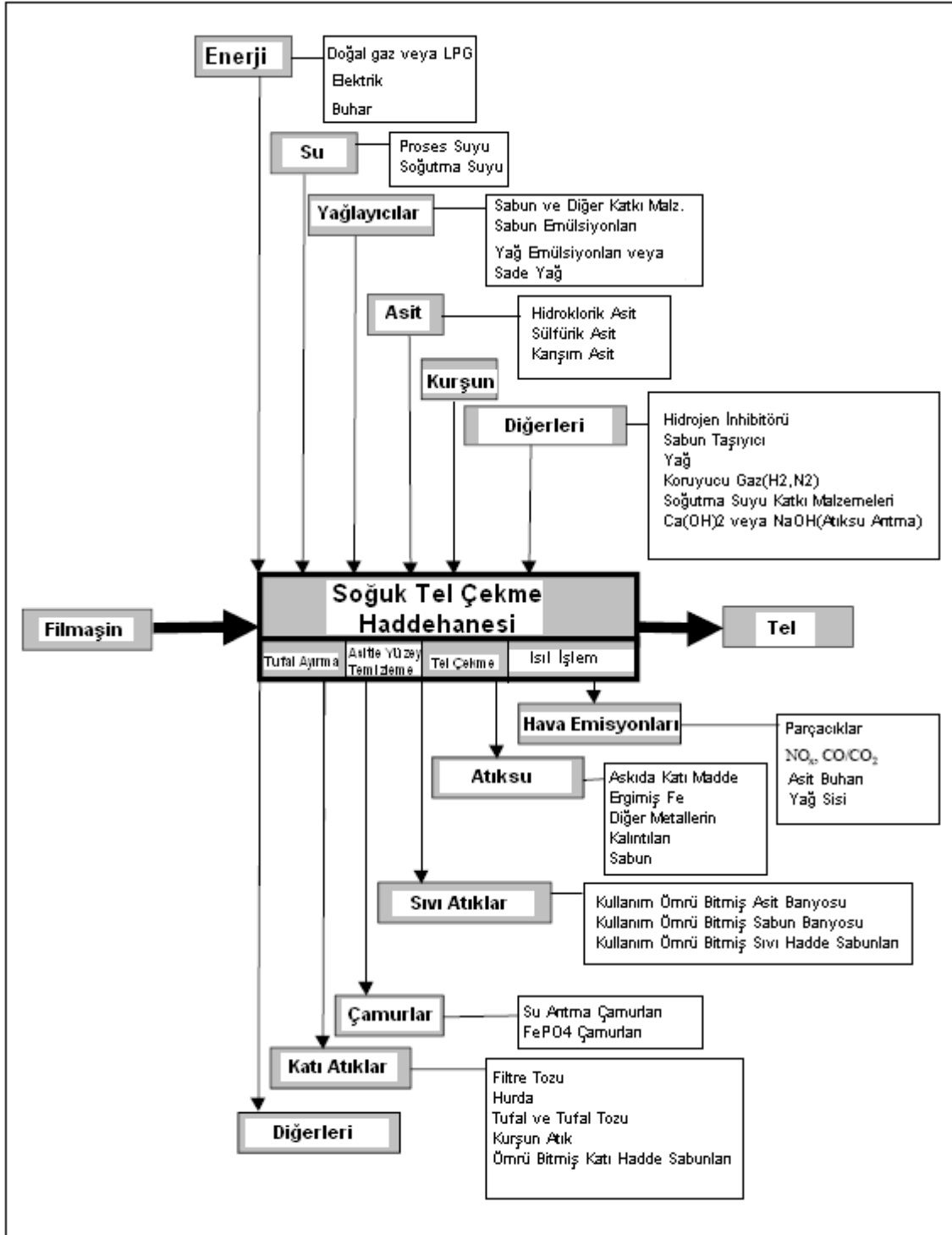
Tablo A.3-25: Soğuk Haddehanelerde oluşan atıklar ve bu atıkların değerlendirilme oranları

A.3.2.12 Soğuk Haddelemede Gürültü

Soğuk haddehaneler içi spesifik bilgiler yayınlanmamıştır.

A.3.3 TEL İMALATI

A.3.3.1 Kütle Akış Şeması



Tablo A.3-26: Tel Çekme Haddesi için girdi-çıkııı dengesi

Bir sonraki bölümlerde tel çekimi prosesinin her kademesindeki haddelenme ile ilgili girdi madde ile tüketim değerleri, bununla birlikte üretim ve emisyon değerleri verilecektir.(Prosesteki Filmaşın hazırlama, tel çekme, ısıl işlem basamakları).Dikkat edilmelidir ki ton başına tüketim ve emisyon değerleri çekilen çapa göre değişmektedir.

A.3.3.2 FİLMAŞIN HAZIRLAMA

A.3.3.2.1 Mekanik Tufal Temizleme

Mekanik tufal temizleme nedeniyle katı atıklar oluşmaktadır. Bunların başlıcaları demir oksitler FeO ve Fe₃O₄, filmaşın alaşımına bağlı olarak diğer metal oksitler ve kirliliklerdir. En yaygın mekanik tufal temizleme, telin bükülmesi ile yapılmakta ve bunun sonucunda kaba tufallar, göz ardı edilecek kadar da tufal tozu çıkmaktadır.

Kumlama, fırçalama ve bilye püskürtme işlemi ince tufal oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle bu ekipmanlar tozu yakalamak amacı ile filtreleme ünitelerine bağlanmıştır. Kumlama işleminde tufalla birlikte kumlama yapılan malzemenin bir kısmı da geri kazanılamayarak tufalın içinde kalmaktadır.

Mekanik tufal temizlemede tufal yüzey temizleme prosesinde olduğu gibi yağ ve su ile karışmamaktadır. Çok ince tufal (filtre tozu gibi) yangın ve patlama riski oluşturmaktadır.

Tufal Kırma Metodu:		
Girdi/Tüketim Seviyesi		
Aşındırıcı Malzeme		
Çıktı/Emisyon Seviyesi		
	Özgül Emisyon	Konsantrasyon
Tufal(Demiroksit)		
Tufal Tozu		
Filmaşın Eğme:		
Girdi/Emisyon Seviyesi		
	Özgül Emisyon	Konsantrasyon
Tufal	2 - 5 ¹ kg/t	
Not: Emisyon seviyesi filmaşın çapına ve kalitesine bağlıdır.		

Tablo A.3-27: Mekanik Tufal Temizleme Tüketim ve Emisyon Değerleri

A.3.3.2.2 Kimyasal Tufal Temizleme/Asitle Yüzey Temizleme

Kimyasal tufal temizlemede çıkan atıksuda HCl ve H₂SO₄ asitlerini içeren metal tuzları atık olarak çıkmaktadır. Filmaşının asit kazanlarından çıkarılması sırasında HCl ve H₂SO₄ aerosolleri oluşmaktadır. Ayrıca inhibitör ile bastırılmazsa bu kazanlarda asit buharı ve H₂ oluşmaktadır. Asit buharları kazanlardan(banyolardan)uzaklaştırılmaktadır. Bazen de asitin türüne ve konsantrasyonuna bağlı olarak yıkayıcıdan geçirmek gerekebilmektedir (Bekaert98).

Girdi/Tüketim Seviyesi		
Asit:		
HCl (32 %) (Geri Kazanım Yok)	15 – 25	kg/t
HCl (32 %) (Geri Kazanımlı)	n.a.	
H ₂ SO ₄ (98 %) (Geri Kazanım Yok)	10 – 20	kg/t
H ₂ SO ₄ (98 %) (Geri Kazanımlı)	2.5 – 5	kg/t
H₂ İnhibitörü	0.01 – 0.1	kg/t
Enerji(Genellikle Elektrik):		
Pompa, Havalandırma, Kaldırma Ekipmanları gibi...	n.a.	
Asit Isıtma (Sadece H ₂ SO ₄)	n.a.	
Durulama Suyu ¹	n.a.	
Çıktı/Emisyon Seviyesi		
	Ozgül Emisyonlar	Konsantrasyonlar
Havaya Emisyon olanlar		
HCl asitle yüzey temizleme (Asit buharı ve damlaları) ⁶	n.a.	
H ₂ SO ₄ asitle yüzey temizleme (Aerosol ve asit damlaları)	n.a.	
Kullanılmış Asit:		
HCl	80 – 90 % ²	
total Cl		200 - 275 g/l
Fe		100 - 160 g/l
H₂SO₄ ³		
Durulama Suyu	10 – 20 % ²	
FeSO₄ x 7 H₂O ⁴	20 – 35	kg/t
H₂ ⁵		
Not: Bilgilerin Kaynağı[Com BG]		
¹ Bu değer fabrikadan fabrikaya, kaç defa durulacağına, filmaşın çapına ve kalitesine göre değişmektedir.		
² Kullanılmış asitin		
³ Eğer FeSO ₄ kristalleştirilmesi yoluyla geri kazanım uygulanmıyorsa kullanılan H ₂ SO ₄ değeri alınabilir.		
⁴ Rejenerasyondan, %96-98 saflıkta, filmaşın içeriğine göre empüriteler, H ₂ O, H ₂ SO ₄ ve metal kalıntılarıdır.		
⁵ H ₂ emisyonu eğer H ₂ inhibitörü kullanılıyorsa ihmal edilebilir. İnhibitor kullanımı partiden partiye uygulanmaktadır.		
⁶ Kaynak(Stone)		

Tablo A.3-28: Kimyasal tufal temizleme esnasındaki tüketim ve emisyon değerleri

A.3.3.2.3 Sabun taşıyıcılarının Uygulanması

Sabun taşıyıcılarının tüketimi ve emisyonu sabun taşıyıcı tipine, uygulanan kalınlığa ve kangaal çapına bağlı olarak değişmektedir. Şu an için bir değer mevcut değildir.

Zn-PO₄ kaplama uygulandığında, Kalın bir FePO₄ çamuru oluşmaktadır. Bu çamur az miktarda çinko, çözünebilir PO₄, klorat veya nitrat içermektedir. Ayrıca kullanılan sabun taşıyıcı da sıvı atıktır. Ayrıca kurutma işlemi esnasında yakıt atıkları salıverilmektedir.

Kireç ve Eşdeğer Ürünler:	
Tüketim	Emisyon
<ul style="list-style-type: none"> - Kireç Sütü (Kireç ve proses suyundan yapılmış) - Buhar ve Doğalgaz - Buharlaşma kayıpları için su 	<ul style="list-style-type: none"> - Ömrünü tamamlamış kireç sütü banyosu - İstma nedeni ile oluşan emisyon
Alkali tuz ve Alkali tuzların karışımı	
Tüketim	Emisyon
<ul style="list-style-type: none"> - Alkali tuz(karışım) - Su ve Buharlaşma kayıpları için su - Muhtemelen buhar 	<ul style="list-style-type: none"> - Ömrünü tamamlamış sabun taşıyıcı banyoları - Muhtemelen ısıtma nedeniyle emisyon
Zn PO4 ve eşdeğer ürünler	
Tüketim	Emisyon
<ul style="list-style-type: none"> - Konsantre Çinko Zn, H3PO4 ve katkıları karışımı - Su ve buhar kayıpları için su - İstma için buhar 	<ul style="list-style-type: none"> - FePO4 çamuru - Durulama suyu - Banyo sıvısı normalde hiçbir zaman deşarj edilmez

Tablo A.3-29: Sabun taşıyıcısı için tüketim ve emisyon değerleri (Com BG)

A.3.3.3 Tel Çekme

A.3.3.3.1 Kuru Tel Çekme

Kuru tel çekme esnasında kullanılmış sabunlar çıkmaktadır. Kullanılmış sabun içerisinde sabunu oluşturan katkı malzemelerinin ve yağ asitlerinin tuzları, tel çekme esnasında hadde elmaslarında oluşan ısı nedeniyle oksitlenmiş maddeler, ayrıca sabun taşıyıcısı ve metal parçalar (çinko ve demir gibi...) bulunmaktadır. Bunun yanında sabun tozları oluşmaktadır. Bunlar sabunun bulunduğu mekânın kapatılması ve emilen havanın filtrelenmesi ile kontrol altına alınır. Ayrıca tel çekme makinelerinin bakımları yapılmazsa sabun soğutma kulesi spreylelerini kirletir. Bunun dışında kırılan hadde elmasları da diğer bir atıktır.

Girdi/Tüketim Seviyesi		
Kuru tel çekme sabunu (Alkali sabun katkılarından oluşturulmuş)	1 - 4 kg/t	
Tel çekme makinesi enerji tüketimi ...¹	n.a.	
Soğutma suyu	n.a. (Değişken)	
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Özgül emisyon	Konsantrasyon
Atık sabun + filtrelerde tutulmuş sabun tozu	1 - 4 kg/t	
Sabun tozu emisyonu	n.a.	
Soğutma suyu	n.a.	
Kırılan hadde elmasları	çok önemli değil	
Not: Bilgi kaynağı(Com BG) Bilgi üretilen her ton için 1* Bir bilgi yok, büyük değişim, filmaşın çapına, başlangıç ve sonuç çapına ve çelik karakterine göre		

Tablo A.3-30: Kuru tel çekmede tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.3.3.2 Sulu Tel Çekme

Sulu çekim suyun içerisindeki sabun ve yağ emülsiyonları ile yapılmaktadır. Bu emülsiyon daha önceki proste telin üzerine yapılan işlemlerden kalan malzemeler nedeniyle kirlenir. Bu kirlenme telin üzerindeki maddelerin su içinde çözünmesi veya daha önceki proste yapılan kaplamaların sürtünmesi nedeniyle suya karışması sonucu oluşur. Ayrıca ısı ve biyolojik etkenlerle oluşan indirgenmiş maddelerden kaynaklanabilir. Sonuç olarak sıvı tel çekme sabunu zaman zaman yenilenmelidir. Değişme sıklığı filtreleme işlemi veya çöktürme işlemleri sonucu azaltılabilir.

Diğer atıklar, soğutma kulesi blöf suları, yeterli bakım yapılmaması sonucu ısı değiştiricilerden kaynaklanan emülsiyon atıklar vs.dir.

Soğutma suyu kirlenmesi sulu çekimde, kuru çekime göre daha az olmaktadır.

Sulu çekim işleminde suda yağ kullanımı çok seyrek olması nedeniyle bilgi mevcut değildir. Tel yağ içinde çekilirse, yağ aerosolleri oluşmaz. Tüm hareketli parçalar yağ içine daldırılır. Tel çıkışta yağ sıyırıcıları vasıtasıyla üzerindeki yağdan arınır.

Girdi/Tüketim seviyesi		
Konsantre sabun veya yağ emülsiyonu	1 - 10	kg/t
Sulu çekim sabunu seyreltme suyu	20 - 250	l/t
Tel çekme makinası elektrik tüketimi	n.a.	
Soğutma suyu	n.a. (Büyük değişkenlik)	
Çıktı/Emisyon Seviyesi		
	Özgün emisyon	Konsantrasyon
Eski sulu çekme emülsiyonu (Filtrelerde tutulmuş çamur/aktarma) / decantation)	20 - 250 l/t	
Askıda katı maddeler COD (Yağ asidi sabunları veya yağı, aktif madde, diğer katkı malzemeleri)		20 - 80 g/l
Metaller (Parlak sulu tel çekimi için Fe, kaplam yapılmış sulu tel çekme için diğer metaller)		0.2 - 1 g/l
Soğutma suyu ²	n.a.	
Kırılmış Haddeler	n.a.	
Not: Birim üretim için sarflar kaynak (Com BG)		
¹ Bilgi yok, çekilen çapa, çelik kalitesine ve başlangıç ve son çapa göre değerlerde büyük değişimler oluyor.		
² Sulu çekim prosesinde soğutma suyu kirlenmesi kuru çekime göre daha az olmaktadır.		

Tablo A.3-31: Sulu tel çekme tüketimleri ve emisyonlar

A.3.3.4 Telin Isıl İşlemi

A.3.3.4.1 Bell ve Pot Fırınlarındaki Kesikli Tavlama

Tav fırınlarında oluşan emisyon, yakma ürünleri ve fırın içerisindeki atmosferi kontrol etmek amacıyla ile basılan koruyucu gazı içermektedir. Bu gaz da ayrıca yağlayıcıların yanma sonrası ayrışmasıyla ortaya çıkan ürünler de yer almaktadır. Yağlayıcı moleküllerinin sıcaklık nedeniyle parçalanması sonucu, düşük moleküler ağırlıklı olefins(yağ) ve alkaliler oluşur.

Fırının bazı parçalarını soğutmak için kullanılan soğutma suyu kirlenmez. [Bekaert98], [CET-BAT]

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
Enerji (gaz, sıvı yakıt, enerji)	n.a.	
Asal gazlar (H ₂ ,N ₂ ,H ₂ /N ₂ karışımı,kısmen okside olmuş gaz)	n.a.	
Soğutma suyu	n.a.	
Yağ (Eğer kullanılırsa)	n.a.	
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Özgün emisyon	Konsantrasyon
Yanma ürünleri	n.a.	
Soğutma suyu	n.a.	
Kullanılmış asal gazlar		
Not: Telin tavlama ile ilgili bilgi yok. Sacların tavlama sırasında kullanılan houd fırınlarının özgün değerlerinin aynı olduğu varsayılmıştır. 1 Normalde tüm kullanılmış koruyucu gazlar yanar.		

Tablo A.3-32: Çan ve Pot tipi fırınların tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.3.4.2 Sürekli Tavlama / Erimiş Kurşun Banyosu

Sürekli tavlama tel, erimiş kurşun banyosuna girer ve daha sonra su verilir.Bu proste kurşun oksitleri oluşur ayrıca kurşun banyosunu örten örtüye kurşun bulaşır. Malzemenin üzerine soğutma amaçlı verilen suya da kurşun bulaşır. Havaya kurşun tozları karışır (banyo örtüsünden kaynaklıdır) ayrıca az miktarda sabun piroliz ürünleri (VOC, CO vs) yayılır. [Com BG]

Genellikle yapılan ısı işlemin sonrasında yüzey temizlemek için konulmuş HCl asit banyoları izler. Telin kalma süresi az olduğundan asit sıcaktır ve konsantrasyonu fazladır. HCl banyosundan çıkan HCl gazı, gaz yıkayıcıdan geçirilir. Çıkan sıvı atıklar asit içerir. Bunların içinde metal tozları, demir, kurşun ve az miktarda diğer metaller, askıda inorganik katılar bulunur. Ayrıca soğutma suyu kurşunla mg/l seviyesinde kirlenir. Atıksu, HCl asit banyolarından sonraki proses olan ıslak yıkama ve durulamadan oluşur.

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
Kurşun	1 - 15 ¹	kg/t
Kurşun banyosunu ısıtmakta kullanılan enerji (gaz, sıvı yakıtlar)	n.a.	
Soğutma suyu	1 - 3	m ³ /t
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Özgün emisyon	Emisyon seviyeleri
Kurşun atığı (Kurşun oksitler)	1 - 15 ¹ kg/t	
Taşan soğutma suyu (Kurşun ve askıda katı madde içerir)	0.5 - 2.5 m ³ /t	n.a.
	SS	2 - 20 mg/l
	Pb	
Kurşun banyosunun emisyonu	Pb	0.02 - 5 mg/m ³
	Dust	1 - 30 mg/m ³
	TOC	1 - 50 mg/m ³
Kurşun banyosunun ısıtılmasındaki emisyonlar (Standart yanma prosesindeki emisyonlar)		

Tablo A.3-33: Kurşun banyosu için Tüketim ve Emisyon Seviyeleri

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
HCl (%32 konsantrasyonlu HCl)	10 - 100	kg/t
HCl banyosunu ısıtmakta kullanılan enerji	n.a.	
Sıyırıcı / Durulama suyu	0.5 - 5	m ³ /t
Çıktı / Emisyon Seviyesi		
	Özgün emisyon	Emisyon seviyeleri
Hurda HCl	5 - 100 l/t	
Total Cl		150 – 275 g/l
Fe		60 - 125 g/l
Sıyırıcı/Durulama atıksuyu	0.5 - 5 mg/m ³	
HCl (Sıyırıcıdan kaçan emisyon)		0 – 30 ³ mg/m ³
Yanan sabunlar		
Atıksu		
Toz		
Not: yukarıdaki değerler diğer asitle temizleme proseslerine örnek olabilir.		
1 Genellikle banyo, teldeki ısı ile ısınır		
2 Hurda asit önceki prosese bağlı olarak demir ve diğer atıkları içerir. Örneğin sabun kalıntıları, kurşun v.s.		
3 Çok az miktarlar çok yüksek konsantrasyonlara ulaşır. Çoğu ülkede olduğu gibi küçük kaynaklar üretim miktarına uyumlu olmalı		

Tablo A.3-34: HCl asitle yüzey temizlemede tüketim ve emisyon seviyeleri

A.3.3.4.3 Patentleme

Patentleme prosesinde telin direk yanmış gazlarla kontakta bulunduğu fırın, kurşun banyosu ve su ile soğutma banyosu bulunur. Bu prosesdeki atıklar ve emisyonlar aşağıda olduğu gibidir.

Havaya emisyon, fırından kaynaklanır. Fırın 850-1100 C arasında bir sıcaklıkta düşük O₂ ile doğal gaz veya düşük kükürt oranlı yakıt kullanılarak yakılır. Taze hava CO emisyonunu azaltmak amacıyla egzoz gazı ile karıştırılır. Bu yolla havaya verilen CO₂ emisyonu azaltılır. Bu prosesin akışı içinde NO_x ve SO₂ emisyonu ihmal edilebilir. Redükleyici atmosfer ve yakıt kükürtsüzdür.

Kurşun banyosu soğutma amacı ile kullanılır. Tavlama prosesinde kullanılanlara kıyasla, bu proseste yağlayıcıların yanmasından dolayı herhangi bir emisyon çıkışı olmaz. Sadece Pb içeren toz çıkışı olur.

Kurşun banyosundan çıkan katı atık, kurşun oksitlerden ve ömrü bitmiş örtü tozundan oluşmaktadır. Atık su durulama banyosunda oluşur. Bazı tesislerde, sıcak tel ile kontak halinde bulunan bazı ekipmanların soğutulması için soğutma suyuna ihtiyaç vardır. (Com BG)

Girdi/Tüketim seviyesi		
Kurşun	1 - 10	kg/t
Enerji (Fırının ısıtılması, başlangıçta ve duruşlarda kurşun banyosunun ısıtılması)	n.a.	
Çelik soğutma suyu	1 - 3	m ³ /t
Soğutma suyu	0 - n.a.	
Çıktı/Emisyon değerleri		
	Özgün Emisyon	Konsantrasyon
Kurşun Atığı	1 - 10 kg/t	
Taşan çelik soğutma suyu Kurşun ve askıda katı madde içerir.	0.5 - 2.5 m ³ /t	n.a.
SS		2 - 20 mg/l
Pb		
Kurşun banyosu bacasında emisyon		< 0.02 - 1 mg/m ³
Pb		1 - 30 mg/m ³
Dust		
Fırın bacasından emisyon		50 - 300 mg/m ³
CO		ihmal edilebilir
NO_x, SO₂		

Not: Bilgiler bir ton ürün içindir. Bilgi kaynağı (Com BG)

Tablo A.3-35: Patentleme işlemindeki tüketim ve emisyon seviyeleri (Bekaert)

A.3.3.4.4 Yağ ile sertleştirme ve Tavlama

Yağ ile sertleştirme ve tavlama hattı, koruyucu gaz altında ısıtma işleminden oluşur. Su verme işlemi yağ içinde veya su içinde yapılır ve tavlama tav ocaklarında yapılır. Atıklar ve emisyonlar ısıtma metoduna, suyun verildiği maddeye ve tavlama ocağına bağlıdır. Çok geniş çap aralığındaki tellere ısıl işlem yapıldığından genel özgün değerleri vermek mümkün olmamaktadır.

Girdi/Tüketim seviyeleri	
Isıtma için enerji (Elektrik veya doğalgaz)	al gas)
Koruyucu gaz	
Su verme malzemesi (Yağ, su, katkı malzemeleri)	
Kurşun	
Soğutma suyu	
Çıktı/Emisyon seviyeleri	
Kurşun banyosu kullanılıyorsa:	kurşun atığı
Su ile sertleştirme:	atıksu
Yağ ile sertleştirme:	atık su verme yağı havaya karışan yağ aerosolleri
Doğalgaz ile ısıtma:	Normal yanma prosesinin yanma ürünleri
Yanmış koruyucu gaz	

Tablo A.3-36: Yağ ile sertleştirme prosesi girdi ve çıktı bilgileri

A.3.3.4.5 Paslanmaz Çeliğin Tavlama

Üretilen tonajların karbon çeliğine göre az olması, paslanmaz çelik analizinin değişik olması ve farklı çaplarda olması nedeniyle girdi ve çıktılarla ilgili bilgi mevcut değildir.

Girdi/Tüketim Seviyesi	
Enerji	: Gaz(sıvı yakıt), elektrik
Koruyucu gaz	: H ₂ , N ₂ , H ₂ /N ₂ karışımı
Soğutma suyu	
Çıktı/Emisyon Seviyesi	
Yanma ürünleri	
Soğutma suyu	
Kaynak[Com BG]	
Not: Normalde tüm koruyucu gazlar uçar	

Tablo A.3-37: Paslanmaz çeliğin tavlanması sırasındaki girdi ve çıktı değerleri

A.3.3.4.6 Stres Giderme

Stres giderme prosesinin en önemli uygulama alanı PC halatlardır. PC halatlar ön gerilmeli betonarme çeliğidir. Stres giderme işlemi genellikle endüksiyon ısıtma ile yapılır.

Girdi/Tüketim Seviyesi	
Elektrik enerjisi	Endüksiyon bobininde ve muhtemelen sıcaklık dengeleme bölgesinde
Soğutma suyu	Ekipmanlar ve tel için
Çıktı/Emisyon Seviyesi	
Soğutma suyu	
Kaynak[Com BG]	

Tablo A.3-38: Stres giderme işlemi için girdi ve çıktı dengesi

A.3.3.5 Tel Çekme Fabrikalarında Gürültü Kirliliği

Aşırı gürültü öncelikle işçi sağlığı ile ilgili iç meseledir ve pratik olarak gürültü kaynakları düzeltilemiyorsa işçilere koruyucu malzeme verilmelidir. Bazı durumlarda, fabrikanın kurulu olduğu yere, fabrikanın yerleşim yerine yakınlığı veya uzaklığına göre binanın gürültüyü dışarıya vermeyecek şekilde yapılandırılması veya ekipmanların gürültü seviyelerinin düşürülmesi düşünülmelidir.

Tel çekim fabrikalarında ana gürültü kaynakları:

- Döner marinalar, örneğin sulu çekim makineleri, kuru çekim makineleri, kaldırma ekipmanları ve kaplama makinelerinde telin çekilmesi işlemleri,
- Telin yüzeyinin temizlenmesinde kullanılan ve basınçlı hava ile çalışan Hava süpürgeleri veya hava fırçaları yüksek frekansta ses çıkarır,
- Pay-off ünitelerinde de birbirini tekrarlayan sesler çıkar,
- Ocakların brülörleri

Yukarıda bahsedilen operasyonlar sürekli olarak bir sıra içinde devam eder. Bu yolla dışarıya daha az gürültü çıkar. Bu nedenle yukarıdaki proseslerin fabrika dışında neden olduğu gürültü çok ender gündeme gelmektedir. Yerleşim merkezlerine yakın olan fabrikalarda, fabrika dışındaki havalandırmaların ve diğer fabrikayı destekleyen yan tesislerin daha çok problem oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bütün gürültü kaynaklarına karşı, yer değiştirme, izolasyon veya bölgesel bina yapılması gibi önlemler alınabilir.

A.4 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRMEDE SAPTANMIŞ TEKNİKLERİN DEĞERLENDİRMESİ

Bu bölümde her proses için Çevre Koruma tedbirleri ve enerji tüketimini azaltacak tedbirler verilecektir. Eğer geçerli bilgi varsa; her tekniğin açıklaması, ulaştırılması gereken emisyon seviyeleri, uygulanabilirliği, emisyon seviyelerinin takibi, diğer ortamlarla etkileşimi, referans fabrikalar, çalışma bilgileri, ekonomi, yatırım için itici güçler verilecektir. Bazı teknikler ürün kalitesini ve üretim verimini arttırmayı içerecektir. Bu teknikler, çevreye de olumlu etkileri olacağı için işlenecektir.(Hurdanın azaltılması, enerji tüketiminin azaltılması, emisyonun azaltılması)

A.4.1 SICAK HADDELEME TESİSLERİ

A.4.1.1 Ham maddelerin, sarf malzemelerinin stoklanması ve taşınması

Tanım:

Yağ: Yağ tanklarından dökülme ve borulardan sızıntı olabilir. Bu döküntüler drenaj kuyularında toplanır. Daha sonra su, yağ ve gres karışımı atık yağ tanklarına aktarılır. Atık yağlar atık yağ toplayıcı firmalar tarafından toplanır veya entegre tesislerde yüksek fırınların kok fabrikasında veya atık madde yakma ünitelerinde bertaraf edilir.

Kazayla hidrokarbonların pompalardan ve boru hatlarından kaçmaması için, periyodik kontroller, contaların ve keçelerin koruyucu bakımlarının yapılması gerekir.

Yağ ile kontamine olmuş drenaj suları toplanmalı ve ara stok tanklarına pompalanmalıdır. Atık yağ su-yağ ayırma işleminden sonra tekrar kullanılabilir. Örneğin yüksek fırında yakılabilir veya geri kazanım şirketlerine verilebilir. Yağın tekrar kullanılabilmesi için ayrılan yağın, yeni yağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine sahip olacak şekilde işlenmesi gerekmektedir. Ayrılan su, su arıtma tesislerinde tekrar işlenmeli, örneğin hassas filtrelerden geçirilmeli veya vakum buharlaştırıcılardan geçirilmelidir (Endüstriyel yıkama makineleri gibi).

Suyun hidrokarbonlarla kirletilmesinin alınacak önlemlerle tamamen önlenmesi imkânsız gibidir.

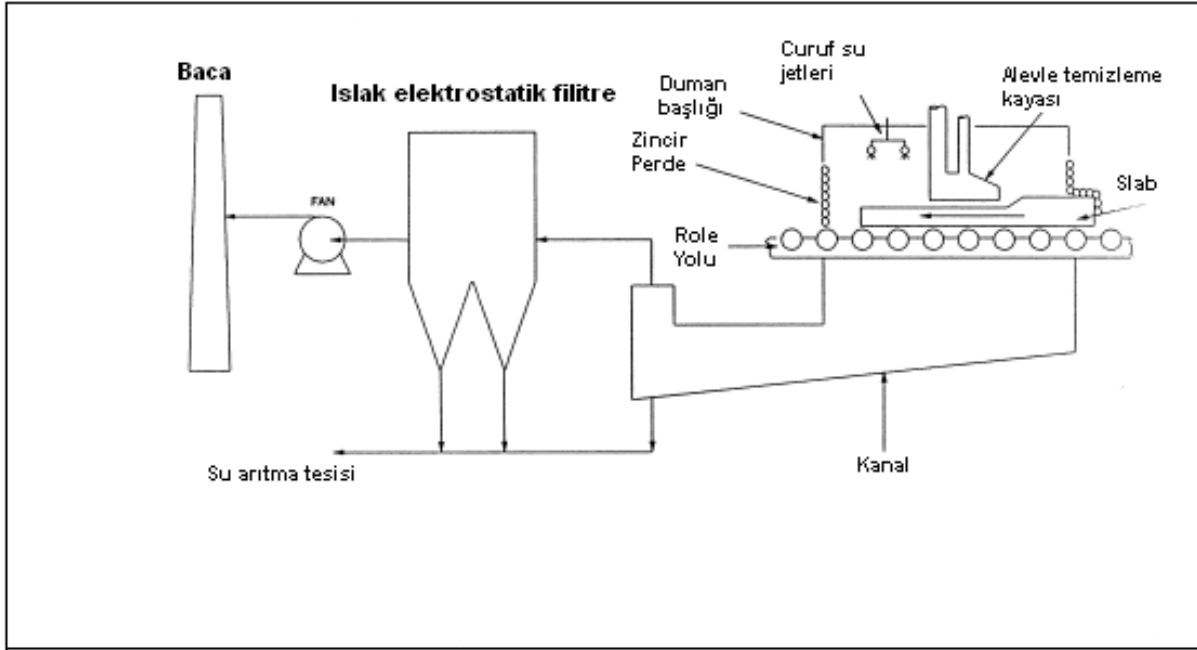
A.4.1.2 Girdilerin Şartlandırılarak Yüzeylerinin Düzeltilmesi

A.4.1.2.1 Kapalı Skarf İşlemi ve Atık Gaz Temizleme

Tanım:

A.4-1 resminde olduğu gibi alevle temizleme işlemi oxy-fuel yakıcılardan çıkan tozun ve dumanın kaçamayacağı sızdırmaz bir odada yapılır. Atık hava kuru ve ıslak elektrostatik filtre veya endüstriyel filtrelerle temizlenir. Toplanan toz entegre tesis içinde geri dönüşümü sağlanır veya tescilli toplayıcı firmalar tarafından toplanır.

İşlemden geçirilmiş yüzeydeki cüruf lar su jetleri ile yüzeyden ayrılır.Kullanılmış su ve cüruf haddeleme prosesi altında bulunan kanalda toplanarak arıtma havuzuna yollanır.



Şekil A.4-1: Alevle yüzey temizleme akış diyagramı (ıslak elektrostatik filtre ile)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Azaltılmış kaçak hava emisyonları ve toz

Uygulanabilirlik:

- Yeni yatırımlarda olur. (Mevcut fabrikalarda binaların izin vermemesinden dolayı zor.)
- Elle yapılan alevle yüzey temizleme işlemlerinde uygulanamaz.

Diğer etkiler:

- Enerji tüketiminde artış
- Çamur ve filtre tozları meydana gelir.
- Atıklar iç geri kazanımla azaltılır.

Referans tesisler:

SİDMAR, Aceralia(Aviles)

İşletme verileri ve ekonomiklik:

Örnek SİDMAR:

Alevle yüzey temizleme makinesi boyutları 32m x 18m x 9m olan duvarlarına özel akustik izolasyon yapılmış binadır. Gürültü 1 m uzaklıkta 85 dBA olmaktadır. Duman tavanın dört bir yanından emilmektedir. 200000 m³/h kapasiteli bir duman emme fanı kullanılmaktadır. Emiş otomatik olarak işin yapıldığı yere yönlendirilmektedir. (Dumanın 2/3 ü çalışma alanından çıkmaktadır.) Baca gazı 3576 m² yüzey alanı olan endüstriyel filtrelerden geçirilerek toz miktarı 5-10 mg/m³'e düşürülmektedir. (Sürekli olarak optik ölçüm cihazları ile ölçülmektedir.)

		Yapım Yılı	Atık Gaz Hacmi (m3/s)	Toz Emisyonu (mg/m3)	Enerji Tüketimi ¹ (kWh/1000 m2)	Maliyet EURO '000
a	Islak tip EP (kütük skarfi)	1973	32	20-115		
b	Islak tip EP			< 20		
c	Islak tip EP	1988	yaklaşık 60	30-80		verilmemiş
a	Kuru tip EP (slab skarfi)	1986	30	20-115		
b	Kuru tip EP			< 50		420
d	Torbalı filtre	veri:1998	30	< 10		
b	Torbalı filtre		Ø 42 maksimum 55	< 20	155	I ² 2200 O ^{1,3} 0,058
e	Torbalı filtre		55,6	5-10		

Not: EP: Elektrostatik Presipitator (çöktürücü), I:Yatırım maliyeti, O:İşletme maliyeti
a: (EUROFER HR)
b: (CITEPA), hava için BAT seviyeleri
c: (Input-HR-1)
d: (DFIU98)
e: Firma bilgileri SIDMAR
¹ Referans 1000 m2'lik skarfi (temizlenen) edilen alan olarak alınmıştır.
² Yatırım maliyeti bütün sistem için verilmiştir. İnşaat dahil. Filtre, davlumbaz, vantilatör, motor, borular ve kontrol aletleri. (filtre alanı 3200 m2)
³ İşletme maliyeti tüm kapasite için verilmiş, % 60 işçilik.

Tablo A.4-1: Skarf işleminde çıkan toz emisyonları ve işletme verileri

Alevle yüzey temizleme işleminin sonucu oluşan gazlar çok korozyon oluşturan atıkların toplama sisteminin iyi çalışabilmesi için sürekli bakımlarının yapılması gerekmektedir. Elektrostatik filtre elektrotlarının ve aksanlarının düzenli kontrolleri, korozyondan dolayı oluşan tahribatı takip için önemlidir.

Eğer çıkan gazlar nemli ise torba filtrelerde problem oluşturmaktadır.

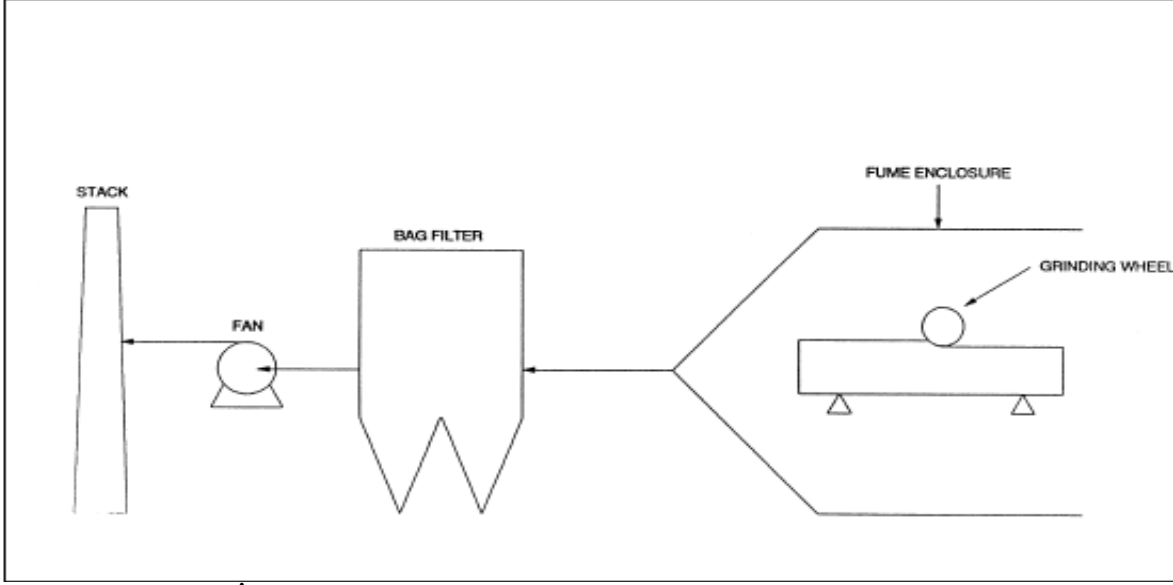
Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Atık gazların çevreye yayılmasını önlemek.
Referans literatür:

A.4.1.2.2 Kapalı Sistem Taşlama İşlemi ve Atık Gaz Temizleme

Tanım:

Taşlama sonrası oluşan toz, torba filtrelerde tutulmaktadır. Manüel taşlama işlemi, üzerinde davlumbaz bulunan bölgelerde yapılmaktadır. Makine ile yapılan taşlama ses yalıtımlı tam sızdırmaz ortamda yapılmaktadır. Toz toplama sistemi makine ile entegre veya fabrika genelinde kullanılıyor olabilir.

Toplanan toz, iç geri dönüşümde kullanılır veya yetkili şirketlere verilir.



Şekil A.4-2: Taşlama İşlemi Emisyon Tutma Akış Şeması (HMIP)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Azaltılmış duman ve toz
- Gürültü seviyesinin düşmesi.

Uygulanabilirlik:

- Yeni yatırımlar.

Diğer etkiler:

- Enerji tüketimindeki artış
- Toz filtrelerinde tutulmuş atıkların çıkması.
- Atıklar iç geri kazanımda kullanılabilir.

Referans tesisler:

İşletme verileri:

		Yapım Yılı	Atık Gaz Hacmi (m ³ /s)	Toz Emisyonu (mg/m ³)	Enerji Tüketimi ¹ (kWh/1000 m ²)	Maliyet EURO '000
a	Küçük hücre filtresi ²	1980-1989	2,5	20-100		
b	Puls jet filtre ³	1995	7	< 30		

a: (EUROFER HR), tipik işletme ve emisyon verileri raporlanmıştır (Com2 HR)
¹ Referans 1000 m²'lik zemin
² Toba alanı 120 m²
³ Torba alanı 234 m²

Tablo A.4-2: Taşlama işlemi tozsuzlaştırma prosesi işletme ve emisyon verileri

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler: Kaçak tozun önlenmesi

Referans literatür:

A.4.1.2.3 CAQC – Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol

Tanım:

Bilgisayar destekli kalite kontrolün amacı, sürekli döküm makinesinin ürününün kalitesini arttırmak ve bu yolla haddeme sonrası yüzey hatalarının azaltılmasını sağlamaktır. Bilgisayar modeli proses parametrelerindeki değişkenleri sürekli takip ve kontrol eder. Proses değişkenlerindeki değişime göre makineye optimize edilmiş yeni set değerleri yüklenir. Döküm şartlarının değişmesi nedeniyle kontrol edilemeyen değişimler makine tarafından takip edilir ve hatanın pozisyonu çok iyi bilinir. Beraberinde kusurlu olan bölge manüel alevli yüzey temizleme ile temizlenir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Sadece kusurlu yerin yüzeyi temizlendiği için oluşan emisyonlar azalır.
- Alevle yüzey temizleme için gerekli enerji miktarı azalır.
- İyileştirilmiş yüzey kalitesi ve hurdada azalma görülür.

	Bilgisayarsız kalite kontrol	Bilgisayarlı kalite kontrol
Makine ile skarfedilen	32%	9%
Gözetlemeli ve seçici skarfing	68%	8%
Gözetleme ve skarfing yapılmadan		83%

Tablo A.4-3: Skarf işleminin bilgisayar kontrollü ve kontrolsüz karşılaştırması (DFIU98)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sürekli döküm makineleri

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

- VA Stahl Linz, Avusturya.
- EKO Stahl, Almanya [Com A]

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Ekonomi ile ilgili çok az bilgi bulunmaktadır. Bir kaynağa göre 4m Euro yatırım harcaması raporlanmıştır. Ayrıca bilgisayar destekli kalite kontrol ton başına 5 \$ lık tasarruf sağlamaktadır.

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

- Sıcak haddelenmiş ürün yüzeyinin iyileşmesi, verimde artış.
- Slab yüzey temizleme masraflarında azalma.

Referans Literatür:

Aspects of modern quality control for continuous casting, 3rd European Conference on Continuous Casting, Oct. 20-23, 1998 [ComA]

A.4.1.2.4 Kenarı Pahlı Slabların Haddelenmesi

Tanımlama:

Alevle kenar kesme yerine haddenin ayarı özel yapılarak kenarı pahlı slab kullanılır. Kenarda oluşan pah kenar kontrol sistemi ile kontrol edilir. (Otomatik en kontrolü ve ölçü ayar presi) veya sıcak levhanın haddeleme esnasında makasla kırılması ile bozuk kenar uzaklaştırılır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Alevle kenar kesme sonucu oluşan yanma ürünlerinden ve kesme atıkları çıkmaz.

Uygulanabilirlik: Yeni fabrikalar ve büyük revizyona girecek fabrikalar.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.1.2.5 Slab Dilme

Tanım:

Slab sürekli döküm makinesinin üretimini arttırmak için gerekli olan genişliğin katları olarak üretilir. Daha sonra slablar sıcak haddeleme öncesi bölünür, dilme haddeleme veya alevle kesme ile otomatik veya manuel olarak kesilir. Bu yolla kenarlardaki pahlı slablar önlenir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Kenar düzeltme nedeniyle çıkan atıklar ve emisyonun önlenmesi.

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

- Ek enerji tüketimi

Referans tesisler:

- Krakatau Steel [Com A]

İşletme verileri:

Bu teknikte kullanılacak slabların merkezi segrigasyon (çelik içinde yabancı maddelerin yer yer toplanması) problemi olmamalı.

Gaz tüketimi 1,6 Nm³/t slab

Oksijen tüketimi 2,7 Nm³/t slab

Slab ağırlığına göre %1,4 den %1,3 e kadar verim kaybı olur.

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

- Sürekli döküm makinesi kapasitesinin artırılması.

Referans Literatür:

A.4.1.3 TAVLAMA ve ISIL İŞLEM FIRINLARI

A.4.1.3.1 Enerji Verimliliği ve Düşük Emisyon Değerleri için Genel Teknikler

Fırın Tasarımı

Fırın tasarımı ve izolasyonunun termal verimlilik üzerine büyük etkisi vardır. İşletme koşullarına bağlı olarak brülör sayısının ve kapasitesinin dikkatlice hesaplanması gerekir. Tasarımı yaparken; değişik malzeme tavlama sıcaklığı, çalışılan çapa bağlı olarak değişen üretim hızı ve soğuk mu, sıcak mı şarj yapıldığı göz önüne alınmalıdır.[Eurofer HR]

Üretim durduğunda emisyonu ve enerji tüketimini sınırlayacak ekipmanlar kullanılmalıdır. Yani sıcaklık kolaylıkla değiştirilebilmeli veya bazı bölümlerin brülörleri kapatılabilmelidir. Brülörler kapatıldığında güvenlik için azot gazı blöf edilmelidir.[Eurofer HR]

Genel olarak tasarım aşamasında aşağıdaki tavsiyelere uyulmalıdır.

- Ocak girişindeki brülörsüz kısım baca gazlarından malzemeye ısı transferini en iyi şekilde sağlayacak şekilde uzun olmalıdır.
- Çabuk enerji yayılımını sağlamak için tavana konulan radyan brülörler düşük seviyede NOx üretirler.
- Baca gazlarının brülöre geri dönmesi, NOx emisyon seviyesini etkiler.
- Refrakterin izolasyon özelliği önemlidir. Refrakter malzemesinin montajı çalışma ömrünü arttıracak şekilde yapılmalıdır. Refrakterde meydana gelen kırılmalar ve kopmalar hemen tamir edilemez.
- Termal kütlesi az olan malzemenin kullanımı ilk yakma esnasında ısıtmak için gereken enerjiyi ve zamanı azaltacaktır.(ETSU-G76) Seramik fiberler, izolasyon harcına göre daha ucuz ve izolasyon özelliği daha iyidir. Avrupa yönergelerine göre seramik malzemenin solunması kansere yol açacağından kullanımı sınırlandırılmıştır. Seramik malzemeyle haşır neşir olanlarda deri tahrişi olmaktadır. Isıtma sonrasında cristobalite oluştuğu ve bunun kansere yol açtığı düşünülmektedir.Yinede yeni seramik malzemenin de kansere neden olduğu düşünülmemelidir.[COM2 HR]
- Fırının hava sızdırmazlığı iyi olmalı, kapılar sızdırmazlığı sağlayacak şekilde özel olarak tasarlanmalıdır. .(ETSU-G76)
- Fırındaki kapıların, şarj ve deşarj kapısının ölçüsü mümkün olduğu kadar küçük olmalı sürekli açık durması gereken kapılara izolasyon perdesi yapılmalı, bu yapılar malzemeye mekanik bir zarar vermemeli. .(ETSU-G76)
- Fırın tav sıcaklığını düşük çalışabilmek için tavlanan parça üzerindeki skid izlerini önleyecek önlemler alınmalıdır. Skid kaydırma gibi... [Eurofer HR]

Atık Isı Geri kazanımı

Fırındaki en önemli enerji kaybı baca gazında olmaktadır. Baca gazındaki atık enerjiyi kazanmak için üç metottan söz edilebilir.

- a) Baca gazındaki enerjiyi azaltmak.
- b) Baca gazındaki enerji tekrar fırına vermek.
- c) Baca gazındaki enerjiyi dışarıda başka ünitelerde kullanmak.

Daha önce fırın tasarımında bahsedildiği gibi fırının çıkışı ile girişi arasında büyük sıcaklık farkı sağlanmalı ve baca gazı ile fırına giren malzeme ısıtılmalı. Baca gazının dışarıda kullanımına örnek ise Baca gazından buhar elde edilmesi ve fabrikanın diğer yerlerinde

kullanılmasıdır. Baca gazının tekrar fırın için geri kazanımı da üç şekilde olmaktadır. Bu rejeneratif brülörler, kendinden reküperatörlü brülörler ve reküperatördür. Bununla ilgili detay daha sonra ETSU-G67 de verilecektir.

İşletme ve Bakım

Fırın işletmeciliği hüner ister. Eğer fırın iyi işletilmezse ve periyodik bakımları yapılmazsa çok iyi tasarım dahi kötü emisyon değerleri ve düşük termal verimlilikle sonuçlanır. Tecrübeler göstermiştir ki iyi bir işletmecilik %10 a varan yakıt tasarrufu sağlar.[ETSU-G76]

Brülörün alevinde türbülans oluşumundan kaçınılmalıdır. Çalışmalar gösterdi ki, değişken(dalgalanan) sıcaklığa sahip alevin oluşturduğu NOx düzenli sıcaklığa sahip alevden daha yüksektir. Bu nedenle kontrol sistemi uygun olmalıdır.

Fazla hava; NOx emisyon seviyesi, yakıt tüketimi ve tufal oluşumu için önemlidir. Fazla hava CO emisyonunu arttırmayacak şekilde azaltılmalıdır. Enerji tüketimini ve NOx emisyonunu arttıran kontrolsüz havalardan kaçınılmalıdır. Kullanılan yakıtın kompozisyonu değişiyorsa hava/yakıt oranını ayarlamak için kütle spektrometresi kullanılması fayda sağlar.[Eurofer HR]

Refrakterin ısıtılması ilk yakmada veya üretimin ilk vardiyasında sağlanır. Sürekli üretimde refrakterin ısıtılması için gerekli enerji ihmal edilebilir. Hafta sonlarında fırın kapatıldığında veya bakım için durulduğunda refrakterde depolanan bu ısının kaybı önemli olmaktadır. Hafta sonu duruşlarında refrakterde depolanan enerji kaybı 0,409 GJ/m² ve 0,243 GJ/m² olmaktadır. Bu nedenle üretim bitiminde veya hafta sonlarında kapıların sızdırmazlığını sağlayacak şekilde kapatılmalıdır. Termal kütlesi düşük olan refrakterin kullanımı ilk ısıtma anında az enerji depolayacağından enerji tasarrufu sağlar.[ETSU-G76]

Yakıt Seçimi

Entegre demir-çelik tesislerinde kok fabrikası, yüksek fırın ve BOF'dan elde edilen gaz, bazen de doğalgazla karıştırılarak kullanılır. Desülfürizasyonu yapılmamış kok fabrikası gazı, kükürt içeren sıvı yakıtlar en önemli SO₂ emisyon kaynaklarıdır. Eğer gerekirse desülfürizasyon işlemi kok fabrikasında ve diğer yakıt sağlayan fabrikalarda yapılmalıdır. Gaz üreten fabrikaların geçici olarak durmasında sıvı yakıt yedek yakıt olarak kullanılır ve SO₂ emisyonu artar. SO₂ emisyonunu düşürmek için düşük kükürt oranlı fuel-oil seçimi bir önlem olabilir. Mümkün olduğunca fabrika gazlarının kullanımı maksimize edilerek, doğal kaynakların tüketimi ve fabrika gazlarının yakılma ihtiyacı azaltılabilir.

SO₂ emisyonu direk olarak kullanılan yakıtla bağlıdır. Karşılaştırılabilir oranda yüksek kükürt içeren iki yakıtın baca gazındaki SO₂ seviyesi de dikkate değer şekilde düşük olur. Kullanılan yakıtın çeşidine göre aşağıdaki SO₂ seviyeleri elde edilir.

- Doğalgaz <100mg/Nm³
- Diğer gazlar ve karışımları <400 mg/Nm³
- Fuel-oil (<1%S) 1700 mg/Nm³

Verimli bir yakma tekniği brülör tasarımına, yakıtı püskürtme metoduna ve havanın kontrolüne bağlıdır. Havayı, yakıtı ve hava kirliliğini kontrol edecek bir kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Sıvı yakıtların püskürtülmesi önemlidir. Bu nedenle sıvı yakıtın viskozitesine dikkat edilmelidir.[Eurofer HR]

NOx oluşumu kullanılan gaza bağlı olarak değişmektedir. Kok gazı kullanıldığında NOx seviyesi %50-150 doğal gaz kullanımına göre fazla çıkmaktadır.

Alev sıcaklığı, yakıtın kompozisyonuna bağlı olarak değişmektedir. Metan (Doğalgaz), kok gazı gibi yüksek oranda H₂ içeren gazlara oranla yavaş yanar. Kok gazı hızlı yanma eğilimi olduğu için %70 e varan oranlarda NO_x fazla oluşur. Bu nedenle brülör tipinin kullanılan yakıtı uygun olması gerekmektedir.

A.4.1.3.2 Fırın Otomasyonu/Fırın Kontrolü

Tanım:

Malzeme kalitesine ve ölçülerine bağlı olarak ısıtma prosesi bilgisayarla optimize edilir. Örneğin duruşlarda gereksiz olarak kütüklerin ısıtılması önlenir, sıcaklık kontrolü çok daha hassas yapılır. Bunun yanında hava yakıt oranı kati olarak ayarlanır.[Eurofer HR]

Fırın Basınç Kontrolü:

Eğer fırın basınç ayarı düşük olursa fırına kapılardan ve açıklıklardan soğuk hava girer. Bunun terside, eğer basınç yüksek olursa sıcak gazlar aynı açıklıklardan dışarı kaçar. Enerji verimliliği ve homojen tavlama için, kaliteli parça tavlayan fırınlar çok az miktarda atmosfer basıncından fazla bir basınçla çalıştırılır. Yüksek basınçta çalışılmasının diğer bir nedeni de içeriye giren hava, özellikle ilk çalışma esnasında patlamaya neden olacak hava-yakıt karışımına neden olmaktadır.

Hava-Yakıt Oranı:

Hava yakıt oranı kontrol edildiğinde alev kararlı olur ve tam yanma olur. Hava yakıt oranını optimum yanma koşulları sağlayacak değerlere ayarlarsak yakıt verimi artar ve baca gazı enerji kaybı azalır. Baca gazındaki O₂ oranı ölçülerek hava yakıt oranının ince ayarını yapmak mümkündür.(Oksijen ile kesim kontrolü)[ETSU-G76]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde azalma
- NO_x seviyesinde azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve çalışan fırınlarda

Diğer etkiler:

- Negatif bir etkisi görülmemiştir.

Referans tesisler:

- Roundwood Coil Bar Mill, Rotherdam Engineering Steels Ltd, UK
- British Steel, Teside, UK
- Benteler AG, Dinslaken, Germany

İşletme verileri ve Ekonomiklik:

Örnek:

Zirkonyum çekirdekli bir O₂ ölçüm probu Rotherdam Engineering Steels'e ait yürüyen kirişli kütük tav fırınına monte edildi.110 t/h kapasiteli fırın 6 kontrol bölgesine sahip. Genellikle doğalgaz kullanan fırın yedek yakıt olarak fuel-oil kullanmaktadır. Oksijen oranına göre hava -yakıt oranı ayarlandığında baca gazındaki O₂ oranı konvansiyonel hava-yakıt kontrolüne oranla daha düşük olmaktadır. Bu yolla %2 enerji tasarrufu sağlandı. Oksijen oranındaki

düşme gerçekte %4,7 oranına kadar enerji tasarrufu sağlayabilecekken ön ısıtma sıcaklığı yüksek tutulunca kazanç %2 olmuştur. Enerji kazanımı dışında ürün kalitesinde iyileşme ve azalmış bakım masrafları gibi diğer kazançlar da olmuştur.[ETSU FP15],[ETSU G77]

Enerji tüketimindeki %2 lik kazanım yılda 26000€ olarak gerçekleşmekte ve ilk yatırım maliyeti olan 26572 €, bir yılda geri ödenmiştir.

Bilgisayar Kontrollü Fırın Yönetimi:

BKIFY sistemi iki adet itici tip slab fırınına uygulandı ve iki fırında da %15 oranında tasarruf sağlandı. Daha önce elle ayarlanan fırın kontrol bölgeleri, BKIFY kullanılarak yapılan matematiksel modellemeye göre optimum sıcaklık profili elde edilir.Almanya da bir boru fabrikasında uygulanan BKIFY sistemi ile %5 enerji tasarrufu, %30 oranında tufal kaybında azalma sağladı.[STUE-116-11]

	İndirgeme (%)		Yatırım maliyeti (M ECU)	
	NOx	Enerji ¹	Yeni tesisler	Mevcut tesisler
Fırın otomasyonu ²	10	10	2.0	2.0
Not: Veri kaynağı (EUROFER ER). Fırın yıllık yakma kapasitesi 1,5 MT doğal gaz olan ve ön yakmasız fırındır. Yatırım maliyeti yerleşim yerine göre değişir (oda sayısı, mevcut fırın yerleşimi, kenar ve dip yakıcıların sayısı)				
¹ Yüzde olarak, enerji düşüşü, SO ₂ , CO ve CO ₂ emisyon düşüşlerine paraleldir.				
² Fırın otomasyonu demek, değişen şartlara hemen uyum sağlanması, üretimin ve fazla havanın kontrol altında tutulmasıdır.				

Tablo A.4-4: Fırın otomasyonunda maliyetler ve ulaşılabilir indirgeme seviyeleri

A.4.1.3.3 Optimize Edilmiş Fırın Kapı Tasarımı

Tanım:

Alışıla gelmiş kapılarda tavlacak malzemenin ölçülerine bağlı olan fırın gazının kaçmasına neden olan, ortama dumanın yayılması ve ayrıca kaçan gazlar nedeniyle yanma havası ısıtma veriminin düşmesidir. Modern fırınlarda kapı birçok küçük parçadan oluşmakta ve tavlacak malzemenin ölçüsüne göre açılan kapak sayısı artıp azalmaktadır.(Örneğin 15,6 m genişliğinde bir açıklıkta 64 adet kapı bulunmaktadır.)[STUE-117-5]

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve çalışan sürekli tav fırınlarda

Diğer etkiler:

- Negatif bir etkisi görülmemiştir.

Referans tesisler:

- Stahlwerk Bremen

İşletme verileri ve ekonomikliği:

- Yürüyen kirişli bir fırında kapı tasarımının değişimi sonucunda yanma havası sıcaklığı 60 derece artmıştır. Enerji tüketimindeki azalma 0,05GJ/t [STUE-117-5]

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans Literatür:

A.4.1.3.4 Rejeneratif Brülör Sistemi

Tanım: D.2.1 bölümüne bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde azalma
- Baca gazında toplamda azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni fabrikalar
- Eğer yer varsa eski fabrikalarda da kullanılabilir.

Diğer etkiler:

- NOx emisyonu artar
- Enerji tüketimindeki azalma, SO2 ve CO2 emisyonuna pozitif etkisi oluşturur.

Referans tesisler:

- Tav fırınının küçük bir parçası

İşletme verileri ve ekonomikliğı:

Örnek A:

İngiltere de 200mm çapına kadar ve 15m uzunluğunda boruları oda sıcaklığından 1050 dereceye kadar tavlayan bir yürüyen kirişli fırına rejeneratif brülör takıldı. Daha önce kullanılan 44 adet nozul karıştırıcı doğal gaz brülörü, 12 çift rejeneratif brülörle değiştirildi. Aynı zamanda tavan profili, bölge kontrolünü iyileştirecek ve sıcak gaz dolaşımını sağlayacak şekilde değiştirildi. Değişikliğin sonunda özgün enerji tüketimi 3,55 GJ/t dan 1,7 GJ/t a gerileyerek %52 oranında yakıt tasarrufu sağlandı. Üretim kapasitesi %14 artırıldı. Yatırımın geri ödemesi yaklaşık 3 yıl olmuştur.[ETSU-G77]

Örnek B:

Rotherdam Engineering Steels firması 1987 yılında bir tane tavlama çukuru çift yakıtlı düşük NOx brülörü ile değiştirdi. Orjinal tav çukuru saatte 100 ton ingotu 1300 dereceye çıkararak kütük haddesine vermektedir. Şarj edilen malzemenin %80 i 750 derecede ve %20 si de soğuk olarak yapılmaktaydı. (Sıcak soğuk karışık şarj yapılmamaktaydı.) Tav çukurunda doğal gazla ve fuel-oil ile çalışan ve çukurun üst tarafında yer alan 6,5 MW lık ana brülör ve ek olarak hemen altında 750 kW gücünde brülör vardı. Eşmerkezli reküperatör sadece ana brülör ile ısıtılmış hava besliyordu. Daha önceki sistemle karşılaştırıldığında sadece yakma sistemi değişmiş, tav çukurunun yapısı, termal özellikleri ve kapasitesi aynıydı. Tav çukurunun her uç noktasına 2 adet rejeneratif tipde brülör monte edildi. Fuel-oil yakma modunda yapılan uzun süreli projelerde %40 lık enerji tasarrufu izlendi. Kısa süreli fuel-oil yakma modlarında da aynı enerji tasarrufu gözlemlendi. Yapılan değişikliğin bedeli 21500€ tutarındaki yan brülörlerde dahil 170000€ olmuştur. Geri ödeme zamanı 2,4 yıl olmaktadır.(Brülör iyileştirmesi hariç tutulduğunda 2,1 senedir.) [ETSU-NP-54]

Avantaj ve dezavantajları:

Rejeneratif brülörlerde yakıt tüketimi ve baca gazı az olsa da yüksek NOx emisyonu oluşur (350 mg/Nm³). NOx emisyonu (g/ton çelik) diğer sistemlerdeki NOx emisyonu ile karşılaştırılabilir değerdedir.

Rejeneratif brülör sisteminin dezavantajı toza karşı duyarlılığıdır. Eğer ısıtma prosesi önemli miktarda toz üretiyor ise seramik dolgu maddesinin yüzeyi kaplanmakta ve görevini yapamamaktadır. Bu nedenle değiştirilmesi gerekmektedir. Çelik fabrikalarında bu problem küçük olarak görünmektedir.

Rejeneratif brülörler normal brülörlere göre büyüktür. Bu nedenle yeterli yer olmayan fırınlara uygulanamaz. Bu teknoloji tavan brülörlerinde kullanılamaz.

Yeni yapılan yatırımlarda fırın için ayrılan yer sınırlı ise rejeneratif brülörler düşünülebilir. Aynı şekilde mevcut fırında fırın boyunu uzatmadan üretim kapasitesinin artırılması isteniyor ise rejeneratif brülörler düşünülebilir.

Rejeneratif brülörler ön ısıtma olmayan kesikli çalışan tavlama fırınları için çok uygundur. Sürekli tav ocaklarında merkezi reküperatörler ve brülörsüz ön ısıtma bölgesinde baca gazının malzemeyi ısıtması nedeniyle aynı verimlilik yakalanır. Verimlilik %80 e kadar çıkar. (EUROFER HR).

Yüksek yatırım maliyetleri fırın boyunun kısa olması ve yüksek verimlilikle kompanse edilebilir.

	İndirgeme (%)		Yatırım maliyeti (M ECU)	
	NOx	Enerji ¹	Yeni tesisler	Mevcut tesisler
Rejeneratif Sistem	50	40	4.0	39.206,0

Not: Veri kaynağı (EUROFER ER). Fırın yıllık yakma kapasitesi 1,5 MT doğal gaz olan ve ön yakmasız fırındır. Yatırım maliyeti yerleşim yerine göre değişir (oda sayısı, mevcut fırın yerleşimi, kenar ve dip yakıcıların sayısı)

¹ Yüzde olarak, enerji düşüşü, SO₂, CO ve CO₂ emisyon düşüşlerine paraleldir.

Tablo A.4-5: Rejeneratif sistemler için ulaşılabılır emisyon seviyeleri ve maliyetler

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

- Enerji veriminin artması ve parasal avantaj.

Referans literatür:

- [ETSU-G76, ETSU-G77]

A.4.1.3.5 Reküperatör ve Reküperatif Yakıcılar(Brülörler)

Tanım: D.2.2 bölümüne bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Yakıtta ve Enerji tüketiminde azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni fabrikalar
- Mevcut fabrikalarda büyük revizyonlar yapılırsa uygulanır.

Diğer etkiler:

- NOx emisyonu seviyesi, yakma havası sıcaklığı arttıkça artar.
- Enerji tüketimindeki azalma SO2 ve CO2 emisyonunda pozitif etki oluşturur.

Referans tesisler:**İşletme verileri ve Ekonomikliği:**

Düşük NOx'lu Rekuperatör (2'inci oluşum)	İndirgeme (%)		Yatırım maliyeti (M ECU)	
	NOx	Enerji ¹	Yeni tesisler	Mevcut tesisler
Rekuperatif yakma	50	25	1.0	2.2
Rekuperatif yakma	30	25	39.206,0	5.0

Not: Veri kaynağı (EUROFER ER). Fırın yıllık yakma kapasitesi 1,5 MT doğal gaz olan ve ön yakmasız fırındır. Yatırım maliyeti yerleşim yerine göre değişir (oda sayısı, mevcut fırın yerleşimi, kenar ve dip yakıcıların sayısı)

¹ Yüzde olarak, enerji düşüşü, SO2, CO ve CO2 emisyon düşüşlerine paraleldir.

Tablo A.4-6: Rekuperatör ve Rekuperatif yakıcılar için ulaşılabilir emisyon seviyeleri ve maliyetler**Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.1.3.6 Oxy-fuel Teknolojisi**

Tanım: Normal yanma havası yerine endüstriyel kalitede oksijen kullanılır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük enerji tüketimi ve CO2 oluşumu.
- CO ve toplam NOx emisyonunda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni fabrikalar
- Mevcut fabrikalarda büyük revizyonlar yapılırsa uygundur.

Diğer etkiler:

- Toplam NOx emisyon seviyesi düşük olmasına rağmen yüksek NOx emisyon konsantrasyonu.
- Saf oksijen kullanımı nedeniyle iş kazası tehlikesi.

Referans tesisler:

Birkaç tane konu ile ilgili çalışma (çoğunlukla paslanmaz çelik fabrikaları) mevcuttur. En azından 50 tane ünite günlük çelik ısıtmasında, tav çukurlarında, araba tabanı fırınlarında, kutu fırınlarında, yiyecek içecek fırınlarında, döner tabanlı fırınlarda, merdane fırınlarında v.s kullanır. İsveç de 6 tane yeni fırın çalışıyor.

İşletme Bilgileri ve Ekonomisi:

- Düşük yatırım maliyeti
- Eğer üretimde planlanan artış olmazsa çalıştırma maliyetleri artar.

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

- Üretim artışı
- Yakıt tasarrufu
- NOx emisyonunda azalma

Referans literatür:

"All Oxy-Fuel in heating furnaces", Dr. Joachim von Schéele and Dipl. Ing. Tomas Ekman, "Nordic Steel and Mining Review 2000", page 100.

A.4.1.3.7 Düşük NOx Emisyonlu Brülörler

Tanım: Bölüm D.2.1 e bakınız.

Günümüzde sıcak hava brülörleri düşük NOx emisyon özelliğine sahiptir.

Örneğin; Düşük NOx emisyonlu rejeneratif brülörler.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- NOx emisyonunda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni fabrikalar
- Mevcut fabrikalarda büyük revizyonlar yapılarak uygulanır (ölçüleri nedeniyle uygulama sınırlıdır). Mevcut brülörlerde birinci kademe düşük NOx brülör tuğlası, karıştırıcısı değiştirilerek yapılır. İkinci jenerasyon düşük emisyonlu brülörleri monte etmek için refrakterde de revizyon yapmak gerekir.

Diğer etkiler:

- Düşük NOx emisyonlu brülör sisteminde içerideki baca gazının yeniden dolaşımı ile NOx düşürülür fakat bu da enerji tüketimini arttırır.

Referans tesisler:

EKO Stahl, Aeralia, Voest Alpine, Preussag, etc.

İşletme verileri ve Ekonomikliği:

- Düşük NOx emisyonlu brülörlerdeki NOx emisyonu yakma havası sıcaklığından az etkilenir. Bazen düşük NOx brülörlerine rağmen NOx emisyonunda beklenen değerler elde edilemez. Buda NOx emisyonunun; fırın tasarımı, kullanılan yakıt türü, çalışma sıcaklığı, işletme ve bakımdan etkilendiğini gösterir. Bu nedenle işletme parametrelerinin ve durumu çok iyi takip edilmelidir. Tipik NOx emisyonu doğal gaz brülörlerinde 300 mg/Nm³ dür. Düşük NOx brülörleri kullanılarak bu değer %30 azaltılabilir.

Kok gazı ve 6 numara fuel-oil kullanıldığında garanti edilen emisyon seviyesi 330mg NOx/m³ olarak raporlanmıştır. (kuru baca gazı %5 O₂ içermektedir.) [DFIU]

Örnekler:

Voest Alpine 2 adet 350 t/h kapasiteli itmeli fırın ve 2 adet ısıtım fırını çalıştırmaktadır. NOx emisyonunda düşme, brülörlerin yanma kapasitenin %20 sine çıktığında görülmektedir. Duruşlarda brülör kapasitesi %20 nin altına düştüğünde NOx emisyon seviyesi 2 katına veya daha fazlasına çıkmaktadır. Verilen bilgiye göre 350t/h kapasiteli her fırın için yatırım maliyeti 1 milyon Euro'dur.

Eco Stahl'ın bir adet 200 t/h kapasiteli yürüyen kirişli fırını vardır. Fırına düşük NOx lü brülörler takılmıştır. Fırında yakıt olarak doğal gaz kullanılmakta, yakma havası sıcaklığı 450 C dir.(baca gazı 140000 m3/saat) Soğuk şarj esnasında gün ortalamasında % 5 O2'e göre NOx emisyonu 400 mg/m3, CO ise 100 mg/m3'ün altında kalmıştır.

Sıradan brülörlerde 300-500 mg/m3 olan NOx emisyonu, düşük NOx brülörleri için 250 mg/m3 (%3 O2'e göre) seviyelerini yakalamıştır.

Düşük NOx yakıcı içten gaz çevrimli sistem (1'inci oluşum)	İndirgeme (%)		Yatırım maliyeti (M ECU)	
	NOx	Enerji ¹	Yeni tesisler	Mevcut tesisler
	40	0	0	0,8
Düşük NOx yakıcı içten gaz çevrimli ve hava beslemeli sistem (2'inci oluşum)	65	0	0,2	1,2

Not: Veri kaynağı (EUROFER ER). Fırın yıllık yakma kapasitesi 1,5 MT doğal gaz olan ve ön yakmasız fırındır. Yatırım maliyeti yerleşim yerine göre değişir (oda sayısı, mevcut fırın yerleşimi, kenar ve dip yakıcıların sayısı)

Tablo A.4-7: Düşük NOx yakıcılar için ulaşılabilir emisyon seviyeleri ve maliyetler

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.1.3.8 Seçici Katalitik Redüksiyon (SCR)

Tanım: Baca gazındaki NOx emisyonunu azaltmanın diğer bir yolu da seçici katalitik redüksiyondur. İngilizce kısaltılmış hali ile SCR olan seçici katalitik redüksiyon ile ilgili bilgi Bölüm D.2.4 de yer almaktadır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- NOx emisyonunda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni fabrikalar ve mevcut fabrikalar.

Diğer etkiler:

- Kullanılan amonyak gazının nakliyesi, depolanması tehlikeli ve çok katı güvenlik kurallarına tabidir.
- Amonyak kaçağı nedeniyle hava kirliliği oluşabilmektedir.
- Enerji tüketimindeki muhtemel artış.
- Atıklardaki muhtemel artış; deaktive olmuş katalizör. Üretici firma deaktive olmuş katalizörü tekrar işleminden geçirerek aktive edebilir. Bu prosesteki atık az olabilir.

Referans tesisler:

Hoogovens Steel yürüyen kirişli ocağı. [Com NL]

İşletme verileri ve Ekonomikliği:

Örnek IJmuiden’deki Corus/Hoogovens 2 numaralı sıcak haddesi:

IJmuiden’de yılda 2,3 milyon ton sıcak hadde mamülü üreten yürüyen kirişli fırınlarda SCR tekniği kullanılmaktadır. Baca gazı kanalının özgül yapısı nedeniyle SCR katalizörünü yerleştirmek mümkün olmuştur. Kullanılan katalizörün özelliği nedeniyle sıcaklık çalışma aralığı 270-450 C dir. Kısa süreli olmak şartı ile sıcaklığın 500 C ye çıkması katalizöre zarar vermez. Böyle bir tasarımla NOx emisyonu %80 mertebesinde azaltılabilir. Fabrikadan verilen bilgiye göre 800 mg/Nm3 olan NOx seviyesi 320 mg/Nm3 olmuştur. %85 e kadar düşürme hedefi gerçekleştirilebilir. Yürüyen kirişli Corus/Hoogovens fırınında her NOx kilogramı için 4,20 sıvılaştırılmış doğal gaz kullanılmaktadır. [EUROFER 31.3] [EUROFER 3.4]

IJmuiden ‘de SCR montajı yapılmış itmeli fırın bulunmamaktadır, fakat yapımı süren vardır. 2000 yılında devreye girecektir. Gelecek yılın başlarında da ikinci bir itmeli fırına SCR montajı düşünülmektedir. Yürüyen kirişli fırına göre sonucun daha kötü olacağı düşünülmektedir. Bunun nedeni de baca gazı sıcaklığının %75 oranında 520 C nin üzerinde seyretmesidir. Bu nedenle daha deneme aşamasında olan ve 350-520 C arası bir katalizör kullanılacaktır. 520 C nin üzerinde katalizörü hasarlamamak için amonyak enjeksiyonu durdurulacaktır. Yüksek sıcaklıkla ilgili gerekli önlemlerin zaman içinde alınacağı düşünülerek sıcaklık problemini göz ardı ettiğimizde NOx emisyonundaki azalma %30 seviyelerinde olacaktır. [EUROFER 31.3]

Bazı teknik şüpheler SCR lerin fırınlarda kullanımını sınırlamaktadır.

- Pratikte üretim hızının değişmesi nedeniyle sıcaklık profili sabit kalmaz. Bu nedenle ısıl işlem ve hadde fırınlarında kullanımı problemlidir. Amonyak kaçağının ve NOx emisyonunun artmasını önlemek için değişen baca gazı koşullarına göre amonyak enjeksiyonunun da otomatik değişmesi gerekmektedir. [ETSU-GIR-45].
- SCR tekniği sıcaklık aralığı ve baca gazı debisinde sınırlamalar getirmektedir. Bu da birtakım fabrikalarda mümkün olamamaktadır [DK 30.6].
- Baca gazı sıcaklığının SCR nin sınırlarına sokmak için seyreltme(soğutma) havası devreye sokulmakta buda fırın basıncının artmasına veya baca emişinin düşmesine neden olmaktadır. [ETSU-GIR-45]
- Rejeneratif brülörlerde SCR ortaya yerleştirilmezse baca gazında ısı kazanım verimi düşmektedir. Bu nedenle seramik haznesi ikiye bölünmektedir [ETSU-GIR-45].
- Çoğu fırında baca gazından enerji kazanımı sistemleri mevcuttur. Buda SCR öncesinde sıcaklığı 150-210 C seviyesine düşürmektedir. Katalizörün çalışabilmesi için gaz tekrar ısıtılmaktadır. Buda enerji kaybına neden olmaktadır. [EUROFER 2.7].
- SCR nin tav fırınında kullanılması ile ilgili bir örnek bulunmamaktadır. Bu tekniğin tüm sıcaklık ve oranlarda çalışıp çalışmadığı tam kesinleşmemiştir. [EUROFER 30.6].
- Özellikle fuel-oil kullanıldığında çok toz çıkmakta ve katalizörü korumak için toz tutma ünitesine ihtiyaç duyulmaktadır. [EUROFER 2.7].
- Entegre çelik fabrikalarında üretilen yüksek fırın gazı, kok gazı ve konverter gazı yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu gazlar çok az miktarda da olsa çinko içermektedir. Buda katalizöre yapışarak zamanla verimini düşürmektedir. [EUROFER 2.7].
- SCR reaktöründen sızan amonyak baca gazıyla taşınarak daha sonra baca kanalındaki soğutucularda birleşerek (NH4)2SO4 bisülfat parçacıklarının ve asidik amonyum sülfat (NH4)2SO4 oluşumuna neden olur. Bu parçacıklar asidik amonyum sülfat (NH4)2SO4 oluşumuna SCR sonrası ekipmanlarda pis tortulara, ekipmanların erozyon ve korozyonuna neden olmaktadır. NH3 kullanımı stoichiometrik değerin biraz altında tutularak (her mol NOx için 0.9-1 arası) amonyum sülfat oluşumu bastırılabilir.

Ekonomiklik: Her kg NOx düşümü için 4,20 NLG (Hollanda florini) harcanır.

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür: HMP-95-003, ETSU-GR-45, EUROFER 31.3

A.4.1.3.9 Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR)

Tanım: Bölüm D.2.5 de çalışması ile ilgili bilgi verilmiştir..

Ulaşılan çevresel faydalar:

- NO_x emisyonunda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fabrikalarda kullanılır.

Diğer etkiler:

- Kullanılan amonyak gazının nakliyesi, depolanması tehlikeli ve çok katı güvenlik kurallarına tabidir.
- Amonyak kaçağı nedeniyle hava kirliliği oluşabilmektedir.

Referans tesisler:

Anesta Sheffield yürüyen kırıklı fırını. [Com NL]

İşletme verileri:

Anesta Sheffield Örneği: 100t/saat kapasiteli, propan/bütan yakıtlı iki adet yürüyen kırıklı fırın, paslanmaz kalite slabların tavlanmasında kullanılmaktadır. Fırın A 1992 yılında Stein Heurty ve Fırın B 1996 yılında İtalimpianti tarafından yapıldı.

Fırımlar fabrikadaki en büyük NO_x kaynağı olduğu için SNCR uygulaması burada yapıldı. Sistem %25 su çözeltili amonyağın bulunduğu tank, pompalar, borular, enjeksiyon lansları ve bilgisayarlı kontrol ölçüm sisteminden oluşmaktadır. Her fırında baca gazındaki NO_x seviyesine göre amonyak enjekte edilmektedir.

Sistem 1999 yılında sürekli operasyona başladı, sonbaharda regülasyon yapıldı. Ocak 2000 de yapılan ölçümlerde (NO_x, NO₂ olarak ölçüldü)

	NO_x miktarı(mg/MJ yakıt)	Azalma(%)	NO_x(mg/Nm³)
Fırın A	74	70	205
Fırın B	62	30	172(5mg/Nm ³ amonyak sızıntısı)

Ölçümler Fırın A da 32 saatin ortalaması ve Fırın B 42 saatin ortalamasıdır. Bu ölçümler normal olarak değerlendirildi ve sürekli üretimde de bu seviyede kalacağı beklenmektedir.

Fırın B deki redüksiyonun az olmasının nedeni B fırınında amonyaksız azot oksit A fırınına göre daha düşük seviyededir.

İsveç çevre koruma tarafından Aralık 1999 yılında azot oksit emisyonunu azaltmak için yapılan yatırım, montaj, ekipman ve çalıştırma maliyetlerini içeren harcama raporunda toplam maliyet 6,3 m SEK olarak verilmiştir. (EUR 0.76 m)². (2 1 SEK 0,12 EUR olarak alınmıştır).

İşletme masrafları, amonyak ve bakım dahil 1,4 m SEK/yıl olmaktadır. (EUR 0.169 m/yıl)

Toplam yatırım ve işletme masrafları yıllık 3,3 m SEK olmaktadır (EUR 0.40 m/yıl)

Yukarıda bahsedilen azot oksit azatlımı ile yılda 60 ton azot oksit emisyonu engellenmiş ve her kg NO_x içinde 55 SEK harcanmıştır. NO_x ler NO₂ olarak ölçülmüştür. [EUROFER 17.4]

Diğer kaynaklarda SNCR metoduyla NO_x azalması %50-60 seviyelerinde, NH₃ kaçağı 20-30 ppm olarak raporlanmıştır. Hatta doğal gazlı rejeneratif brülörlere amonyak enjeksiyonu ile %85 oranında NO_x azalması gözlenmiştir. Diğer bir uygulamada da yanma havası 950 C olan ve yüksek fırın gazı ve kok gazı kullanan bir fırında baca gazına amonyak ve üre enjekte edilmiştir. Her malzeme için %80 e varan redüksiyonlar elde edilmiştir. Bu bilgi 1/3 büyüklüğündeki tav çukuru şeklindeki ve 600kWth kapasiteyi geçmeyen test fırınında elde edilmiştir. [HMIP-95-003]

SNCR tekniğinin kullanılması ile ilgili teknik açıdan bazı şüpheler bulunmaktadır. SNCR nin uygulanmasındaki şüphe, proses şartlarındaki değişimden kaynaklanmaktadır. (baca gazı sıcaklığı, gaz debisi v.s.) Ayrıca CR lerde de olduğu gibi istenilen sıcaklık aralığının elde edilememesidir.

- Kullanılan malzemeye göre SNCR için çalışma aralığı 850-1100 C dir. Rejeneratif brülörlü fırınlarda sıcaklık 1000 C yi geçmektedir. SNCR sisteme uygun sıcaklık aralığı rejenerasyon yatağında bulunabilir ki bu nokta metodun uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Eğer sıcaklık aralığını takip etmek istenirse komplike kontrol sistemi gerekmektedir. Çünkü üretim hızı değiştiğinde ve ihtiyaç olan termal gereksinimler değiştiğinde gerekli sıcaklık aralığının bulunduğu nokta değişmektedir. [HMIP-95-003],[EUROFER HR]
- SNCR sisteminin potansiyel bir sakıncası fazla amonyağın amonyum sülfat oluşturmasıdır. Eğer doğal gaz gibi temiz yakıtlar kullanılmazsa yapışkan ve korozif bileşiklerin oluşması kaçınılmazdır. Bu durum sülfür içeren çelik işleri için gerekli değildir. [HMIP-95-003]

Ekonomiklik: İsveç'deki fabrikadan alınan verilere göre her kg NO_x için 6.63 euro harcanmakta. Buda her haddelenen ton çeliğe 0,33 euro ek maliyet getirmektedir. Sıcak çekilmiş levha fiyatının 400 euro olduğunun düşünürsek bu yüzde 0,08 lik bir ekstra masraftır. Bahsedilen 2 haddehane yılda 1,2 milyon ton üretim planlamaktadır. [Germany 7.4]

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

SNCR üniteleri yerel kanunların gereği kullanılmamaktadır. Sahanın yıllık NO_x üretim limiti vardır. Üretim artışına gidildiğinde toplam NO_x seviyesini tutturmak için NO_x emisyonu azaltılmalıdır. Bu zamanlarda SNCR metodu en iyi çözüm görünmektedir.

Referans Literatür: [HMIP-95-003], [ETSU-GIR-45], [EUROFER 17.4]

A.4.1.3.10 Harici Baca Gazı Geri Dönüşümü (FGR)

Tanım: Bölüm D.2.5 e bakınız

Ulaşılan çevresel faydalar:

- NO_x emisyonunda azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni fırınlarda

- Pratikte borulamanın yapılması çok zor olmaktadır.
- Özellikle entegre tesislerde çeşitli gazlar kullanıldığı için baca gazı hacmi değişmekte buda kontrolü zorlaştırmaktadır.

Diğer etkiler:

- Yakıt tüketimini artırma potansiyeli vardır.
(Baca gazı alış hızı ve sıcaklığı FGR nedeniyle etkilenmediği sürece yanma verimi ve yakıt tüketimi aynı kalır, fakat bu yanma havasının sıcaklığını arttırmak demektir.)

Referans tesisler:**İşletme Verileri ve Ekonomikliği:**

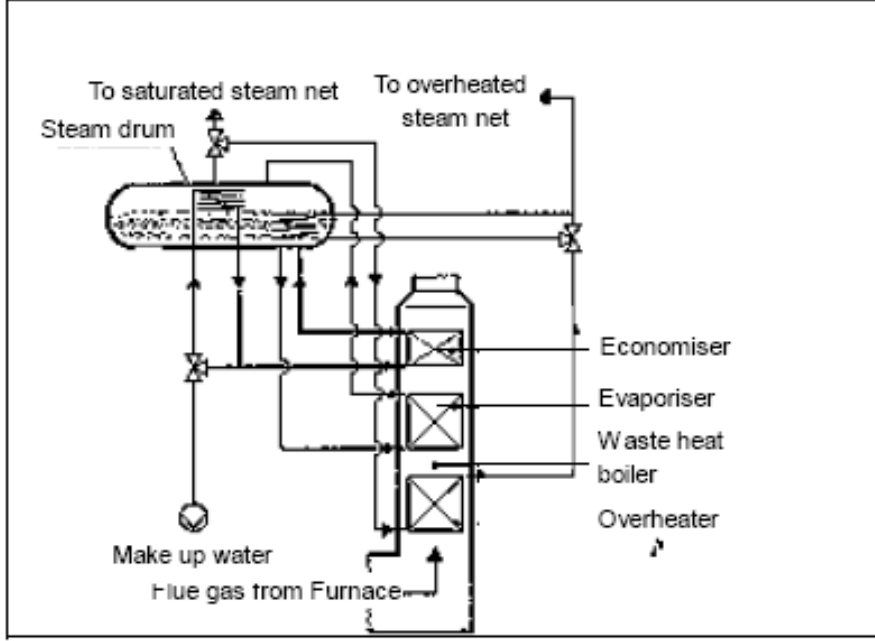
140 t/saat kapasiteli ve kok gazı yakan bir slab fırınında %10 FGR için %51,4, %20 FGR için %69,4 ve %30 FGR için %79,8 NOx emisyonunda azalma raporlanmıştır.(0 FGR için 657 mg/m³ dür) [ETSU-GIR-45]

%10-%50 FGR için yakıttaki artış (doğal olarak CO₂ emisyonunda artış) değişik brülör tasarımlarına bağlı olarak %1,1 ile %9,9 arasında verilmiştir.

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans Literatür:****A.4.1.3.11 Atık Isı Kazanı**

Tanım: Atık ısı kazanı fırın çıkışı ile baca arasına reküperatör verimliliğini azaltmayacak şekilde veya reküperatör ile baca arasına konulabilir. Atık ısı kazanı buhar üretiminde kullanılır. Atık ısı kazanı sonrası baca gazı sıcaklığı 250 C nin altına düşer. Bu şekilde buhar üretimi sayesinde atık enerji, enerji santrallerinde ve ısıtma işlemlerinde kullanılmış olur. Sonuç olarak önemli bir miktarda enerji kazanımı sağlanmış ve emisyonda azalma gerçekleşmiş olur.

Üretilen buhar, haddehanenin ısıtılmasında, haddehane dışında elektrik santrallerinde ve çok uzaklardaki şehirlerin ısıtılmasında kullanılabilir.



Şekil A.4-3: Atık ısı kazanı şeması (EUROFER HR)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Verimli enerji kullanımı.
- Enerji kaynakları korunur. Buhar elde edilmesi için herhangi bir yakıt kullanılmadığı için emisyon azalır.

Uygulanabilirlik:

- Yeni fırınlarda
- Eğer yeterli yer varsa mevcut fabrikalarda.

Diğer etkiler:

Referans tesisler: Voest Alpine (2 buhar kazanlı), Svenskt Stål AB

İşletme Verileri ve Ekonomiklik:

Voest Örneği:

Buhar sıcaklığı: 320 C

Buhar basıncı: 18 bar

Buhar kazanından sonra atık gaz sıcaklığı: 200 C

Enerji kazanımı: 0,17 GJ/t (yakıt tüketiminin %12 si)

Yatırım maliyeti: 4,5 M Euro/buhar kazanı (65 t/saat)

Atık ısı kazanı	İndirgeme ¹ (%)		Yatırım maliyeti (M ECU)	
	NOx	Enerji ²	Yeni tesisler	Mevcut tesisler
	15	15	4.0	4.0

Not: Veri kaynağı (EUROFER ER). Fırın yıllık yakma kapasitesi 1,5 MT doğal gaz olan ve ön yakmasız fırındır. Yatırım maliyeti yerleşim yerine göre değişir (oda sayısı, mevcut fırın yerleşimi, kenar ve dip yakıcıların sayısı)

¹ Reküperatör veya reküperatif sistemlerle kombineli çalışırsa, atık ısı kazanlarının etkileri ihmal edilebilir.

² Yüzde enerji azaltımı, SO₂, CO ve CO₂ emisyonu azaltımına da doğrudan etkilidir.

Tablo A.4-8: Atık ısı kazanları için ulaşılabilir indirgeme seviyeleri ve maliyetler

Atık ısı buhar kazanı yatırımı eğer buhar için özel bir ihtiyaç, müşterisi varsa anlamlıdır. İyi bir fırın tasarımı, reküperatör ve rejeneratif sistemleri ile birleştirildiğinde marjinal bir çözüm oluşturur (EUROFER HR).

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler: Enerji tüketiminde azalma, parasal kazanım.

Referans Literatür:

A.4.1.3.12 Skid İzlerini Önlemek İçin Optimize Edilmiş Skid Tasarımı

Tanım: SMC – Skid izi kompanzasyon cihazı

İtmeli tip slab fırınlarında, slablar su soğutmalı borular üzerinde durur. Slabın borulara değdiği noktalarda lokal soğutmalar olur ve bu da haddelenmiş malzemede kalınlık değişimlerine neden olur. Bu nedenle fırının tav eşitleme bölgesine slab geldiğinde bu noktaların eşitlenmesi gerekir.

Tav sıcaklığının slab boyunca eşitlenmesi için gerekli zaman bölgesel endüksiyon ısıtması ile azaltılabilir. Su soğutmalı borular ve taban refrakteri nedeniyle oluşan kayıp, fırın üretim kapasitesi değişikçe çok az değişir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

SMC sistemi ile slabın fırında bekleme süresi azaltılarak üretim kapasitesi artırılır ve bu yolla enerji tasarrufu sağlanır. Aynı zamanda endüksiyon ısıtmada aşırı seviyede enerji tüketir. [Com2 HR]

Fırın Skid tırnağı

Skid izlerini önlemek için skid desteği denilen parçalar kullanılır. Bu destekler özel alaşımlı çeliklerden veya seramik malzemeden yapılır ve hedef ısı iletişimini azaltmaktır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

SMC de olduğu gibi, sıcaklık eşitleme için zamandaki azalma, fırın üretim kapasitesinin artışı ve yakıt tüketiminde azalış da mümkündür.

Skid Kaydırma

Yeni modern yürüyen kirişli fırınlarda su soğutma boruları fırın boyunca doğru gitmez. Fırının çıkışına yakın şaşırtma yapılarak soğutma borusunun neden olduğu skid izi azaltılır.

Ulaşılan çevresel faydalar

Kalite iyileşir ve hurda azalır.

Uygulanabilirlik:

- Skid kaydırma ve özel skid tırnağı yeni fırınlarda uygulanabilir. Bu nedenle tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.
- SMC cihazı mevcutlara ve yenilere uygulanabilir.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme Verileri ve Ekonomiklik:

Skid kaydırma, özel skid tırnağı, SMC cihazı verilen bilgilere göre enerji tüketimini %1 ve NOx emisyonunu %1 azaltmaktadır. [EUROFER HR]

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans Literatür:****A.4.1.3.13 Fırın İçinde Malzemeyi Taşıyan Sistemlerde Oluşan Enerji Kaybının Azaltılması**

Tanım: Tav fırınlarında su soğutması fırın içerisinde çalışmak zorunda kalan ekipmanları korumak ve mukavemetlerini ısınarak kaybetmesini önlemek için kullanılmaktadır. Örnek olarak kapıları, malzemeyi fırın içinde hareket ettiren sistemleri, destek sistemlerini, lentoları verebiliriz. Su ile soğutulan sistemler önemli bir enerji kaybına neden olmaktadır. Özellikle yürüyen kirişli tav fırınlarında %6-12 arası yakıt kaybı su soğutmalı malzeme taşıma sistemlerinde olmaktadır. Özellikle tav fırınının bakım zamanı yaklaştığı günlerde bu kayıp %20-25 lere ulaşmaktadır. [ETSU-G76], [Com2 HR]

Bu taşıma sistemlerinde kaybolan enerji daha tasarım aşamasında; su soğutmalı ayak ve kirişlerde yapılacak optimize ve azaltma çalışmaları ile ve uygun refrakter seçimi ile azaltılabilir. [ETSU-G76]

Ulaşılan çevresel faydalar:

Su ile soğutulan sistemlerde 26,7 GJ/saat azalma (44,5 GJ/saat yakıtta azalma) raporlanmıştır.

Uygulanabilirlik:

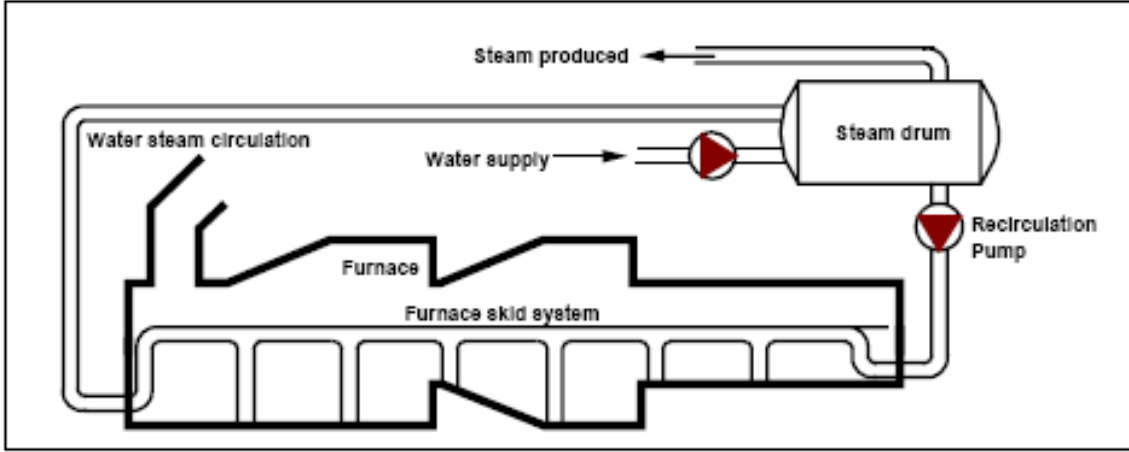
- Yeni ve mevcut fırınlarda.
- Mevcut fırınlarda refrakter bakımı ile kayıp optimize edilebilir.

Diğer etkiler:

- Su tüketiminde (debinde) %46 azalma [ETSU-G76].
- İtici sistemlerde enerji kaybının azalması [ETSU-G76].
- Skid izlerinin azalarak kaliteyi arttırması. [ETSU-G76].

Referans tesisler:**İşletme verileri ve Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans Literatür:****A.4.1.3.14 Buharlı Tav Fırını Skid Soğutma Sistemi****Tanım:**

Skid borularında kaybolan enerji buhar üretiminde kullanılabilir. %95 su %5 doymuş buharın tam kapalı oluşturulan ve pompa ile sirkülasyonunun sağlandığı bir skid soğutma sistemi oluşturulabilir. Skid borularının soğutulması sırasında oluşan buhar sistemden alınır ve kullanıcılara yollanır. [EUROFER HR]



Şekil A.4-4: Buharlaştırıcılı skid soğutma fırını tipik şeması (EUROFER HR)

Ulaşılan çevresel faydalar:

Verimli enerji kullanımı, buhar üretimi için herhangi bir ekstra enerji kullanılmadığı için doğal kaynaklar korunur ve emisyon azaltılır.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fırınlarda.
- Eğer buhar ihtiyacı varsa yatırımın anlamı vardır. [ETSU-G76]

Diğer etkiler:

- Diğer sistemlere negatif bir etkisi yoktur.

Referans tesisler:

- Svenskt Stål AB, EKO Stahl

İşletme Bilgileri ve Ekonomisi:

EKO Stahl Örneği: [Input-HR-1]

- Kazandaki ortalama çalışma basıncı: 23 bar
- Soğutma suyunun ortalama sıcaklığı: 222 C
- Muhtemel türbin için buhar üretimi: 10-41 t/saat (fırın çalışma rejimine ve refrakterin durumuna göre değişmektedir.)
- Jeneratör kapasitesi: 4,16 MW
- Buhar üretimi(soğuk şarj): 18t/h
- Buhar üretimi(sıcak şarj): 22 t/h
- Geri kazanılan enerji: verilmemiş

Aşağıdaki tabloda genel olarak yatırım maliyetleri ve emisyondaki azalma verilmiştir.

Atık ısı kazanı	İndirgeme ¹ (%)		Yatırım maliyeti (M ECU)	
	NOx	Enerji ²	Yeni tesisler	Mevcut tesisler
	7	7	4.0	4.0

Not: Veri kaynağı (EUROFER ER). Fırın yıllık yakma kapasitesi 1,5 MT doğal gaz olan ve ön yakmasız fırındır. Yatırım maliyeti yerleşim yerine göre değişir (oda sayısı, mevcut fırın yerleşimi, kenar ve dip yakıcıların sayısı)

¹ Reküperatör veya reküperatif sistemlerle kombineli çalışırsa, buharlaştırılmalı skid soğutma etkileri ihmal edilebilir.

² Yüzde enerji azaltımı, SO₂, CO ve CO₂ emisyonu azaltımına da doğrudan etkilidir.

Tablo A.4-9: Buharlaştırıcılı skid soğutma fırınlarında ulaşılabilir indirgemeler ve maliyetler

Buharlaştırıcılı skid soğutma sisteminden en büyük fayda ancak iyi bir skid izolasyonu ile elde edilebilir.

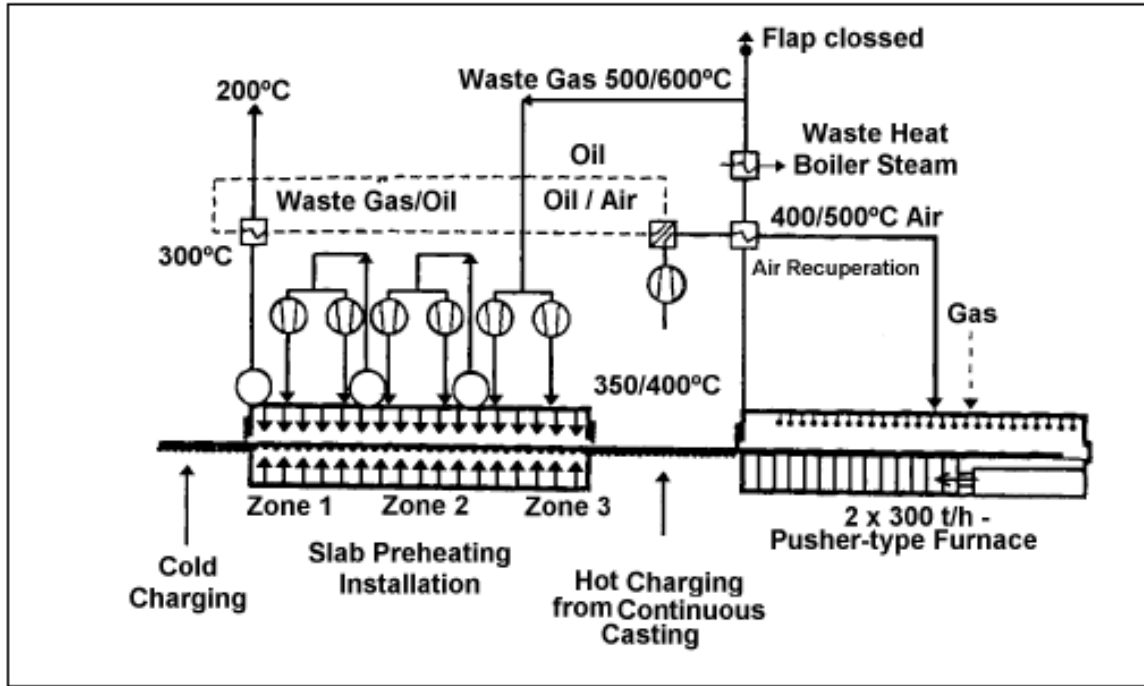
Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans Literatür:

A.4.1.3.15 Şarj Edilecek Malzemenin Ön Isıtması

Tanım:

Fırından çıkan baca gazı, slabların üzerinden ve altından üflenerek slabların ön ısıtması sağlanır. Rejeneratif brülörlere ve atık ısı buhar kazanlarına rağmen baca gazı slabı 400 C ye kadar ısıtmaya yeter. Şekil A.4.5 de itici tip fırının önüne monte edilmiş bir slabın ısıtma fırını görünmektedir.



Şekil A.4-5: Atık gaz ile slab ön ısıtma prosesi (StuE-113-10)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Isıtma fırınında yakıt tüketiminin azalması (%20).

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fırınlarda.(tabii ki mevcut fırında halihazırda bir ön ısıtma yoksa)

Diğer etkiler:

- Diğer sistemlere negatif bir etkisi yoktur.

Referans tesisler:

- Preussag Stahl, Salzgitter

İşletme Bilgileri :**Örnek:**

Şekil A.4-5 de verilen sistem 2 adet itmeli tip fırına monte edilmiştir. Fırınlara 300 t/saat kapasiteli ve rejeneratif brülörlüdür. Fırından çıkan baca gazındaki ısı geri kazanımı önce yerleştirilen atık ısı buhar kazanı ile yapılır. Bu kazan sonrasında da baca gazı sıcaklığı 500-600 C arasındadır. Bu baca gazı slabları 400 C ye kadar ısıtmaya yeter. Ön ısıtmayı terk eden baca gazı hala 300 C sıcaklığa sahiptir. Bu sıcaklıktaki baca gazı ile yanma havası sıcaklığı 150 C ye kadar yükseltilir (bu işlem için yağlı tip eşanjörler kullanılır.). Bütün bu safhaları geçen baca gazı 200 C ye düşer. [StuE-113-10]

Yürüyen kırıli fırınların boyu uzatılarak giriş kısmındaki brülörsüz bölgede ön ısıtma görevi yaptırılabilir. [StuE-113-10]

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****A.4.1.3.16 Isı Koruyucu Kutular / Termal Kapaklar****Tanım:**

Çeliğin ısı kaybını önlemek için yapılan sıcak kutular ve izolasyonlu odalar sıcak kütük stok sahası ile fırın arasında bağlantıyı sağlar. Yarı işlenmiş ürünler program koordinasyonu ve duruşlar nedeniyle direk şarj edilemez. Bu nedenle açık stok sahasları yerine ısıtılmayan izolasyonu iyi yapılmış ısı kutularında bekletilir. Bu sayede slabların ısı kaybı önlenir ve fırına mümkün olduğunca sıcak şarj edilir. Slab için bu bekletmenin zamanı ortalama 8 saattir. Açık stok sahasında bekletilen slab ile bu şekilde izolasyonlu ısı odasında bekletilen slab arasında 220 C' lik sıcaklık farkı vardır. [EUROFER HR], [ETSUG76].

Fırının tav sıcaklığını azaltmanın diğer bir yolu da fırınla hadde tezgâhlarının arasında izolasyonlu kapaklarla kapatmaktır. Aynı metot sürekli döküm makinesi ile fırın arasında da yapılabilir. [DFIU98], [ETSU-G76]

Başlıca Ulaşılan Çevresel Kazanımlar:

- Tav ocağında yakıt tasarrufu
- Sürekli döküm makinesi ile fırın arasındaki kapaklar 0,33 GJ/t enerji tasarrufu sağlar. [DFIU98].

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fırınlarda.

- Sürekli döküm makinesi ile bağlantılı olan fırınlarda.

Diğer etkiler:

- Diğer sistemlere negatif bir etkisi yoktur.

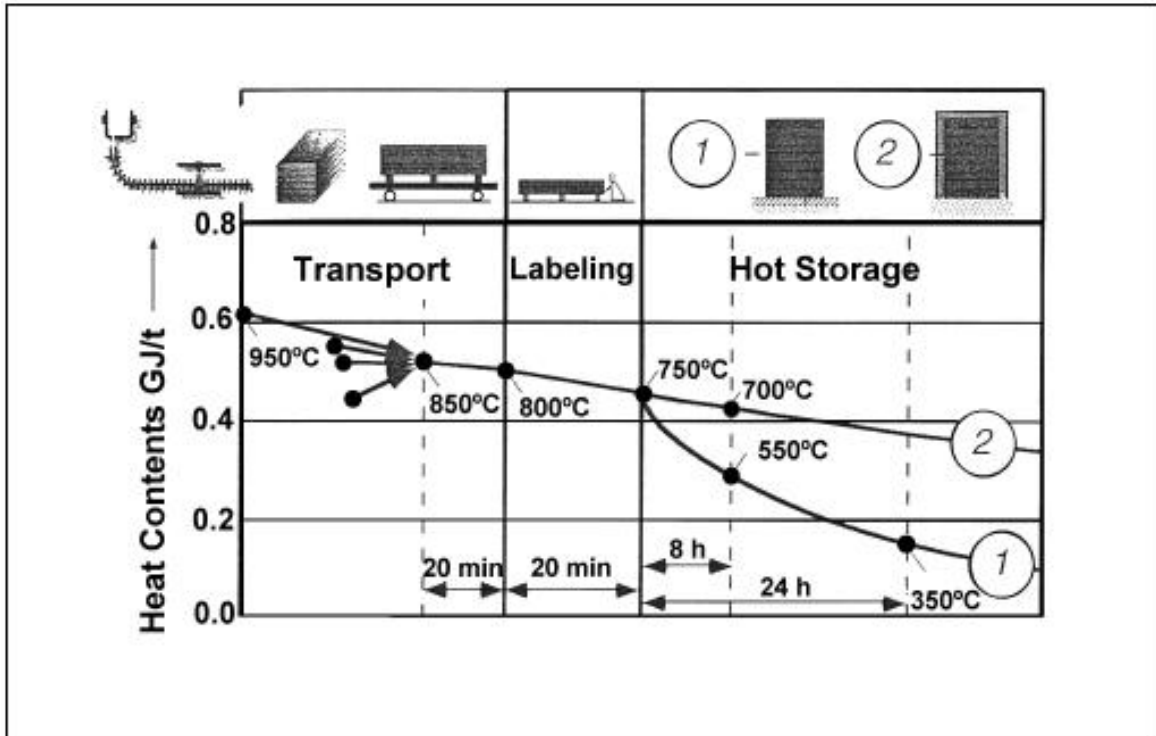
Referans tesisler:

- VA Stahl Linz, (max. 5000 t), Austria [Input-HR-1].
- HADEED, Saudi Arabia [Com A].
- Stahlwerke Bremen [STuE-117-5].

İşletme Verileri :

Örnek:

Stahlwerke Bremen de sürekli döküm makinelerinden çıkan slabların mümkün olan en yüksek sıcaklıkta fırına sürülmesinin sağlanabilmesi için matematiksel modelleme yapıldı. Bilgisayar simülasyon programı sonuçları ve yapılan ölçümlerde slabın çekirdek sıcaklığının 950 C olduğu bulundu. Haddehanenin stok sahasına ulaşıncaya kadar sıcaklık 200 C düşerek 750 C oldu. Stok sahasında 24 saat beklemenin sonunda sıcaklık 35 C ye düştü. Haddehane programı ile sürekli döküm makinesinin programı senkronize edilerek slabın stokta bekleme süresi 3 te 1'e düşürüldü. Buna ek olarak slablar 50 mm kalınlığında mineral cam yünü ile örtülerek 8 saatlik stoklama süresinde 750 C de olan slabın 700 C ye düştüğü kanıtlandı. Eski çalışma şekli ile karşılaştırıldığında fırına ek olarak 0,26 GJ/t enerji sağlandı. Bunun yarısı bekleme zamanının kısaltılmasından ve diğer yarısı da termal izolasyondan kaynaklandı. [StuE-117-5]



Şekil A.4-6: Şarj sıcaklığının artırılması için geliştirilmiş stoklama (StuE-117-5)

Ekonomiklik:

- Yatırım 1 yılda kendini amorti etti. (VA Stahl Line da [COMA])
- Yatırım maliyeti 2 M Euro, Voest [Input-HR-1]

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

- Haddehane ve fırın kapasitesinin artışı
- CAQC ile sıcak şarj oranının artması

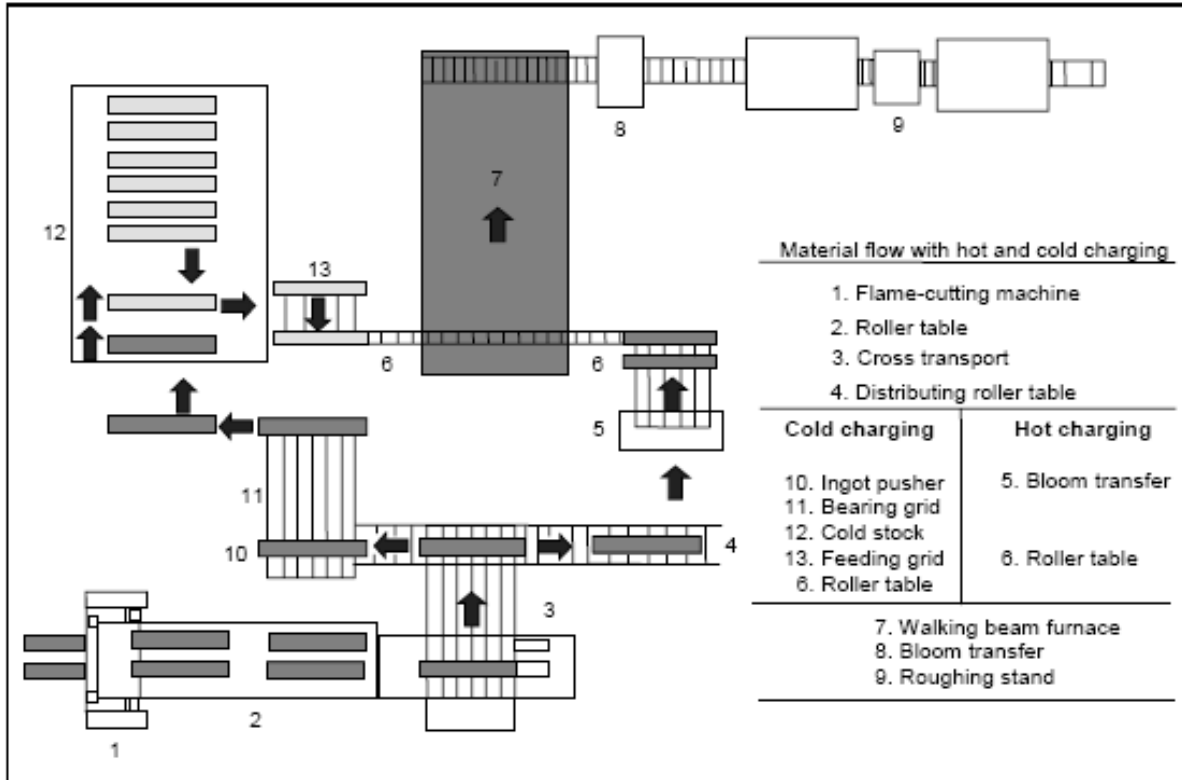
Referans lietratür: Sıcak veya direk şarj için fikir ve öneriler, sayfa no: 50, 7. Uluslar arası sürekli döküm konferansı, Mayıs 20-22, 1996 [COM A]

A.4.1.3.17 Sıcak Şarj / Direk Haddeleme

Tanım:

Malzemenin stoklandığı ve soğuduğu sistemlerin tersine, sürekli döküm makinesinden çıkan kütükler, blümler, slablar üzerinde kalan ısı ile direk olarak şarj edilirler. Sıcak şarj denildiğinde 300 – 600 C arası, direk haddelemede ise 900 – 1000 C malzeme anlaşılır. Bu tekniğin uygulanabilmesi için malzemenin yüzey problemlerine sahip olmaması ve haddehane ile çelikhane üretimlerinin çok iyi senkronize edilmesi gerekir. İki departmanın üretim programlarının müşteri siparişlerine göre ayarlanmasını koordine etmek için bilgisayar programları kullanılır.

Şekil A.4.7 de soğuk, ılık ve sıcak şarjın mümkün olduğu bir fabrikada malzeme akış şeması görülmektedir. Optimize edilmiş üretim programı ve çelikhane ile haddehanenin üretim programlarının senkronizasyonlarının kontrolü ile 800 C deki malzemenin %60 dan fazla oranda şarjı mümkün olmaktadır. Bazen haddehane öncesinde tav dengeleme fırınları gerekebilir.



Şekil A.4-7: Sıcak ve soğuk şarj malzeme akış şeması (DFIU98)

Başlıca çevresel kazanımlar:

- Yakıt tüketiminde azalma
- SO₂, CO ve CO₂ emisyonlarında azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler
- İşletme stratejisi ve fabrika yerleşimi nedeniyle bazı mevcut tesislerde uygulaması sınırlı olabilir. Önemli teknik parametreler; Haddehane tipi, kurulumu, sürekli döküm makinesi ile olan uzaklığı (çelikhaneden haddehaneye kadar transfer zamanı) ve çelik özelliğidir. Bazen brülörsüz ön ısıtma bölgesi olan fırınlarda uygulanamaz. Sıcak şarjın ve direk haddeleme tekniğinin uygulanması, fırının üretim kapasitesindeki artışı destekleyecek ekipman yerleşimine, sıcaklık normalizasyonu (kenar ısıtıcıları gibi) gevşek haddehane programı, haddehane ve çelikhane üretim programının senkronize edilebilir olması ve malzeme yüzey kalitesinin çok yüksek olması v.b. [DFIU98], [ETSUG77].

Diğer etkiler:

- Fırında malzemenin daha az durması
- Üretim hızında artış (%10-25)
- Azalan tufal ve azalan dekarburazasyon nedeniyle kalitede ve verimde artış
- Daha sonraki proseslerde atıkların azalması tufal temizliğinde azalma
- Baca gazı sıcaklığı yükselebilir. [ETSU-G77].

Referans tesisler:

- EKO Stahl, [Input-HR-1]
- Rotherham Engineering Steels, [ETSU-CS-263]
- Stahlwerke Thuringen [StuE-118-2]

İşletme Bilgileri :

Tablo A.4-10 da sıcak şarjın enerji tüketimi üzerindeki etkisi ve tavlama için gerekli süre verilmiştir. Örneklerde verildiği gibi sıcak şarj sıcaklığı 400 C olduğunda üretim kapasitesinde %10 luk ve şarj sıcaklığı 700 C olduğunda %25 lik üretim artışı mümkün olabilmektedir.

Şarj Sıcaklığı			
	20 °C	400 °C	700 °C
Spesifik enerji tüketimi (yakıt)	1.55 GJ/t	1.25 GJ/t	0.94 GJ/t
Yüzde indirgeme	0%	19%	39%
Çeliğe geçen ısı	0.80 GJ/t	0.56 GJ/t	0.37 GJ/t
Fırındaki bekleme süresi 1	100 dak.	90 dak.	75 dak.

¹ Örnek; kütük, yumuşak çelik, üstten ateşlemeli itmeli fırından alınmış, çıkış sıcaklığı 1200 oC'dir.

Tablo A.4-10: Sıcak şarjın yakıt tüketimine ve bekleme süresine etkisi (ETSU-G77)

Örnek:

EKO Stahl, Slab Sıcak Şarjı[Input-HR-1]

- Sıcak şarj yüzdesi: %4,63-31,6 ve 1998 senesinde %14,64
- Slabların ortalama şarj sıcaklığı: 700-900 C
- Yakıt tüketimi(doğal gaz): 17Nm³/t
- Enerji tasarrufu: 0,6 Gj/t

Rotherham Engineering Steels, blumların sıcak şarjı

- Sıcak şarj yüzdesi: %66,4
- Blum şarj sıcaklığı: 700 C

- Özgün enerji tüketimi: Üretim süresince 1,1 Gj/t
- Enerji tasarrufu: 0,67 Gj/t (karşılaştırma aynı yapısal kayıplara sahip yürüyen kirişli fırınla yapılmıştır. Bu fırın %67 verime ve 1,9 Gj/t özgün tüketime sahiptir.)

Stahlwerke Thuringen, H kütüğünün sıcak şarjı [Stue-118-2]

- Sıcak şarj yüzdesi: >%60

British Steel, Scunthorpe, concast bölümlerin sıcak şarjı

- Blumların şarj sıcaklığı: Ortam sıcaklığından konkast çıkış sıcaklığına kadar ~1300 C
- Enerji tasarrufu: Yaklaşık %23
- Özgün enerji tüketimi(SEC): 1,35 GJ/t (2,1 GJ/t soğuk şarj)

300 C de sıcak şarj yapıldığında %15 enerji tasarrufu olduğu raporlanmıştır.

Imatra Steel, Imatra, blum sıcak şarjı

- Mühendislik çelik kalitesinde kütükler ve büyük çaplı yuvarlaklar, 74 / 26 %
- Sıcak şarj hattından şarj, % 91- 93
- Direk sıcak şarj, 700-900 C
- Bekletme odasından şarj(doğal gaz brülörlü), 700 C
- Dengeleme bölümü tav sıcaklığı, 1250-1290 C
- Özgün enerji tüketimi, 0,87 GJ/t (1998 yılı üretim verilerine göre %98 bekletme odasından, soğuk şarj ve hafta sonları yakıp söndürmeler dahil)

Bekletme odasının kullanılma nedenleri;

- Haddehane kütük yetersizliği nedeniyle durdurulmamalı
- Çelikhane ile haddehanenin hızlarının dengelenmesi
- Hafta sonlarında blumların yavaş soğumasını sağlamak

Ekonomiklik:

Yatırım tipi	Yatırım maliyeti	
	Yeni tesisler (M ECU)	Mevcut tesisler (M ECU)
Sıcak şarj (300 °C)	1.5	2.0
Not: Veri kaynağı (EUROFER ER). Fırın yıllık yakma kapasitesi 1,5 MT doğal gaz olan ve ön yakmasız fırındır. Yatırım maliyeti yerleşim yerine göre değişir (oda sayısı, mevcut fırın yerleşimi, kenar ve dip yakıcıların sayısı)		

Tablo A.4-11: Sıcak şarj için yatırım maliyetleri (EUROFER HR)

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Enerji tüketiminde azalma.

Referans Literatür:

A.4.1.3.18 Haddelenecek Şekle Yakın Dökme / İnce Slab Dökümü

Tanım:

Haddelenecek şekle yakın dökme veya ince slab dökümü, içinde ilerlemiş bir sürekli döküm teknolojisi barındırmaktadır. Bu teknoloji ile slab kalınlığı nihai üründe istenen ölçüye en yakın değere getirilir.

Sıradan teknoloji ile üretilen slabların kalınlığı 150-300 mm arası değişir. Mevcut teknolojiler birbirinden 15mm den 80mm ye kadar slab kalınlığı, tavlama teknolojisi ve döküm makinesi ve haddehane arasındaki bağlantıya göre farklılıklar gösterir. Mevcut ince slab döküm teknolojileri;

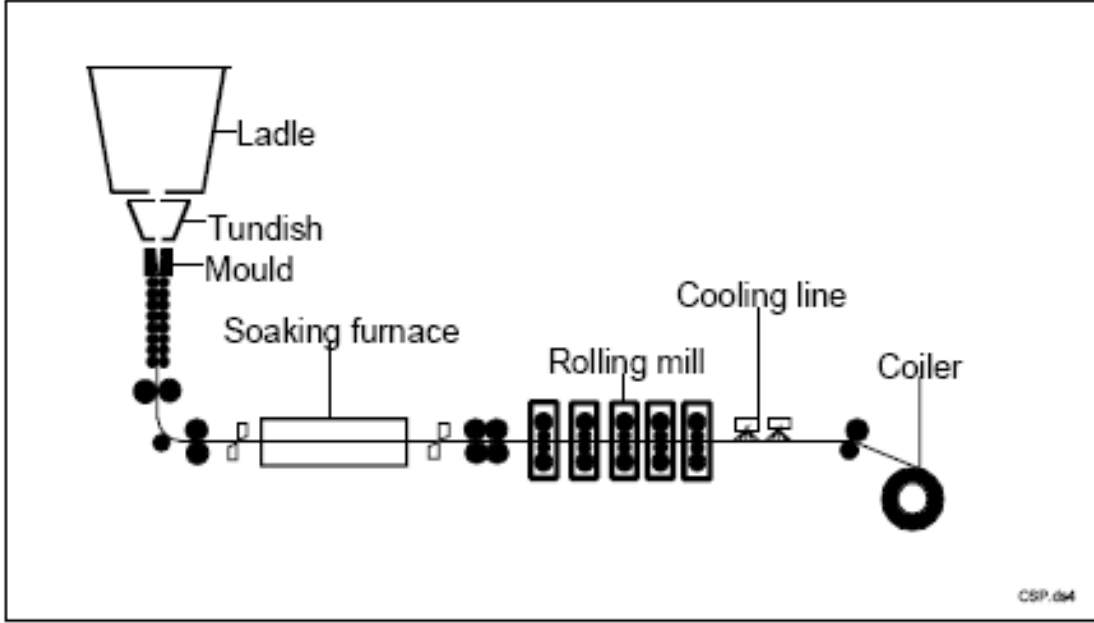
- **Kompakt Strip Üretimi (CSP):** Yaklaşık 50 mm kalınlığında slab dökümü için huni şeklinde kalıplar kullanılır.
- **Sürekli Döküm makinesinde İnce Bobin üretimi (ISP):** Bu teknolojide slab sürekli döküm makinesinde hemen kalıbın çıkışında daha slabın çekirdeği sıvı iken yumuşak haddelenmeyi sağlayan haddelere girer. Bu haddelerin çıkışında slab kalınlığı yaklaşık 60 mm ye düşer. Daha sonra katı halde şekillendirmeyi sağlayan haddelerle kalınlığı 15 mm yi bulan bobin üretilir.
- **Sürekli İnce Slab Dökümü ve Haddelenmesi (CONROLL):** Bu teknolojide birbirine paralel kalıplar kullanılarak 70-80 mm kalınlığında bobinler elde edilir.
- **Direk Bobin Üretimi (DSP):** Kalıptan slab kalınlığı 90 mm çıkar ve akabinde yumuşak redüksiyonla slab kalınlığı 70 mm ye düşürülür.

Sürekli döküm makineleri muhtemel sıcak haddehanenin finiş haddelerine bağlanabilir. Örneğin, finiş haddesi, planetary hadde ve seckel hadde.

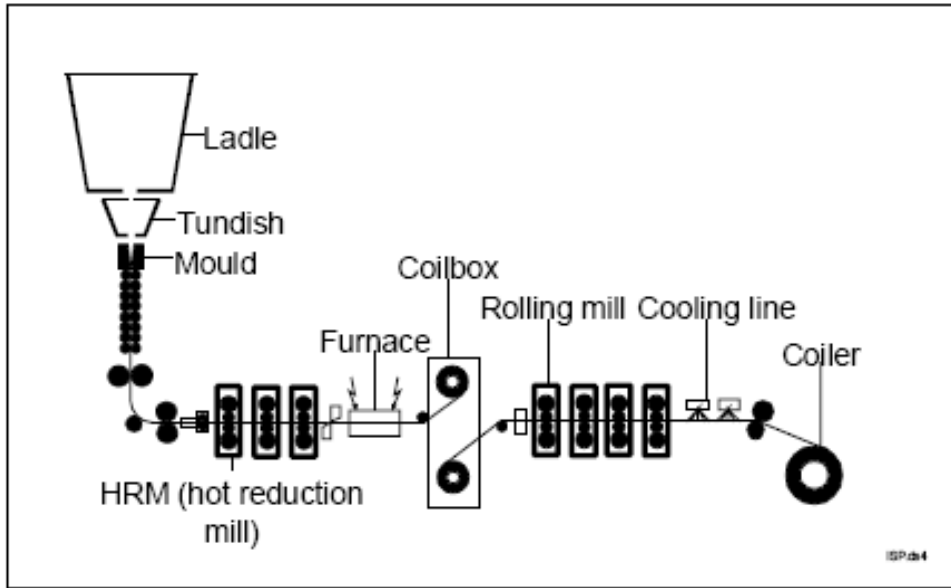
Şekil A.4.8 de CSP ve şekil A.4.9 da OISP nin şematik gösterimi verilmektedir.

Çeşitli tasarım özelliklerine sahip ve amacı homojen slab sıcaklığını sağlamak olan fırınlar sürekli döküm makinesini haddehaneye bağlar. İnce bobin üretimine bağlı olarak tunel fırın veya cremona kutuları kullanılır. Bu fırınların amacı boyu 50 m ile 300 m arası olan ve değişik kalınlıklardaki sürekli döküm makinesi slablarının sıcaklığını eşitlemek ve homojen hale getirmektir. Döküm makinesinin kaç yollu olduğuna göre taşınım sistemine bağlı bir veya iki fırın bulunur.

Bu fırınların yakılması ve yakma sistemleri konvansiyonel fırınlarla benzerlik taşır.



Şekil A.4-8: CSP prosesinin şeması (DFIU98)



Şekil A.4-9: ISP prosesinin şeması (DFIU-99)

Başlıca çevresel kazanımlar:

- Enerji tüketiminde azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni tesislerde
- Düşük karbonlu çelikler, yüksek mukavemetli alaşımsız ve mikro alaşımlı yapı çelikleri ve karbon oranı %0,22 üzeri çeliklerin üretiminde.
- Yüksek kaliteli paslanmaz çeliklerin üretiminde (asteritik, ferrotik ve martensitik kalitelere) (BHM, 142Jg. 1997, Heft 5, 210 – 214)) [Com A].

Diğer etkiler:

- Bilinen herhangi bir negatif etkisi yoktur.

Referans tesisler:

	Slab boyutları (mm)	Kapasite (Mt/yıl)	Haddelenen Kalınlık (mm)	İşletmeye alındığı tarih
Compact Şerit Üretimi				
Nucor Crawfordsville, ABD	50x900-1350 50x500-1350	0.8 1	1.6 1.6	7/89 4/94
Nucor Hickman, ABD	50(75)x1220-1560 50(75)x1220-1560	1 1	1.5 1.5	8/92 5/94
Nucor, Berkeley County, ABD	50x1680	1.5	1.2	3/97
Geneva Steel Provo, ABD	150-250x3200 max veya 50x1880 max	1.9	plaka	7/94-95
AST, Terni, İtalya	50x1000-1560	-	-	12/92
Hylba SA, Monterrey, Meksika	50x790-1350	0.75	1.2	11/94
Hanbo Steel Asan Bay, Kore	50x900-1560 50x900-1560	1 1	1.5 1.5	6/95 12/95
Gailatin Steel, Warsaw ABD	50x1000-1560	1	2.1	2/95
Steel Dynamics, Butler, ABD	40-70x990-1560	1.2	1.2	1/96
Nippon Denro Ispal Calcutta, Hindistan	50x900-1560	1.2	1.2	8/96
Amalgamated Steel Mills, Malezya	50x900-1560	2	1.2	10/96
Ac. Compacta Bizkaya Bilbao, İspanya	53x790-1560	0.91	1.3	7/96
Acme Metals Riverdale, ABD	50x900-1560	0.9/1.8	1.25	10/96
Inine Şerit Üretimi				
Arvedi ISP Works Cremona, İtalya	60x1070-1250 (katılaşmak için 40'a indirgeme)	0.5	1.2	1/92
Posco, Kwangyang, Kore	75x900-1350 (katılaşmak için 60'a indirgeme)	1 0.8	1.0 1.0	1996 1996
Nusantara Steel Corp. Malezya				?
Saldanha, Güney Afrika		(1.4) ¹		?
Ipsco, ABD		(1) ¹		?
Pohang Iron and Steel Güney Kore		(2) ¹		
Hoogovens Staal ² , Ijmuiden, Hollanda	70-90x??	(1.3)	1-2.5	
CONROLL				
Avesta, İsveç	80-200x660-2100		-	12/88
Armco, Mansfield, ABD	75-125x635-1283		1.7	4/95
Voest Alpine, Linz, Avusturya				?
Direkt Şerit Üretimi				
Algoma, Kanada ³	90x200 (katılaşma için 60'a indirgeme)		1	11/97
Not: veri kaynağı (Jahrbuch Stahl 1996), bilginin alındığı yıl 1995				
¹ Kaynak (StuE-116-11), yıl 1996				
² Kaynak (Steel News, mart 1998)				
³ Kaynak (algoma.com)				

Tablo A.4-12: İnce slab döküm tesisleri (Temmuz 1995)

İşletme verileri:

1 ile 3 mm kalınlığındaki slabların bilinen metodlarla üretiminde fırın giriş sıcaklığı 20 °C, çıkış sıcaklığı ise 1200 °C olduğunda spesifik enerji tüketimi 1.67 GJ/t'dur. İnce slab döküm haddehanesi fırın giriş sıcaklığı 960 °C, çıkış sıcaklığı 1150 °C olup, spesifik enerji tüketimi 0.50 GJ/t'dur.

İnce slab dökümle sınıflandırılmış döküm (geleneksel üretim):

- Peritedic aralığı dışındaki karbon çelikleri (CSP) (0.065-0.15 % C)
- Yüksek alaşımlı ve paslanmaz çelik (CSP).
- Alaşımsız konstrüksiyon çelikleri (ISP).
- Alaşımlı konstrüksiyon çelikleri (ISP).
- Boru hattı çelikleri (HSLA) (ISP).
- Petrol araştırma çelik boruları (ISP).
- Yüksek alaşımlı austenitik ve ferritik çelikler (ISP)
- Paslanmaz çelik [Near-Net-Shape].
- Düşük ve ultra düşük karbonlu çelik (CSP) [StuE-118-5], [AC-Kolloq].
- C-çelik sınıfı > 0.22 %.
- Yüksek mukavemetli (mikro ve alaşımsız) konstrüksiyon çeliği
- Derin çekmeli çelik .
- Mikro alaşımlı Nb çeliği.
- Bakır alaşımlı konstrüksiyon çeliği [Near-Net-Shape].

	Geleneksel üretim yöntemi Tipik tüketimler	İnce slab üretim hattı Tipik tüketimler
Elektrik enerjisi ¹ (deformasyon enerjisi)	72-115 kWh/t ortalama 94 kWh/t (değişkenlik grubu tarafından rapor edilmiştir)	yaklaşık 70 kWh/t (deformasyon sadece) yaklaşık 77 kWh/t (rulo kutusu dahil)
Yeniden ısıtma enerjisi (yakıt tüketimi) ²	yaklaşık 1300 - 1900 MJ/t	yaklaşık 300 - 650 MJ/t
Not: veri kaynağı (EUROFER HR)		
¹ Deformasyon derecesine bağlıdır; malzeme sertliği; ara şerit sıcaklığı		
² yakıt tüketimi fırın tasarımına ve girdi slabın kalınlığına bağlıdır		

Tablo A.4-13: Geleneksel ve ince slab üretim hatlarındaki tüketimlerin karşılaştırılması

Ekonomiklik:

İnce slab döküm teknikleri düz rulo marketlerinin mini hatlara açılımını sağlamakta, bu da çok ya da az uzun ürün üretimine neden olmaktadır. Bu teknolojinin uygulanmasıyla döküm makinesi boyutlarının küçülmekte, düzleştirme makineleri kullanılmaya gereği ortadan kalkmakta, sonuç olarak toplam yatırım maliyetlerinin düşmesine neden olmaktadır. Sıcak band, kritik olmayan yüzeysel bölgede ekonomik olarak 0.8-1.0 Mt/yıl kapasitede üretilebilir (bir adet tek yönlü döküm makinesiyle)

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

- Enerji tüketiminin ve proses süresinin azaltılmasından dolayı daha ekonomik olup, parasal açıdan avantajlıdır.
- **Referans literatür:**

A.4.1.3.19 Finiş Şekline Yakın Döküm**Tanım:**

Finiş şekline yakın döküm şekli yapı çelikleri uzun üretimi yapan tesislerde uygulanmaktadır. H, I ve T şeklindeki yapı çeliklerinin üretiminde kare veya yuvarlak şekilli kütükler kullanılacağına H, I ve T şekline yakın kütüklerden üretilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Tavlama ve haddelemede daha az enerji kullanımı

Uygulanabilirlik:

- Yeni tesislerde ve büyük revizyonlardan sonra mevcut tesislerde uygulanır.

Diğer etkiler:

- Diğer sistemler üzerinde negatif etkisi bilinmemektedir.

Referans tesisler:

- Northwestern Steel & Wire, USA [StuE-114-8]
- Chaparral Steel, USA [StuE-114-8]
- Kawasaki Steel, Nucor-Yamato, Yamato Steel Tung Ho Steel [StuE-114-9]
- Stahlwerke Thuringen [StuE-118-2]

İşletme verileri :**Ekonomikliği:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:**

- Daha az malzeme kesilmesi nedeniyle sürekli döküm makinesinde verimin artması
- Tav fırınında ısı transferinin artması
- Daha az sürede haddelenmesi bu nedenle üretimin artması

Referans literatür:**A.4.1.4 Tufal Temizleme****A.4.1.4.1 Malzeme Pozisyon Takibi****Tanım:**

Malzemenin tufal temizleme girişi ve çıkışı sensörlerle takip ve otomasyonu sayesinde operatörün suyu basınçlandıracağı ve vanaları açacağı zamanın ayarlanması. Bu sayede su miktarı ihtiyaca göre ayarlanmaktadır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Daha az su ve enerji tüketimi

Uygulanabilirlik:

- Hazırlama ve finiş hadde gruplarında ve saç haddelerinde
- Yeni ve eski sac sıcak haddelerinde

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri :****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:**

A.4.1.4.2 Yüksek Basıncılı Depolama Ekipmanının Kullanımı

Tanım:

Uygun ebattaki yüksek basınç depolama tankları, yüksek basınç sularını geçici olarak tutmak ve yüksek güçteki pompaların başlangıç aşamasındaki yükünü azaltmak için kullanılırlar. Buna ilaveten, eşzamanlı yapılan tufal giderme işlemlerinde, basıncın sabit sınırlar içerisinde tutulmasına imkân tanırırlar. Bu metot sayesinde, kabul edilebilir sınırlarda enerji tasarrufu sağlanır ve sabit basınç ile, tufal giderme işlemlerinde, optimum temizlik yapılması ve yüksek kalite ürünler üretilmesi mümkün olur.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Enerji tüketiminde azalma

Uygulanabilirlik:

Kabasını almada, yüzey bitirmede ve levha fabrikalarının tufal giderme işlemlerinde Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde, yassı ürünlere yönelik olarak,

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

Uygulama verileri:

Ekonomi:

Uygulamada itici güç:

Referans literatürü:

A.4.1.5 Yan kenarın haddelenmesi

Boyutlandırma Presi

Tanım:

Geleneksel dikey haddelemede genişlik azalması slab kenarlarıyla sınırlanmış olup, slab merkezinde az bir etki meydana gelmektedir. Malzeme kalınlığı kenarlara doğru artmakta, köpek kemiği yapısında kesitler oluşturmaktadır. Bunu izleyen yatay haddelemede, ende belirgin bir açılma oluşmakta ve bu düşük genişlik azalma etkisi ile sonuçlanmaktadır.

Boyuna baskılarda slablardaki dövme etkisi, slabın merkezinde malzeme kalınlaşmasını artırmaktadır. Kesit şekli neredeyse dikdörtgen biçimindedir ve yatay haddeleme sırasındaki kenar uzaması azalmaktadır. Bu sayede döküm üretkenliği ve sıcak şarj oranı artmaktadır. [EUROFER HR]

Ulaşılan çevresel faydalar:

Enerji tüketiminde azalma

Firelerde azalma

Uygulanabilirlik:

- Kabasını almada ve levha haddehanelerinde
- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde, yassı ürünlere yönelik olarak,
- Mevcut haddehanelerdeki sınırlamalar dâhilinde

Diğer etkiler:

Referans işletmeler: Sollac Fos, Thyssen Bruckhausen

Uygulama Verileri:

Ekonomi:

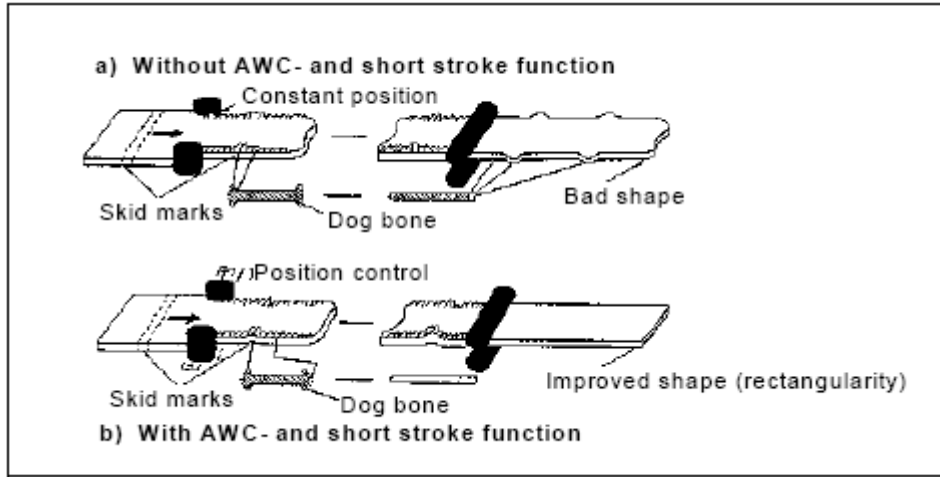
Uygulamada itici güç: Verimlilikteki artış.

Referans literatürü:

A.4.1.5.1 Kısa Darbe Ayarlı Otomatik Genişlik Kontrolü**Tanım:**

Geleneksel olarak, yan kenarın haddelenmesinde, slab genişliği, malzemenin sıcaklığından ve gerçek boyutundan bağımsız olarak, azaldığından, aktarma çubukları boyunca, genişlikte değişimler meydana gelmektedir.

Otomatik Genişlik Kontrolü (AWC) sisteminin yardımıyla, yan kenar haddeleme prosesi, bilgisayar modelleri kullanılarak uygulanmaktadır. Şerit bitimlerinde, (baş ve uç kısım), yan kenarın haddeleme değerleri, tanımlanmış uzunluk boyunca, azaltılır ve geleneksel haddelemede, şeritin baş ya da uç kısımlarında, oluşan matrislerden kaçınılır.



Şekil A.4-10 AWC Uygulaması

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Kesilmiş parça miktarı ile, baş ve uç kısımdaki firelerde azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde yassı ürünlerde
- Kabasını almada, yüzey bitirmede ve levha haddehanelerinde

Diğer etkiler:

Yüksek ürün kalitesi, verimlilik artışı, geri dönüşümü yapılan malzeme miktarında azalma, enerji tüketiminde ve emisyon değerlerinde düşüş.

Referans işletmeler:**Uygulama Verileri:****Ekonomiklik:**

Uygulama gerekliliği: Verimlilikteki artış

Referans literatürü:

A.4.1.6 Kaba Haddeleme**A.4.1.6.1 Proses Otomasyonu**

Tanım:

Bilgisayar kullanımı her pasoda kalınlık ayarlanmasını mümkün kılmaktadır. Başka bir deyişle, slab ve blum, mümkün olan en az sayıda paso uygulanmasıyla, malzemenin sıcaklık kayıplarıyla sonuçlanan kısa süreli kesinti durumlarında da, kaba şerit haline getirilebilmektedir.

Ulaşılan Çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde azalma
- Fırın deşarj sıcaklığının düşebilmesi
- Paso sayısındaki verimlilik

Uygulanabilirlik:

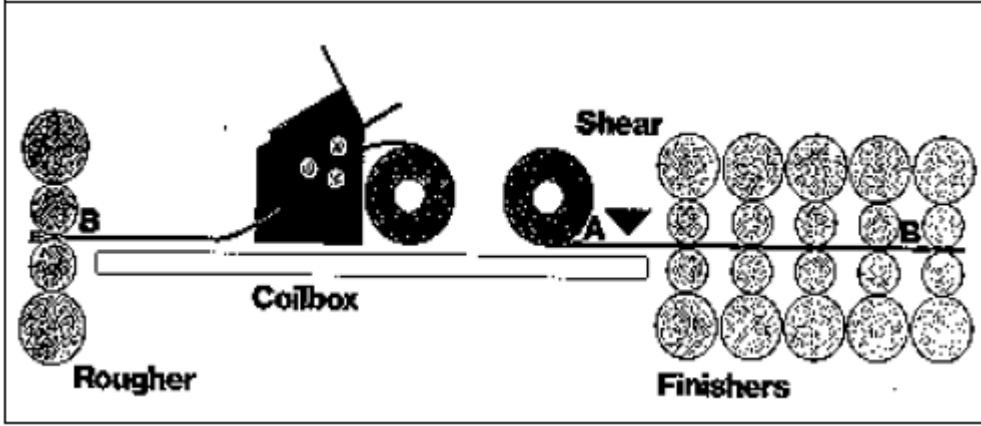
- Kabasını almada ve levha haddehanelerinde
- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde yassı ürünlerde

Diğer etkiler:**Referans işletmeler:****Uygulama Verileri:****Ekonomi:****Uygulama gerekliliği:****Referans literatürü:****A.4.1.7 Kaba Haddelenmiş Rulo Mamulun Sonlandırma Hattına Taşınması****A.4.1.7.1 Kangal Kutusu****Tanım:**

Mandrel olmaksızın, uygun bir şekilde düzenlenmiş sıkıştırma/bükme merdaneler aracılığı ile, hazırlama grubunda üretilen ara ürün, kangal halinde sarılır. Sarma işlemi bittikten sonra, kangal, kangal açıcı üzerine yerleştirilir, rulo açılır ve bitiş tezgahına getirilir. Rulo açma işlemi ve nihai haddeleme sırasında, bobin sarıcı, bir sonraki kaba şeriti almaya hazırdır. Böylece, üretim akışı esnasındaki darboğazlar engellenmiş olur.

Bu donanımın avantajı, aktarma çubuğu boyunca, sıcaklık dağılımı sabit bir seviyede kalmakta ve haddeleme boyunca yük azalmaktadır. Diğer taraftan, sarım işlemleri için ilave enerji gereksinimi de göz önünde tutulmalıdır. Mevcut haddehanelerin yenilenmesi sırasında, ürün aralığı, arttırılabilmektedir.

Hadde bozuğu olması durumunda, kangal halinde sarılmış çubuk, diğer durumlara kıyasla, daha uzun bir süre, tutulabilmektedir. Daha uzun haddehane duruşlarında, kangal halinde sarılmış aktarma çubuğu, ısı geri kazanım fırınlarında, depolanabilir. Her iki önlem de, ürünün verimini arttırır.



Şekil A.4-11: Kangal hazırlama ünitesi [EUROFER HR]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde düşüş
- Daha az haddeleme gücü ihtiyacı (şarj sıcaklığı daha yüksek ve daha homojen)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde yassı ürünlerde

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

Uygulama Verileri:

Bazı durumlarda kangal hazırlama ünitesi maksimum hadde üretimini sınırlar. [Com HR]

Ekonomi:

Uygulama gerekliliği:

Referans literatürü:

A.4.1.7.2 Kangal Geri Kazanım Fırını

Tanım:

Kangal geri kazanım fırınları, kangal kutusuna ilave edilerek geliştirilmiştir. Böylece uzun kangalların kesintiye uğramaları durumunda, yeniden haddeleme sıcaklığına çıkarılması sağlanmaktadır. Kangallar, haddeleme sıcaklığına yeniden çıkarılmış ve haddeleme prosesine devam edilmiştir. Bu sayede üretim verimliliği artırılmıştır. Sıcaklık kayıpları azaltılmış ve 2 saate kadar olan haddeleme duruşları telafi edilmiştir.

Isıtma ve soğutma sıcaklık modelleri her bir kangal için doğru ısıtma devrini başlangıçtaki kangal sıcaklığına göre değerlendirir ve hesaplar. Bu görüntü, hadde bilgisayarında yer alan hazırlık pasosundaki sıcaklık, sarım öncesi ve sonrasında yaşanan gecikme ile mamul ebadı ve kalitesine göre belirlenir. Bu fırınların kullanımı ile kangallar 2 saat içinde yeniden haddelenir. Daha uzun sürede olanlar “kritik yüzeyi olmayan ürünler” olarak proses edilirler. (Fırın inert gaz kullanacak şekilde tasarlanmıştır).

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde düz ürün üretiminde

- Kaba haddelemede kangal kutusuyla birlikte kullanılır.

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

Uygulama Verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Verimlilikteki artış.

Referans literatürü:

A.4.1.7.3 Transfer Masası Isı Kalkanları

Tanım:

Çubuğun üzerindeki ısı kayıplarını azaltmak için kaba hadde tezgâhından son bitirme tezgâhına kadarki mamul transferinde mamul sonu ile başı arasındaki sıcaklık farkını azaltmak için transfer haddeleme masaları ısı kalkanları ile donatılmıştır. Bunlar konveyörün yalıtkan malzeme ile kaplanmasıdır. Bu ebatlarda hadde mamulleri haddeleme kapasitesi sınırlarına ulaştığında bu ekipmanlar haddeleme yükünü azaltmayı başarır.

Ulaşılan Çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde azalma
- Sıcaklık kayıplarında azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde düz ürünlerde
- Transfer role masasının pürüzlendirme ve bitirme süreci arasında

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

Uygulama Verileri: Transfer masalarındaki ısı kalkanları kaplamalarının kolaylıkla hasar görmesi nedeniyle yüksek bakım maliyetleri oluşur.

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Verimlilikteki artış.

Referans literatürü:

A.4.1.7.4 Şerit Kenar Isıtma

Tanım:

Soğuk şerit kenarlarının bütünü genelindeki sıcaklık seviyelerinde ısını artırmak için ve sabit sıcaklık profilini şerit genişliğine göre ayarlayabilmek için transfer merdane masaları ilave gaz ve indüksiyonla ısıtma ekipmanları ile donatılmıştır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Son haddelemede enerji tüketiminde azalma
- Çalışan merdanelerde meydana gelen aşınmanın azalması

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerdeki düz ürünlerde
- Transfer merdane masasının kaba haddeleme ve bitirme süreci arasında uygulanır.

Diğer etkiler:

- Kenar ısıtmada kullanılan enerji

Referans işletmeler:

Uygulama Verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamayı zorlayan itici nedenler: Verimlilikteki artış.

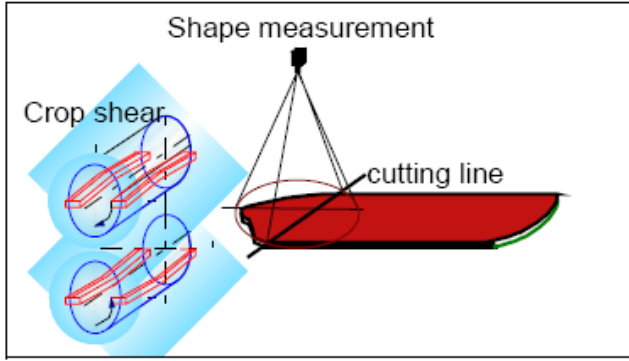
Referans literatürü:

A.4.1.8 Haddeleme

A.4.1.8.1 Kesim Optimizasyon Sistemi

Tanım:

CCD-Kameraları kullanılarak, haddeleme aşamasında gerçekleşen kenar ölçme işlemi ile birlikte gerçek kesim şekli tanımlanmıştır. Otomatik kesim sistemi sayesinde kenar kesim işlemi kesilecek dikdörtgen dışındaki alan ile sınırlandırılması sağlanmıştır.



Şekil A-12: Kesim Optimizasyon Sistemi [EUROFER HR]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Firelerdeki (baş ve kuyruk) azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde düz ürünlerde
- Bitirme aşamasına girişte

Diğer etkiler:

Referans işletmeler: Sidmar

Uygulama Verileri:

Ekonomiklik:

Uygulama gerekliliği: Verimlilikteki artış.

Referans literatürü:

A.4.1.8.2 Merdane Yağlama Sistemi

Tanım:

Haddeleme yağları merdane boşluklarından nozullar vasıtasıyla malzeme ve merdane arasındaki sürtünmeyi azaltmak amacıyla eklenir; böylece ihtiyaç olan sürücü gücünün azaltılması, haddeleme kuvvetlerinin azaltılması ve haddelenmiş malzeme yüzey kalitesinin iyileştirilmesi sağlanır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Haddeleme yükünün azaltılması ile enerji tüketiminin azalması

- Merdane aşınmasındaki azalma (özellikle kenar bölgelerde) sayesinde uzun çalışma süresi ve kirlenmiş yağ miktarının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde düz ürünlerde
- Son tezgahlarda

Diğer etkiler:

Hadde yağının su sistemine bulaşması

Referans işletmeler: Çok sayıda fabrikada

Uygulama Verileri:

Ekonomiklik:

Uygulama gerekliliği: Yüksek haddehane üretkenliği ve artan asitleme oranı.

Referans literatürü:

A.4.1.8.3 Zorunlu Şerit Soğutma

Tanım:

Bitirme aşamasında ve son sıcaklığın sabitlenmesinde zorunlu şerit soğutma su spreyleri ve su perdeleri kullanılarak sağlanır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Tufal ve oksit tozları oluşumunun önlenmesi
- Çalışan merdanelerde aşınma miktarında azalma ve taşlama çamurunun azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sıcak haddehanelerde düz ürünlerde
- Son tezgâhlarda

Diğer etkiler:

- Atık suyun oluşması.

Referans işletmeler:

Uygulama Verileri:

Ekonomiklik:

Uygulama gerekliliği:

Referans literatürü:

A.4.1.8.4 Ara Tezgahlarda Malzeme Gerilim Kontrolü

Tanım:

Normalde loplara finiş tezgahları arasındaki şerit gerilmeyi kontrol etmek için kullanılırlar. Farklı loop dizaynları mevcuttur. (hidrolik , düşük atalet ve gerilim ölçüm aletleri) Buna ilaveten daha az loop teknikleri geliştirilmiştir. Daha hassas çalışabilmeleri girilecek parametrelerle bağlıdır. Geliştirilen loop sistemleri bilgisayar modelleri ile birleştirilmiştir. Buda düzgün olmayan üretim aşamalarının oluşmasını engeller.

Otomatik sistemlerle mamül eni, finişten geçtikten sonra soğutucuda kontrol edilir. (akma çekme gerilmesi için)

Ulaşılan çevresel faydalar :

Üretim esnasında ve düzgün olmayan operasyonlarda kırpıntı azaltılıyor.

Uygulanabilirliği :

- Sonlandırma hatlarında

- Yeni ve eski yassı mamül üreten haddelerde

Diğer etkiler :

Referans işletmeler :

İşletme verileri:

Ekonomiklik :

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Ürün artışı.

Referans literatür :

A.4.1.8.5 Şerit Profil ve Düzgünlük Kontrolü

Tanım : Profilin çapraz kesiti ve sıcak bandın düzgün oluşu bundan sonraki proses aşamaları için önemli olup, değişik işletme parametrelerine bağlıdır. Haddehanede şerit profil ile düzgünlük kontrolünün temel amacı, düzgünlük toleransını aşmadan uzun profil üretiminin yapılmasıdır. Haddehane uygulamasında, uzun profilin ve düzgünlük kontrol sistemi aşağıdaki hedeflere ulaşmak için uygulanmıştır :

- Şerit dişi kontrol aralığı yaklaşık 0 – 75 µm.
- Şerit dişi toleransları
- Şerit düzgünlüğü yaklaşık 10 I-Units (I-unit : $\Delta L/L = 10^{-5}$ m)
- Kenar çizgisini azaltmak

Sıcak haddeleme hatlarında düzgünlüğün sağlanması için şerit dişi ve kalınlık oranında değişiklik yapılarak şeridin yüzeyinde bir bozulma olması önlenir. Buna “flatness deadband” denir. düzlük ölçün tutun büyük değişiklikler yapmak gerekiyor. Şerit profil ve düzgünlüğü için değişik aktüatörler geliştirilmiştir:

- Çalışma ve yardımcı merdane bükme sistemleri
- Ayarlanabilir merdane dişlileri
- Ayarlanabilir merdane kenarları
- Merdane geçiş sistemi
- Aksial kaldırma sistemi (silindirik olmayan merdaneler ile)
- Aksiyal kaldırılan silindirik merdaneler
- Otomatik ölçüm kontrol

Uzun haddelemede her bir stand genellikle merdane bükme sistemi ile donatılmıştır. Eğer tamamlama standartlarına ulaşamaz ise stand ek aktüatörlerle donatılabilir , örnek olarak CVC , UPS roller, role geçiş sistemleri ya da diğerleri. Bilgisayar yardımı ile profillerin ve yassı ürünlerin değerleri girilebilir.

Haddeleme standlarında, profil ölçüm aletleri (sensörler) monitöre bağlanmıştır. Bunlarla merdane bükme değerleri ayarlanmaktadır. Düzgünlük kontrol loopları kalınlıkla orantılıdır. Şekil ölçen alet, tezgah sonuna veya mill standları arasına gerçek düzgünlüğü sağlamak için monte edilmektedir. Bilgisayar ile kontrol edilmekte, tespit edilen hatalar, tekrar bükme kuvvetlerini ayarlamak üzere kullanılmaktadır.

Ulaşılan çevresel faydalar :

- Hurda kırpıntı azaltılır

Uygulanabilirlik :

- Sonlandırma ve levha haddeleme
- Yassı ürünler için yeni eski haddelerde

Diğer etkiler :
Referans tesisler :
İşletme verileri :
Ekonomiklik :
Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Ürün geliştirme.
Referans literatür :

A.4.1.8.6 Çalışan Merdane Soğutma

Tanım:

Çalışan merdanelerin soğutulmasında çeşitli başlıklı su soğutma nozulları ve bunların konfigürasyonları kullanılmaktadır. Bu merdanenin kırılmaması ve hasarlanmaması için çok önemlidir. Tufal ve atık oluşumunu da azaltır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Tufal oluşumunun azalması
Merdane aşınması azalır ve taşlama çamuru azalır.

Uygulanabilirlik:

Kaba hadde, sonlandırma ve levha haddelemede uygulanır.
Yeni ve kurulu sıcak haddehanelerde yassı mamul üretiminde kullanılır.

Diğer etkileri :

Referans tesisler :
İşletme verileri :
Ekonomiklik :
Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Ürün artışı
Referans literatür :

A.4.1.8.7 Sonlandırma İşlemi Otomasyonu – Proses ve Temel Otomasyon

Tanım:

Üretim planlama, fırının kontrolü ve hassas imalat için, yüksek kaliteli malzemeler bilgisayar yardımı ile destekleme proseslerinde (kontrol loopları ile) elde edilebilir.
Yarıda kesilen kısa haddelemede, tamamlanan esnek yazılım modelleri sayesinde program değişikliklerine imkan sağlanmaktadır.

Ulaşılan çevresel faydalar :

Kısa haddelemeden dolayı kırıntı hurda azalır.

Uygulanabilirlik :

- Sonlandırma hatlarında
- Yassı üretimler için yeni ve eski sıcak haddehanelerde

Diğer etkiler :

Referans tesisler :

İşletme bilgileri :

Ekonomiklik :

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Üretim artışı

Referans literatür :

A.4.1.8.8 Kaçak emisyonun azaltılması / Oksit uzaklaştırma sistemi

Tanım :

Haddeleme sırasında oksit partikülleri ortaya çıkar. Bunlar kaçak emisyon ile serbest bırakılır , temelde sonlandırma tezgahları çıkışında oluşurlar. Su spreyi ile ya da egzoz sistemi ile uzaklaştırılabilirler.

Su spreyi :

Su spreyi ile tutulan oksitlerden dolayı suyun arıtılması gerekir. Tutulan tozlar, çöktürme havuzları ve filtrelerden geçirilerek sudan ayrılır.

Egzoz sistemi :

Haddeleme tezgahları arasına (özellikle son 3 tezgaha) toz toplama sistemi kurularak toz ve oksitler toplanabilir. Hadde tahrik tarafındaki emiş boruları ile oksit toz karışımı emilerek jet filtrelerden veya ıslak tip filtrelerden geçirilir. Toplanan tozlar ve oksitler vidalı konveyör ile bir kovaya transfer edilir ve entegre çelik üretim tesislerinde tekrar kullanılır.

Ulaşılan çevresel faydalar :

Ortama yayılan partikül emisyonları azalır.

Uygulanabilirlik :

- Sonlandırma hatlarında
- Yassı üretimler için yeni ve eski sıcak haddelemede

Diğer etkiler :

- Su spreyleme sistemi sonucunda atık su oluşur. Suya geçen oksitlerin sudan alınarak geri kazanılması gerekir.
- Kuru sistemler enerji tüketmektedir. Fakat, torbalı filtrelerde olduğu gibi sulu sisteme göre avantajları daha fazladır. Zira suya karışmış olan oksitli bileşiklerin geri kazanılması için sudan alınması gerekmektedir.

Referans işletmeler :

Su spreyi WSM Aviles , Aceralia ; Sidmar , Hoogovens

Egzoz sistemi Voest Alpine

İşletme verileri ve ekonomiklik :

		Toz emisyonu (mg/m³)	Kapasite Mt/yıl	Maliyet Euro '000
a	Su spreyi			IC:50
a	Davlumbaz ve torbalı filtresi ¹	Küçük 50	3	IC:280

a: (CITEPA), emisyon seviyeleri havadaki BAT seviyelerini vermektedir- BAT not.

IC: Yatırım maliyeti

Tablo : A.4-14 Oksit uzaklaştırma sistemlerinde ulaşılan emisyon seviyeleri ve işletme verileri

Su spreylene örnekler :

Su spreylene sonlandırma tezgahına monte edilmiştir. Ekipmanın yukarı bölümünde 6 , aşağısında ise 8 delik (nozzle) bulunmaktadır. Su spreylene debisi 22 l/dak., basıncı 8 bardır. Bu sistemde kullanılan toplam debi 35 m³/h tir. Bu sistem yatırım bedeli 1994 fiyatlarına göre 50.000 ECU'dur.

Numune alma yeri Numune sıklığı : 3 saat	Partikül madde konsantrasyonu	
	Su spreylene yapılmadan	Su spreylene
Sonlandırma hatları üstü	6.02 mg/Nm ³	2.35 mg/Nm ³
Çatı	2.77 mg/Nm ³	0.63 mg/Nm ³

Tablo A.4-15: Ortam emisyonlarının su spreylene sistemi ile azaltılması

Ölçme sistemi herhangi bir standarda göre yapılmamıştır. Çünkü emisyon fazla, dağılımı daha az olabilir. Numune alma noktaları emisyonun kaynaklandığı, aspirasyonla çekilen yerlerden seçilmiştir. Çünkü düzgün bir akış yoktur.

Egzos sistemlerine örnek :

HR-1 verilerinde 1 M euro yatırım miktarı olarak kaydedilmiştir. Bir başka rapor kaynağı EUROFRER HR, emiş ve sonlandırma hatlarında yaklaşık yatırım maliyetini 1.45 M euro, işletmesini ise 0.15 M ECU/t (çamur ve toz uzaklaştırma dahil/atığın boşaltılması dahil değildir) olarak belirlemiştir.

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler: Demir oksit yayılmasının engellenmesi

Referans literatür :

A.4.1.8.9 Hidrokarbon Karışımının Engellenmesi :

Tanım:

Yağ ve gres kaçaklarının azaltılmasıyla, proses sularının ve tufalın kontamine olması önlenmiş olur. Yağlama hatlarında özel dizayn edilmiş rulmanlar ve keçeler kullanılması durumunda, suyun içindeki ve tufaldaki hidrokarbon oranı düşerek, yağ sarfiyatları %50 – 70 oranında azaltacaktır.

Değişik tüketicilerdeki kontamineli tahliye suları toplanmalı ve ara depolama tanklarına pompalanmalıdır. Atık yağ , sudan ayrıldıktan sonra, tekrar uygun yerlerde kullanılabilir.Örneğin yüksek fırınlara verilebilir veya geri kazanmak üzere dışarıya gönderilir. Ayrıştırılan su, arıtma tesisinde tekrar arıtılır, ultra filtrasyondan veya vakumlu buharlaştırıcıdan geçilir ve tekrar kullanılacak hale getirilebilir.

Ulaşılan çevresel faydalar :

- Suyun ve tufalın yağ ile karışması önlenir.
- Yağlı tufal miktarı azalmış olur.

Uygulanabilirlik :

- Eski sistemlere uygulanması zordur, ancak ilave düzenlemelerle uygulanabilir.

Diğer etkiler :

Referans tesisler:

İşletme verileri :

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler :

Referans literatür :

A.4.1.8.10 Step Kontrollü Hidrolik Bobin Sarma:

Tanım:

Geleneksel şerit sarma işleminde şerit, sarma aparatına, merdanesine değmekte ve şeridin bu kısmının soğuk haddeleme sırasında kesinlikle kesilmesi gerekmektedir.

Hidrolik olarak sarılan şeritler ise otomatik kontrol sistemi sayesinde kaldırılır ve şerit başı algılayıcılar tarafından sarıcıdan geçtiği anlaşılınca otomatik sarma işlemi sürer.

Ulaşılan çevresel faydalar

- Proses içindeki kırıntı hurda miktarı azaltılır.

Uygulanabilirlik :

- Sıcak haddehanelerde
- Yeni ve eski işletmelerdeki yassı üretimlerde

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Üretim artışı

Referans literatür :

A.4.1.8.11 Şekilli Haddeleme / Yüzey Görünü Kontrolü

Tanım:

Geleneksel levha haddelemede sabit levha kalınlığı temin edilirken, dikdörtgen şeklindeki yüzeyel görünümünden farklılaşma görülür. Haddelemede şekil kontrolü sağlanmaya çalışılırken, kalınlık profilinde değişiklikler olabilir, eğrilikler oluşabilir. Yüzey kontrolü, otomatik kontrol sistemiyle birlikte uygulanır. Bu şekilli haddeleme ve yüzey kontrolü teknolojileri son yıllarda geliştirildi. Hepsindeki temel prensip aynı olup, değişken kalınlıklı levha üretimi yaparken, çıkan ürün dikdörtgen şekline yakın olup, çıkan kırıntı hurda miktarı azaltılmıştır.

Ulaşılan çevresel faydalar :

- Kırıntı azaltılıyor

Uygulanabilirlik :

- Levha haddehanesinde
- Yeni işletmelerde veya bazı sınırlamalarla eski işletmelerde

Diğer etkileri:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler: Üretim artışı

Referans literatür :

A.4.1.8.12 On line Isıl işlem

Tanım:

Değişik tasarımdaki soğutma sistemleri (örneğin su perdeleri, su yastıkları vs), haddeleme tezgahlarının arkasında yer alırlar. Soğutma suyu debisi, şerit sıcaklığına göre kontrol edilir ve şerit, daha sonraki normalizasyon ve yıkama proseslerine hazırlanır.

Ulaşılan çevresel faydalar :

- Enerji tüketimi azalır ve ısıl işlem fırınından çıkan emisyonlar düşer.

Uygulanabilirlik :

- Levha haddehanesinde
- Yeni işletmelerde ve bazı sınırlamalarla eski işletmelerde

Diğer etkileri :

Referans tesisler :

İşletme verileri :

Ekonomiklik :

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler :

Referans literatür :

A.4.1.8.13 Termo mekanik haddeleme operasyonu

Tanım:

Termo mekanik haddeleme operasyonunda sıcak haddeleme plakalarının özellikleri yada kesitleri ısıl işlem gerekliliğini azaltmak için kullanılır. Yeniden ısıtma fırınlarından gelen kütük yada slablar orta kalınlığa kadar haddelenirler, belli bir sıcaklığa düşmesi için beklenir ve son olarak tekrar haddelenir. Termo mekanik haddeleme, küçük ölçekli, düşük alaşımlı ve ısıl işlem, normalizasyon gerektirmeyen parametreler için uygulanır.

Ulaşılan çevresel faydalar :

- Enerji tüketimi azalır
- Isıl işlemde kaynaklı emisyon azaltılır.

Uygulanabilirlik :

- Levha haddehanelerinde
- Yeni ve bazı sınırlamalarla eski işletmelerde

Diğer etkileri :

Referans tesisler :

İşletme verileri :

Ekonomiklik :

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler :

Referans literatür :

A.4.1.9 Soğutma hatları

A.4.1.9.1 Laminar Akış İçin Optimize Edilmiş Su Pompaları

Tanım:

Tanımlama ve teknik doküman mevcut değildir.

A.4.1.10 Levha Üretimi

A.4.1.10.1 Düzeltici Toz Tutma Sistemi

Tanım:

Seviyelendirme merdanelerinin bükme etkisiyle yüzeyde bulunan tufallar kırılır ve ortama toz yayılır. Düzeltici kenarına monte edilen emiş davlumbazıyla çıkan tozlar emilerek bir boru vasıtasıyla torbalı filtrelerden geçirilirler. (Com HR)

Ulaşılan çevresel faydalar :

- Ortama yayılan toz emisyonu azaltılır

Uygulanabilirlik :

- Kesme ve geri sarma hatlarında kullanılır
- Yassı ürünler için yapılan yeni tesislerde kullanılır.

Diğer etkileri :

- Atık oluşumu
- Toplanan toz parçacıkları çelik üretiminde yeniden kullanılıyor
- Enerji tüketiminin artması

Referans işletmeler :

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamayı zorlayan itici nedenler :

Referans literatür :

A.4.1.11 Hadde Atelyesi

A.4.1.11.1 Hadde Atelyeleri İçin İyi İşletim Örnekleri

Açıklama:

Solvent Kullanımı

- Teknik olarak mümkün olduğu sürece su bazlı solvent (çözücü) kullanmak gerekir. Yağ giderimi kesinlikle uygulanmalıdır.
- Organik bazlı çözücüler kullanılacaksa klorür içermeyenlere öncelik verilmelidir.

Atıklar

- Merdane millerinden gelen yağlar toplanarak bertaraf edilirler (örneğin yakılarak bertaraf edilebilir).
- Taşlama çamurları manyetizma etkisiyle ayrıldıktan sonra çıkan çelik metal parçalarının çelik üretim prosesinde geri kullanımıyla bertarafının sağlanması.
- Diğer kalan atıklar ise land-fill'e gönderilir.
- Demir ve çelik atıkları ise çelik üretim prosesine geri döndürülür.
- Eskimiş taşlama diskleri land-fill'e atılır.
- Eski merdaneler tekrar kullanılmayacak durumda iseler çelik üretim prosesine veya üreticisine geri döndürülür.
- Soğutma sıvıları ve kesme emülsiyonları içerdiği yağı ayırmak için arıtılır ve ayrılan yağ, yakılarak bertaraf edilir.
- Soğutma sisteminden gelen atıksular, yağ giderme ve emülsiyon ayırma sisteminden gelen atık sular, sıcak haddehaneler su arıtım tesisinde arıtılır ve geri kazanılır.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Bütün çevresel etkilerin azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut hadde tesislerine uygulanabilir.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomikliği:****Uygulamaya zorlayan nedenler:****Referans literatür:****A.4.1.12 Su Arıtımı****A.4.1.12.1 Su Tüketim ve Deşarjının Azaltılması****Açıklama:**

Yarı veya tam kapalı sistemlerin kurulmasıyla deşarj edilen atıksu miktarının mümkün olduğu kadar düşürülmesi sağlanır. Bu konudaki daha detaylı bilgiye Bölüm A.2.1.15'den ulaşılabılır.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Atıksu deşarjının ve kirliliğin azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Bazı tesislerde yer darlığı nedeniyle, açık soğutma sisteminden kapalı çevrim sistemine geçiş olmayabilir. Bu sistemlerin arıtma tesisleri vs ekipmanları için yatırım yapma maliyeti ve yer sıkıntısı buna neden olur.

Diğer etkiler:

- Enerji ve kimyasal madde tüketim miktarlarının artması..
- Atık çamur oluşumu

Referans tesisler:**Yarı kapalı çevrim tesisler:****Kapalı çevrim tesisleri : Stahlwerke Bremen, ...****İşletme verileri:**

Tablo A.4-16 yarı açık ve kapalı çevrim tesislerindeki emisyon seviyelerini göstermektedir. Karşılaştırmak amacıyla, açık sistemle ulaşılan sonuçlar ayrıca gösterilmektedir.

Parametre	Açık çevrim sistem	Yarı kapalı çevrim sistemi	Kapalı çevrim sistemi
AKM	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l
Spesifik emisyon	Yaklaşık 800 g/t	Yaklaşık 480 g/t	0-40 g/t
Su tüketimi	% 100	Yaklaşık % 60	Yaklaşık % 5
KOİ (O ₂)	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l
Spesifik KOİ	Yaklaşık 800 g/l	Yaklaşık 480 g/l	Yaklaşık 38 g/l
Hidrokarbon (HC)	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l
Spesifik Hidrokarbon emisyonu	Yaklaşık 100 g/t	Yaklaşık 60 g/t	Yaklaşık 5 g/t

Notlar: Bilgiler EUROFER HR'den alınmıştır. Üretim 3 milyon ton olarak alınmıştır. Atıksu arıtma tesisi özel arıtma tekniklerinden oluşmuş ve bir sonraki bölümde yer almaktadır. (detay bilgi yoktur)
1 Açık sistemle karşılaştırmalı olarak, su tüketimleri tesise özgü verilmiştir.

Tablo A.4-16: Değişik arıtma tesislerinden elde edilen tipik deşarj değerleri

Ekonomiklik:

Proses	Yatırım maliyeti	İşletme maliyeti	Su hacmi akış/tüketim
Açık sistemli arıtma tesisi	9.4-14.4 Milyon ECU	0.5 - 0.65 ECU/t	4000 m ³ /saat
Yarı kapalı sistemli arıtma tesisi	13.0-14.5 Milyon ECU	0.6 – 1.15 ECU/t	2500 m ³ /saat
Kapalı çevrimli arıtma tesisi *soğutma kulesiyle *ısı eşanjörüyle	25- 40 Milyon ECU 43.2 Milyon ECU	1.45 ECU/t 1.6-1.75 ECU/t	m ³ /saat ilave su tüketimi – ısı eşanjörlerinde daha fazla su tüketimi.

Notlar: Veriler HR'dan alınmıştır. Yıllık 3 Milyon ton sıcak haddelenmiş ürün esas alınmıştır. Yatırım maliyetleri iç donanım maliyetini içerir ancak bina, atelye vs maliyetlerini içermez. İşletme maliyetleri tipik olup; çamur ve toz uzaklaştırma maliyetlerini içermez.

Tablo A.4-17: Değişik su arıtma tesisleri için maliyetler

Uygulamaya zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.1.12.2 Yağ ve tufal içeren atıksuyun arıtımı

Tanım:

Sıcak haddehanelerden ve genellikle sürekli dökümlerden çıkan yağ ve tufal içeren atıksular; önce tufal çukurundan, çökeltme havuzundan sonra siklon ve filtrelerden geçirilerek temizlenir. Oldukça kompleks bir arıtım sistemi vardır. Atıksu önce tufal çukurundan geçirilerek içerisindeki büyük parçacıklar ayrılır. Sonrasında içinde kalan tufal ve yağın ayrılması için ikincil ve üçüncül arıtmadan geçirilir. Arıtma sistemine ait detaylar Bölüm D.9.1'de yer almaktadır.

Yağ ve tufal içeren atıksuların arıtımı için değişik arıtma sistemleri mevcut olup, bunlar sıcak haddehanelerden gelen suları arıtmak ve belli deşarj kriterlerine ulaşmak için kullanılır.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Suya verilen atık miktarında azalma, özellikle askıda katı madde, yağ ve greste düşüş görülür.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlerde uygulanabilir.

Diğer etkileri:

- Arıtma tesisinden yağ ve çamur atık olarak çıkar [Com D].

Referans tesisler:

Stahlwerke Bremen (D), SSAB (S), BSW (D).

İşletme verileri:

Örnek A: SSAB

Yağın ve tufalın önemli bir kısmı haddehane yanına kurulmuş olan iki adet tufal çukurunda sudan ayrılır. Arıtma tesisinde yağın ve tufalın yer çekimine göre ayrıştırılması için üç adet havuzu vardır. Son temizleme işlemi 10 adet kum filtresinde gerçekleşir. Son yıllarda su resirkülasyon oranı kademeli olarak arttırılarak, deşarj edilen su miktarı 200 m³/saat'in altına

indirilmiştir (ilk kurulduğunda bu miktar 3500 m³/saat olup, resirkülasyon oranı % 95'in üzerine çıkarılmıştır). Ayrıca ilave önlemler alınmış, örneğin ekipman ve makinelerden kaynaklanan yağ ve gres kaçaqları önlenmiş. Hortumlar değiştirilmiş, daha kaliteli kaplinler kullanılmaya başlanmıştır. Düzenli bakımlar yapılmaya başlanmıştır. [SSAB]

Bu şekilde yürütülen çalışmalarla yağ emisyonu 0,4 mg/l, (0,7 t/yıl), askıda katı madde ise 3,8 mg/l'ye (6 t/yıl) düşürülmüştür. (referans yıl 1994, aylık ortalama ?) [SSAB]

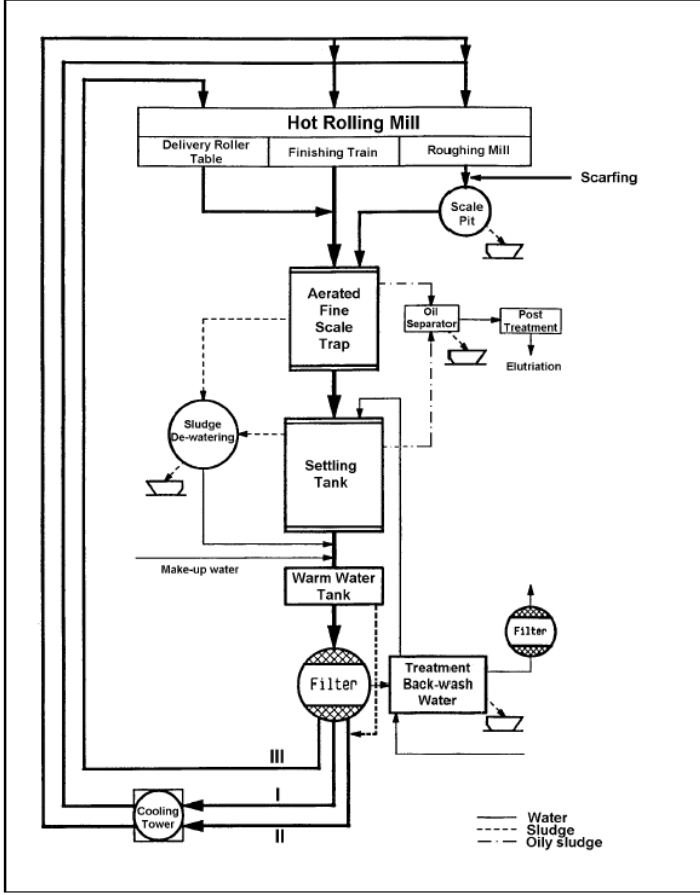
Örnek B: Stahlwerke Bremen

ŞekilA.4-13 Stahlwerke Bremen'de yer alan su arıtma ve geri dönüşüm sistemini göstermektedir. Tesis 18000 m³/saat kapasiteli olup, bunun 3500 m³/saat'i sıcak haddehaneden 14500 m³/saat'i ise sonlandırma hatlarından; bobin sarma, masa ve buhar tutma sistemlerinden gelmektedir. Büyük parçacıklı tufallar tufal çukurunda alındıktan sonra kalan sular havalandırılmalı çökeltme havuzlarından geçirilerek kalan küçük tanecikli tufalın ayrılması sağlanır. Su geri dönüştürülmeden önce kum filtrelerinde temizlenir. Bunlar 3 grup halinde basınçlı filtreler olup, tam kapasite çalışmakta olup, filtreleme hızı 21,4 m/saat'tir. Düşürülmüş askıda katı madde, demir ve hidrokarbon konsantrasyonları Tablo A.4-18'de gösterilmektedir [Dammann], [UBA-Kloeckner-82].

Parametre	Tufal çukuru, havalandırılmalı tufal tutucu, çökeltme tankı	Kum/Çakıl filtresi		
	Çıkış (mg/l)	Giriş ¹ (mg/l)	Çıkış (mg/l)	Azaltma (%)
AKM	40 -70	36	3.5 ~ 3.8	90
Demir	10 - 20	7.7	0.85	90
Hidrokarbon	1 - 2	1.7	0.5 ~ 0.6	65

Not : Veri kaynağı (UBA-Kloeckner-82)
¹ortalama giriş konsantrasyonu

Tablo A.4-18: Çevirim Suyundaki Kirlilik Konsantrasyonları



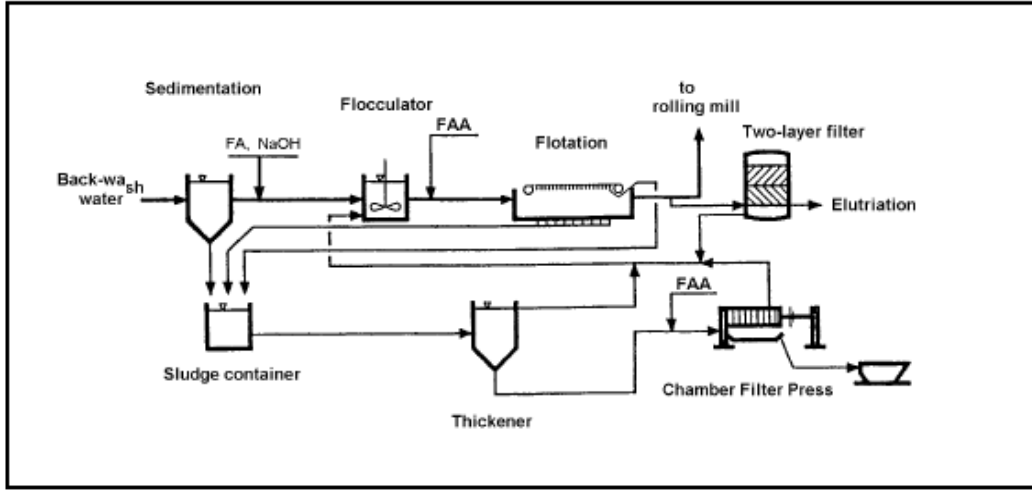
- I.Hat: 4600 m³/saat su makine soğutma suyu (yüksek kaliteli, yağ < 10 mg/l)
 II.Hat: 7400 m³/saat su, haddeleme hattı ve sonlandırma bölümünden (orta kaliteli, yağ ~ 15 mg/l)
 III.Hat: 6000 m³/saat su, merdane masasından (düşük kaliteli, yağ < 20 mg/l)

Şekil A.4-13: Sıcak haddehane su sirkülasyon sistemine ait örnek (UBA-CS-8007)

Buharlaşma kaybı ve konsantrasyon artışlarından dolayı yapılan deşarjlar neticesindeki eksilmeler için nehirden alınan tamamlama suyu sisteme ilave edilir. Konsantrasyon artışı nedeniyle deşarj edilen su kum filtrelerinin geri yıkamasında ve curuf işleme tesislerinde kullanılabilir [Dammann], [UBA-Kloeckner-82]

Filtre geri yıkamasından çıkan yaklaşık 750 m³/saat su, şekil A.4-14’de görüldüğü şekilde arıtılır. Yaklaşık katı maddenin % 92’si çöktürme havuzunda kalan askıda katı madde (yaklaşık konsantrasyonu 50 mg/l) ve hidrokarbonlar (yaklaşık 1.5 mg/l) flokülasyon ve flotasyonla arıtılır. Arıtılan su tekrar sisteme sirküle eder. Kısmi ayrılmış bir hattan çıkan ve atılacak olan su ise iki katmanlı filtreden geçirilir. Askıda katı madde ve hidrokarbon konsantrasyonları 10 mg/l ve 1 mg/l’in altında kalır. Bu değerler, resmi kurumlar tarafından konulan sınırların altındadır. Ulaşılan deşarj değerleri Tablo A.4-19’da gösterilmektedir.

Su çeviriminin bakımı için biyosit, korozyon inhibitörü ve dispersantlar kullanılır. Gerekirse günde bir kere klorlama yapılır.



FA= Flokülasyon yardımcı kimyasalı FAA= Filtrasyon yardımcı kimyasalı
Şekil A.4-14: Geri yıkama suyu arıtımı (UBA-CS-8007)

Parametre	Konsantrasyon (mg/l)	Numune Alma Şekli	Ölçümler (1998) İşletme/Denetim
Demir	0.13	Kaliteli rastgele örnek	12/6
Yağ	<0.1	Kaliteli rastgele örnek	12/6
AKM	<3	Kaliteli rastgele örnek	12/6
Cr	<0.01	Kaliteli rastgele örnek	12/6
Ni	0.02	Kaliteli rastgele örnek	12/6
Zn	0.03	Kaliteli rastgele örnek	12/6

Not: Veri kaynağı; Stahlwerke Bremen. Düzenlenmiş rastgele alınan örnekler 1998 yılına aittir. Atıksu miktarı 1620404 m³'dür.

Tablo A.4-19: Geri yıkama suyu deşarj parametreleri (Com2 D)

Örnek C: SIDMAR

SIDMAR'daki su çevrim sistemi 3 bölümden oluşmuştur. 3 bar'lık destek merdaneleri soğutma suyu, merdane masası ve motorları, 12 bar'lık merdane soğutma, tufal giderme pompası ve 150 bar'lık fırın çıkış ve sonlandırma sistemi tufal giderme sularıdır.

Toplam akış, 13000 m³/saat'tir. Yağ ve tufal içeren sular 150 bar'lık tufal çukurunda alındıktan sonra kum filtrelerine gelir. Hazırlama ünitesinden gelen sular, büyük oranda tufal, % 20'den az yağ ve gres içerir. Soğutma veya başka arıtıma ihtiyaç olmadan sular 3 bar basınçla tekrar sistemde kullanılır. Sonlandırma hattından gelen sudaki tufal, çok ince taneciklidir. % 80'in üzerinde yağ ve gres tüketimi bu hatta olmaktadır. Dekanter ve kum filtresinden sonra bu suyun soğutulup, 3 bar'lık sistemde yeniden kullanılması gerekir. Yeniden kullanılan kanal suyu, 5 mg/l'den daha az askıda katı madde ve 0.2 mg/l'den az hidrokarbon içermektedir.

Buharlaştırma kayıplarından ve yüksek Na ve Cl içeriğinden dolayı yaklaşık 500 m³/saat taze su sisteme ilave edilir, bu su soğuk haddeleme prosesinden alınır. Konsantrasyon artışı nedeniyle atılan su da vardır. Suyun yeniden kullanım oranı, % 95'in üzerindedir.

Atıksu arıtma tesisi verimi ve çıkan kirlilik, arıtma tesislerinin proseslerine bağlıdır. Tablo A.4-20 su arıtma tesisleri proseslerini ulaşılan deşarj kriterlerini göstermektedir.

Atıksu arıtma tesisi sonuçları		
Arıtma öncesi	Arıtma	Arıtma sonrası (mg/l)
Yağ/Gres: 10-200 mg/l 0.7-2.73 kg/t AKM: 120-2000 mg/l 0.13-4.57 kg/t	Örnek E Çökeltme+Flokülasyon, flotasyon+kum filtresi	Yağ: 50 AKM:50
	Örnek F Çökeltme+Flokülasyon + Soğutma + kum filtresi	AKM:<10 Yağ:<5 Fe: 12 Ni, Cr, Cu, Zn, Pb, Cd:<0.1
	Örnek G Çökeltme+Flokülasyon + Soğutma + magnetik filtrasyon ¹	Azaltma: AKM: %90 (3-9 mg/l'den az) Yağ: % 50-90
	Örnek B Çökeltme + havalandırma sinter uzaklaştırma + flotasyon + kum filtresi + blöf suyu: biyolojik arıtım	Azaltma: AKM: (>63 µm): % 99 31<AKM<63 µm: % 20-80
	Örnek H Siklon + çökeltme havuzu, kum filtresi, soğutma kulesi	Yağ: 50 (=20g/t) AKM: 50 (=20g/t) COD:100
Not: Veri Kaynağı (EC haskoning) 1 : AKM arıtma tesisi öncesi konsantrasyonu 30-100 mg/l		

Tablo A.4-20: Değişik arıtma tesisleri için kirlilik azaltma oranları

Ekonomiklik:

Uygulamaya zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.1.12.3 Soğutma Suyu Arıtımı

Açıklama:

Soğutma suyu çevirimini işletmek için su, tekrar soğutulup, arıtılmalıdır.

Soğutma, soğutma kuleleriyle veya ısı eşanjörlerinde yapılır. Basınçlı ters akımlı soğutma kulelerinde su, kule bölmelerinde yer alan dolgu malzemelerine çarpar ve tavalardan akarak aşağıya iner. Fanlar alttan hava üfleyerek suyun soğutulmasını sağlar. Soğutma suyun buharlaşmasıyla sağlanır. Soğutma verimi, üflenen havanın miktarına bağlıdır. Havuzdaki suyun tuzluluk konsantrasyonu elektrik iletkenliği ölçümü ile sağlanır. Gerektiği takdirde , dispersant, sodyum hipoklorit, biyosit (mikroorganizma üremesini önlemek için), pH ayarı için asit veya alkali solüsyonları ilave edilir.

Plakalı eşanjörlerde sıcak su, plakalar üzerindeki kanallardan aşağıya inerken, ısı eşanjör duvarlarından transfer olur.

Hibrit soğutma kulelerinde, plakalı eşanjör soğutma kulesi üstüne yerleştirilir, alt bölmede ise su, buharlaşarak soğutulur. Eşanjörden dolayı, % 100 nemli olan hava önce ısıtılır sonra kondense olup, düşük yoğunlukta aşağıya iner.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Su yeniden proseste kullanıldığı için su tüketimi azalır.

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

- Biyosit ve dispersant ilave edilmesi. [Com HR].
- Resirkülasyon pompaları nedeniyle enerji tüketiminin artması. [Com2 HR].

Soğutma kulesi yapımı planlanırken kulenin yapılacağı alanın coğrafik durumu dikkate alınmalıdır. Zira su buharının yayılması, endüstriyel sis oluşturması problem olabilir. Özellikle Avrupa'nın merkezinde bu bir problemdir.

Referans tesisler:

İşletme verileri: Tablo A.4-16'ya bakınız [Com2 HR].

Ekonomikliği:**Uygulamayı zorlayan nedenler:****Referans literatür:****A.4.1.13 Atık / Yan Ürün Arıtma ve Geri kazanım****A.4.1.13.1 Kuru veya suyu azaltılmış oksitlerin tesis içinde geri kazanımı****Açıklama:**

Yüzey temizleme işlemleri sonucu açığa çıkan kuru veya suyu azaltılmış oksit tabakası, manyetik yöntemle veya mekanik ızgaralarla sudan ayrılarak tesis içinde tekrar kullanılır. Bu oksit tabakaları doğrudan sinter, yüksek fırın veya çelik üretim prosesinde kullanılabilir.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Atık miktarının azaltılması.
- Malzemenin demir içeriğinin kazanımı.

Uygulanabilirlik:

- Bazı geri dönüşüm alternatifleri briketleme yapmak için ön işlem gerektirir. [Com D].

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomikliği:****Uygulamaya zorlayan nedenler:****Referans literatür:****A.4.1.13.2 Yağlı tufal için geri dönüşüm teknolojileri****Açıklama:**

Yağlı tufalın metalurjik proste tekrar kullanımı içeriğindeki yağdan dolayı sınırlıdır. 0.5 ile 5 mm arasında ve yağ içeriği % 1'in altında olan tufallar sinter tesisinde herhangi bir ön işlem gerektirmeden kullanılır. Yüksek yağ içerikli olanlar (> %3) VOC ve dioksin emisyonlarına neden olmakta baca gazı arıtım sistemini etkilemektedir (örneğin elektrofiltrede yangın çıkmasına neden olabilir). Bu nedenle yağlı tufal kullanılmadan önce bir ön işlemden geçirilmelidir. Küçük tanecikli tufallar genellikle 0.1 mm'den küçüktür. Küçük parçacıklar yağı bünyelerine daha çok aldıkları için (yaklaşık % 5-20) sinter prosesine ön işlem yapmadan geri döndürülmezler. Yüksek yağ içeriği tam yanma sağlanmazsa yağ buharları oluşmasına ve atık gaz arıtım sisteminde yangına neden olur. [Com A]

Yağlı tufal arıtımına örnekler:

Briketleme ve konvertöre şarj etme

Tufal içeren çamur bağlayıcı ilavesiyle briket haline getirilir. Oluşan malzeme konvertöre şarj edilecek niteliktedir. Briketin soğutma etkisi nedeniyle konvertöre şarjı uygundur. Antrasit gibi katkı malzemeleri ekleyerek briketler, termal olarak nötral hale gelirler.

CARBOFER

Yağlı tufal kireç ve kömür tozuyla ya da demir ve karbon içeren baca tozuyla kıştıırılarak kuru bir karışım haline getirilir; yüksek fırınlara veya elektrikli ark ocaklarına enjekte edilir. Bu yöntemle bütün çıkan malzemenin geri dönüşümü sağlanır. [Com HR].

Yıkama (PREUSSAG metod/yağsızlaştırma)

Yıkama suyu kimyasalı yağlı çamura kıştıırılarak eklenir. Solüsyon yıkandıktan sonra yağ ve katı madde ayrılır. Demir içeren malzemenin yağ oranı % 0.2'nin altında kalmıştır.

Flotasyon (THYSSEN metod/yağsızlaştırma)

Tufal içeren çamur kimyasallar ilavesiyle 3 aşamalı flotasyon ünitesinde şartlandırılır. Sonuç olarak demir içeren ürün ile yağlı çamur açığa çıkar.

Döner fırın (yağsızlaştırma)

Yağ ve su içeren tufal, susuzlaştırıldıktan sonra 450 – 470 oC'ye çıkarılarak yağ alınır. Sonuç olarak yağ alınmış demirli malzeme elde edilir (~ 0.1 %). Fırın direk veya indirekt olarak ısıtılmalıdır. Bu proses sonucu enerji tüketilmiş ve havaya emisyon verilmiş olur.

2-katmanlı sinter teknolojisi

Proses basamakları:

Şarjın hazırlanması (hadde tufalı, baca tozu, vs.)

Karışımın hazırlanarak ateşleme bölgesinin yaklaşık 10 m önünden sintere şarj edilmesi ve ikincil yakma bölgesine geçilmesi.

Doğrudan yüksek fırında kullanımı (VOEST-ALPINE STAHL metod)

Tufal doğrudan yüksek fırınların alt bölgesine çamur yakma lansıyla şarj edilir. Çok ekonomik bir bertaraf yöntemidir. Hidrokarbonun enerjisi ile içerdiği demir oksit kullanılır ve çevre kirliliğine de neden olmaz. Ancak çamur ve atık yağ yakma lansı olan fırınlarda sadece bu işlem yapılabilir. Ayrıca çamuru fırının tabanına şarj etmek gerekir, üst bölgesine değil. Bu da hidrokarbonların iyice yakılmasını sağlamak, buharlaşmasını önlemek içindir. Emisyon çıkışlarına önem verilmesi gerekir. Hidrokarbonların iyice yakıldığından emin olmak gerekir. Bu atıkların fırın içerisinde birkaç kez yakılması emisyonların artmasına neden olmaz.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Atık miktarının azaltılması.
- Demir içeriğinin hammadde olarak kullanılması.

Uygulanabilirliği:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:

- Yağ giderme metodları yıkama veya flokülasyon kimyasallarının kullanımını gerektirir. Bunların ve flotasyon sistemi sonucunda yağlı atıklar oluşur.
- Termal arıtım enerji tüketirken havaya emisyon çıkışına da neden olur.

Referans tesisler:

İşletme verileri:
Ekonomiklik:
Uygulamaya zorlayan nedenler:
Referans literatür:

A.4.2 SOĞUK HADDELEME HATTI

A.4.2.1 Hammadde ve Yardımcı Maddelerin Manipasyonu ve Depolanması

A.4.2.2 Asitleme

A.4.2.2.1 Atıksu Miktarı ve Atık Karışımının Azaltılması

Açıklama:

Atıksu miktarının ve atık azaltma teknikleri aşağıdakileri içerir:

- Sıcak haddeleme ve çelik üretimi sırasındaki demir oksit oluşumunun azaltılması (örneğin yüksek basınçlı tufal gidermeyle, hızlı soğutma, kısa depolama süresi, korozyonu önleyecek depolama ve transfer ile sağlanır) Demir oksit çelik yüzeyinden uzaklaştırılması, asit tüketimi ile doğru orantılıdır. Demir oksit oluşma potansiyeli sınırlı olmasına rağmen soğutma hızı kontrolü tufal oluşumunu etkiler. Bu asitleme hızını etkiler ve proses için harcanan enerji miktarını düşürür. Kalite nedeniyle sıcak haddelenmiş şeridin hızlı soğutulması sınırlandırılmıştır. Tufal giderme işleminin asitleme yerine mekanik olarak yerine getirilmesi ve böylece atıksu çıkışının önlenmesi.
- Paslanmaz çelik için mekanik tufal giderme sadece prosesin bir bölümünde yapılabilir, kısmen asitleme yerine kullanılır. [Com2 CR] Bununla birlikte enerji tüketimi nedeniyle mekanik tufal giderme işleminin sakıncası olabilir.
- Asit tüketimi ve rejenerasyon maliyetleri asitleme prosesine uygun inhibitörler ilave edilerek düşürülebilir. Özellikle düşük ve normal alaşımli çeliklerde uygulanabilir (paslanmaz çeliğe uygulanmaz). İnhibitörlerin çelik yüzey kalitesine olumsuz etkileri vardır (pas oluşumu gibi).
- Asitleme konsantrasyonu ve sıcaklığı arasında bir denge olmasına rağmen, asitleme sıcaklığı yükseltilecek asit konsantrasyonu düşürülür. Optimum kriterler; asit kayıpları, asitleme verimleri ve enerji tüketimidir. Asitleme sıcaklığının artırılması, paslanmaz çelik asitlemesinde NO_x oluşumunu artırır, bu nedenle NO_x'un oluşumu sınırlanırsa reaksiyondaki denge sağlanmış olur.
- Asit konsantrasyonu elektriksel proses kullanılarak düşürülür.
- Atıksu miktarı basamaklı akış sistemi kullanıldığı takdirde azaltılır.
- Asitleme ve yıkama ekipmanlarının iyileştirilmesiyle (mekanik ön arıtım, tankların kapatılmasıyla asit buharı yıkama sularının azaltılması, daldırmalı tip işlem yerine spray tip kullanmak, sıkıştırılmalı merdane kullanarak asitleme ve yıkama sıvısındaki kalıntıların taşınmasını önlemek) atıksu oluşumu azaltılır.

- Asitleme ve yıkama suyunun filtrelenerek yeniden kullanımı ile solüsyonların kullanım ömürleri arttırılır.
- Asitleme solüsyonunun rejenerasyonu. Rejenerasyonla nötralize edilecek asit miktarı azaltılır. Rejenerasyonun yapılabilmesi için asit miktarı ve konsantrasyonunun belli bir seviyeye gelmesi gerekir.
- Solüsyon rejenerasyonu kısmi iyon değiştirme veya elektrodializle yapılabilir.
- Hammaddenin uygun seçilmesiyle atıksuya olabilecek kontaminasyonlar minimize edilir.
- Oksit tozu oluşumu (bobin açma sırasında, girişte veya düzeltme sırasında), uygun toz emiş sistemleri kurarak sağlanır.
- Asitin indirekt olarak ısıtılması. En çok kullanılan ısıtma yöntemi ısı eşanjörü kullanılmasıdır. Buharla ısıtma asidi seyrelteceği için bu şekilde ısıtılan asit rejenere edilemez.

A.4.2.2.2 Bobin Açma Toz Emisyonlarının Azaltılması

Açıklama:

Bobin açma ve germe sırasında demir oksit tozları açığa çıkar. Tozların ortama yayılmasını önlemek için su perdeleri kullanılır. Bu ıslak metod demir oksitin sudan ayrılmasını sağlamak için bir ayırıcı sistemine ihtiyaç duyar. Bu kendi başına bir sistem olabileceği gibi tesisin genel su arıtma tesisine de bağlanabilir. Bazen bu ıslak metod ile demir oksit parçacıklarının asitleme hattındaki merdanelere yapışmasına bu da şeridin yüzey kalitesinin bozulmasına neden olur ki bu da istenmeyen bir durumdur. Bu durumda torbalı filtrelerden geçirilen bir toz emiş sistemi kurulması da tozun tutulması için alternatif bir yöntemdir.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Ortamda toz oluşumunun önlenmesi.
- Havaya verilen emisyonların azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlere uygulanabilir.

Diğer etkiler:

- Enerjinin tüketimi.
- Atıksu ve atık oluşumu (filtre tozu)

Referans tesisler:

İşletme verileri ve ekonomikliği:

Su spreyleme sistemi yatırım maliyetleri 50.000 Euro, hava emme ve torbalı filtrasyon sisteminden geçirme sistemi yatırım maliyeti ise 280.000 Euro'dur (3 Milton ton/yıl üretim kapasiteli tesis için) [CITEPA]

Uygulamayı zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.2.3 Mekanik Ön Tufal Giderme Prosesi

Açıklama:

Mekanik tufal giderme teknikleri; örneğin taşlama, gerdirerek düzeltme, temper hadde veya doğrultma üniteleri sıcak haddeleme tufalının büyük bir kısmının giderilmesini sağlar. Çelik yüzeyinden tufalın giderimi mekanik olarak sağlandıktan sonra kimyasal işlem ihtiyacı azalacak dolayısıyla, asitleme prosesinde daha az asit tüketilecektir.

Mekanik tufal giderme prosesleri, hava emiş sistemleri ve emilen havadaki tozu tutma sistemleriyle donatılmıştır. Genellikle torbalı filtreler kullanılır.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Asit tüketiminin azaltılması.
- Asitleme prosesinin etkinliğinin artması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni tesislere uygulanabilir. Eski tesislerde yer sorunu yoksa kullanılabilir.
- Mekanik tufal giderme paslanmaz çelik üretimi için sadece asitleme prosesinin başlangıcında uygulanır. Daha sonraki aşmalarda yapılırsa biten mamulün yüzey kalitesini etkiler.

Diğer etkiler:

- Enerji tüketiminin artması.
- Toz çıkışı. Bunun sistemden alınarak toplanması gerekir..
- Atık oluşumu (filtre tozu).
- Asitleme işleminin etkinliğinin artırılmasıyla, asitleme banyo sıcaklığı düşürülebilir, böylece buharlaşma kayıpları azalır. Asitleme hattı üzerindeki yükün kaldırılmasıyla asit tüketimi ve çıkan atık miktarı azalacaktır.

Referans tesisler:

Thyssen Stahl, Krefeld, Almanya (sıcak ve soğuk şeritler için yatay taşlama, torbalı filtreler)
[Met-Plant-Int-1-94]

İşletme verileri:

	Konsantrasyon (mg/Nm ³)	Spesifik Emisyon (kg/t ürün)	Azaltma oranı ¹ (%)	Atık Gaz Hacmi	Analiz metodu
Örnek A: Paslanmaz çelik tesisinde taşlama ünitesi					
Toz	15-25 ¹	0.01-0.02	> 95	350 – 450 m ³ /t	BS 3405
Cr, Mn, Ni	5 mg/m ³ limitinin altında ²				
Örnek B: Sıcak haddelenmiş çelik bandların tavlama ve asitleme hatlarına ait taşlama ünitesi					
	4.5/<1/2.6			13800/15200/18200 Nm ³ /saat	
Not: Örnek A'nın veri kaynağı (EUROFER CR), Örnek B'nin (FIN 28.3) ¹ (CITEPA) raporları 20 mg/m ³ 'ün altında, V=135000 m ³ /saa ve max. Kapasite 225 t/saat ² Veri kaynağı (Met-Plant-Int-I-94)					

Tablo A.4-21: Taşlama prosesinde torbalı filtre sonrası toz emisyon seviyeleri

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten nedenler:****Referans Literatür:****A.4.2.2.4 Yıkama (Durulama) Prosesi Optimizasyonu/ Kademeli Yıkama**

Tanım: Bölüm D.8'e de bakabilirsiniz.

Optimize edilmiş yıkama prosesinin amacı atık su oluşumunu azaltmak ve yıkama suyuna olabilecek kontaminasyonu en aza indirmektir. Atık su miktarını ve arıtma tesisinden çıkan çamur miktarının azaltılması için kullanılan ortak yöntem çapraz akışlı, sıkıştırılmalı merdane sistemiyle kombine edilmiş kademeli yıkama sistemi kurulmasıdır. Ayrıca kullanılan yıkama suyu, asitleme banyosunda tamamlama suyu olarak tekrar kullanılabilir. Sıkıştırma ve silme merdaneleri aynı zamanda asitleme banyolarının önüne ve arkasına da monte edilebilir. Asitleme banyosunda şerit yüzeyine yapışarak gelen maddeler, kademeli yıkama prosesinde şeritten ayrılır ve temizlenir. Tipik bir kademeli yıkama sistemi, üç veya altı bölmeli olup, sıkma merdanelerinin kullanımıyla, istenmeyen maddelerin diğer bölmelere taşınması önlenir. Taze ve kondense olmuş su, son bölmeye eklenerek kademeli çapraz akış sayesinde suyun bir önceki bölmeye gitmesi sağlanır. İlk bölmeden taşarak depolanan fazla sular rejenerasyon tesislerine giderler. Ara tanklardan çıkan asit buharları absorpsiyon kolonlarından geçirilerek rejenerasyon tesislerine veya asitleme banyosu seyreltilmesi için asitleme tanklarına verilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Su tüketimi azaltılmıştır.
- Atıksu ve arıtmadan çıkan çamur miktarı azalmıştır.
- Asit tüketimi düşmüştür.

Uygulanabilirlik:

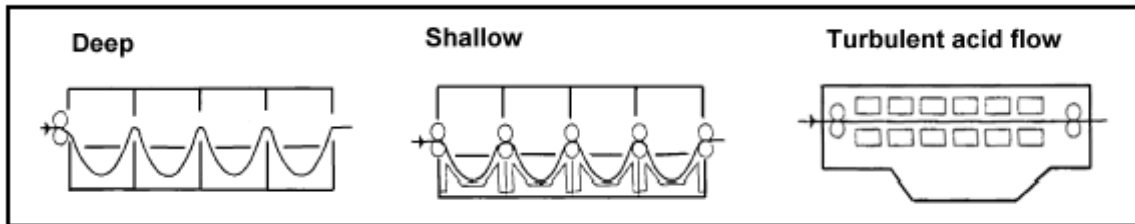
- Yeni ve mevcut tesislerde uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler: Jenn An, Taiwan

İşletme verileri:**Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****A.4.2.2.5 Türbülanslı Asitleme****Tanım:**

Asitleme tekniklerindeki son gelişmeler; daha çok prosesin veriminin artırılması, asitleme hızı ve kalitesinin artırılarak prosesin daha kolay kontrol edilmesini sağlamak içindir. Şekil A.4-15 derin asitleme tanklarından daha sığ tanklar ve türbülanslı asitlemenin yapıldığı sistemleri göstermektedir. Türbülanslı akışta asit, şerit yüzeyine asitleme tankları arasındaki ince açıklıktan girerek dağılım sağlanmaktadır.



Şekil A.4-15: Değişik tipli asitleme tankları

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Verimin artması

- Enerji ve asit tüketiminin azalması

Uygulanabilirlik:

- Yeni tesisler, mevcut sistemlere de modernizasyon yapılmak suretiyle uygulanır.

Diğer etkiler:

- Proses çok verimli olduğu için, asit banyosu sıcaklığı düşük tutulur, buna bağlı asit tüketimi de azalır. (Metall94).
- Turbülanslı asitlemeyi kontrol etmek kolay olduğu için asitleme kayıpları en aza indirilir (% 20-30, 0,8-1,2 kg/t olur). (Metall94).
- Yeni asit tüketim ve kullanılan asitlerin rejenerasyon kapasiteleri azalır (Metall94).

Referans tesisler:

Stahlwerke Bochum AG (Germany); BHP (Australia); Sumitomo Metals (Japan); Sidmar (Belgium); Thyssen Stahl (Germany); ILVA (Italy); ALZ (Belgium), Avesta (Sweden); Allegheny Ludlum (USA) [Metall94]

İşletme verileri:

Ekonomiklik: Yatırım ve işletme maliyetleri düşüktür.

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Asitleme prosesi verimliliği ve kalitesi artar bu da mali yönden avantaj sağlar.

Referans literatür:**A.4.2.2.6 Asitleme Solüsyonunun Temizlenmesi ve Yeniden Kullanımı****Tanım:**

Kısmi mekanik filtreleme, asidin rejenere edilerek dahili kullanımı, asitleme solüsyonunun kullanım ömrünü arttırmak amacıyla uygulanır. Solüsyonun içerdiği parçacıklar filtre edilerek ayrılır. Asidin ısı eşanjörleri kullanılarak soğutulması, absorpsiyon prosesinden önce gerçekleştirilir. Reçineler kullanılarak serbest asidin absorblanması sağlanır. Serbest aside doyan reçineler, temiz su kullanılarak temizlenir ve çıkan solüsyon asitleme prosesine geri döndürülür.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asit tüketiminin azaltılması (atıksu ve çamur hacmi düşer)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlerde kullanılır.

Diğer etkiler:

- Enerji tüketiminin artması.

Referans işletmeler:

Allegheny Ludlum, USA

İşletme verileri:**Ekonomikliği:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****A.4.2.2.7 Hidroklorik Asidin Sıcak Spreylemeyle Rejenerasyonu**

Tanım:

Bölçüm D.6.10.1.2'ye rejenerasyon prosesi için, emisyon azaltım teknikleri için ise Bölüm D.6.3'e bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminin düşmesi (12 - 17.5 kg/t'dan 0.7 - 0.9 kg/t'a düşmesi; HCl conc. 33 %).
- Atıksu ve çamur hacmi düşer.

Uygulanabilirlik:

- Yeni tesislerde ve mevcut sistemlerin de büyüklüğüne bağlı olarak uygulanır.

Diğer etkiler:

- Enerji ve su tüketimi.
- Havaya emisyon çıkışı olur (yakma ürünleri ve asit buharları). Bunlar, örneğin ıslak tip yıkayıcılarla giderilir.
- Atıksu oluşur ve bölüm A.4.2.2.28'de belirtildiği şekilde arıtılır.
- Deşarj edilen askıda katı madde miktarı ton arıtılan su başına 2.86 gramdır.
- Asit üretiminin düşmesi (üretici tarafından).
- Satılabilir yan ürün oluşumu, örneğin demir oksit oluşumu. Bu malzeme ferrit, renk ve cam üretim sanayinde kullanılır.

Referans tesisler: (Karner-1)

Firma	Sözleşme tarihi	Kapasite (l/saat)	Açıklama
Hoesch Stahl AG, Dortmund, FRG	1989	9000	
Ornatube Enterprise, Kaohsiung; Taiwan	1989	900	
Shanghai Cold Strip, China	1989	2900	
China Steel, Kaohsiung, Taiwan	1989	1900	
Sidmar S.A Gent, Belgium	1990	11000	
Anshan Iron & Steel, China	1991	2x6000	Yüksek safiyette oksit
Benxi Iron & Steel, China	1992	5000	
Karaganda Met. Komb., Kazakhstan	1992	2x10000	
MMK Magnitogorsk, Russia	1993	11000	
Baoshan Iron & Steel, China	1994	2x2900	Yüksek safiyette oksit
Hanbo Steel, Korea	1994	11000	

İşletme verileri:

Tablo A.4-22 ve Table A.4-23, HCl sıcak spreyleme sistemindeki HCl tüketim ve emisyon seviyelerini göstermektedir.

Girdi / Tüketim Seviyesi	
Kullanılan asit	0,7-0,9 kg/t
Soğutma suyu	0,07-0,09 m3/t
Endüstriyel + demineralize su	0,09-0,15 m3/t
Enerji	
Elektrik enerjisi	4-15 MJ/t
Doğal gaz	102-119 MJ/t
Çıkış / Emisyon Seviyesi	
Katı yan ürünler : Fe2O3	Spesifik Emisyon 5,1-5,4 (5,6 Sidmar) kg/t
Resirküle eden asit (%20)	23-40 kg/t
Soğutma suyu (çıkış)	0,07-0,09 m3/t
Atık gaz	24-38 m3/t
Atık su (deşarj edilen)	0,04-0,07 m3/t

Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)

Tablo A.4-22: HCl sıcak spreyleme sistemindeki HCl tüketim ve emisyon seviyeleri

	Konsantrasyon (mg/Nm3)	Spesifik Emisyon (kg/t ürün)	İndirgeme oranı ¹ (%)	Analiz metodu
Toz	20-50	verilmemiş	verilmemiş	EPA
SO ₂	50-100	verilmemiş	verilmemiş	İyon kromatografi ile SO ₄ tayini (NBN T95-202)
NO ₂ ²	300-370	0,014	> 90	İyon kromatografi ile NO ₃ tayini (NBN T95-301) Luminiscence
CO	150	0,006	> 90	Umwelt-BA EM-K1
CO ₂	180000	6855	> 90	İnfrared
HCl	8-30	3,05 E-4	> 98	İyon kromatografi (ASTM D 4327-84), Potansiyometrik titrasyon (NEN 6476)

Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)

¹ İndirgeme hızı gaz temizleme tesisi öncesi ve sonrasındaki kütleli debi üzerinden tespit edilmiştir.

² (% O₂)

Table A.4-23: HCl sıcak spreyleme sisteminden havaya verilen emisyonlar

Tesis sahipleri kirlilik konsantrasyonunun HCl ve serbest Cl₂ olarak 2 mg/m³'den daha düşük olduğunu iddia etmektedirler. (Karner-1)

Çapraz akışlı dolgulu yıkayıcı ve alkali yıkayıcı sistemiyle HCl emisyonu < 15 mg/m³ olmakta, bu tesisin yatırım maliyeti 1175 kecu, işletme maliyeti ise 6 kecu/yıl (elektrik tüketimi 300 kWh, V= 10000 m³/saat) olarak (CITEPA) tarafından raporlanmıştır.

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.2.8 Akışkan Yataklı Sistemle Hidroklorik Asit Rejenerasyonu

Tanım:

Rejenerasyon prosesi için Bölüm D.5.10.1.1'i emisyon azaltım teknikleri için ise Bölüm D.5.3'e bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminin azalması.
- Atıksu ve çıkan çamur miktarının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Büyüklüğüne bağlı olarak eski tesislerde ve yenilerinde uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Modern asitleme tesislerinin akışkan yataklı sistemde dahil olmak üzere ekonomikliği aşağıda belirtilen faktörlere bağlıdır:

- Ham asit tüketimi
- Durulama ve yıkama suyu temini
- Temiz, demir içermeyen serbest hidroklorik asit üretimi
- Değişik endüstrilerde kullanılan demir oksit üretimi

Genellikle asitleme tesislerinin yatırım maliyetleri, akışkan yataklı sistem de dahil olmak üzere işletme maliyetleri ve diğer faydaları dikkate alındığında tercih edilmektedir. Tüm yatırım maliyetleri bir tesisten diğerine farklılık gösterir. Bu da asit fiyatlarının, atık asit rejenerasyon fiyatlarının bulunduğu yere göre değişiklik göstermesinden kaynaklanır. Ayrıca tesislerin toplam modernizasyon ve yeni yapılan tesisler için maliyetler de bu toplama dahildir. (Rituper-1)

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.2.9 Atıksu Çıkışı olmayan HCl Asitleme Hattı

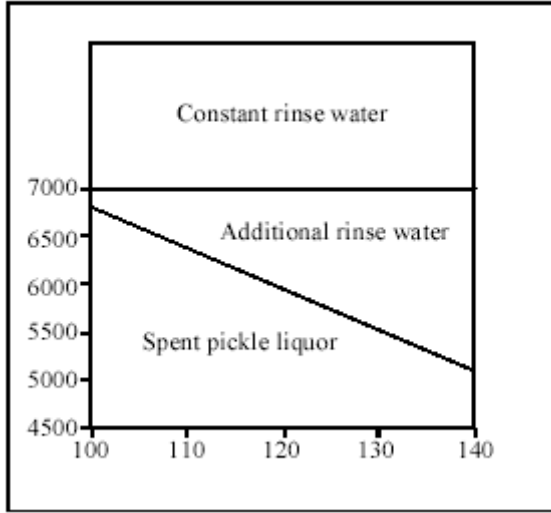
Tanım:

Asitleme hattından çıkan atıksuyu tespit etmek için, asitleme, durulama ve gaz yıkama işleminden çıkan atıksuları dikkate almak gerekir. Akışkan yataklı proses kullanıldığında asitleme işlemi çıkışındaki solüsyon, asitleme tankları arasında ve rejenerasyon ünitesinde geri dönüşümü sağlandığı için yaklaşık sıfır asit tüketimine neden olur, sadece çok az miktarda buharlaşan asidin yerine takviye yapılır (Rituper.1).

Akışkan yataklı proses sadece 850 oC'da çalıştığı için ilave durulama ve yıkama suyu , asitleme hattından rejenerasyon ünitesine gelir. Venturi yıkayıcılarındaki enerji dengesine göre reaktör çıkış gazının soğutulması için ilave su gereklidir. (Rituper-1)

Akışkan yataklı prosesin durulama ve yıkama suyu miktarı asitleme suyu içerisindeki demir oranına göre değişir. Yıkama suyu ihtiyacı, örnek olarak Şekil A.4-16’da gösterilmektedir. Durulama suyunun bir kısmı absorpsiyon için kullanılırken, kalan kısım venturi yıkayıcıya eklenir. (Rituper-1)

Şekil A.4-16’da verilen örnek, toplam 5943 l/saat durulama suyunun HCl absorblaması için kullanıldığını göstermektedir. Asitleme solüsyonunun demir içeriğine bağlı olarak 500 l/saat, 105 g/l Fe⁺⁺ ve 1750 l/saat, 130 g/l Fe⁺⁺ içeren durulama suyu ilave olarak kullanılmıştır.



Şekil A.4-16: Demir içeriğine bağlı olarak durulama suyu kullanımı (Rituper-1)

Bu örnek, atıksu çıkışı olmaksızın asitleme işleminin gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Kullanılan asitleme solüsyonu, durulama suyu miktarı ve konsantrasyonu önemlidir.

Bu proses tamamen kapalı bir sistem olup, atıksu çıkışı olmayan ve bir çok modern tesise yapılmıştır. Bu tesislerin HCl asit tüketimi ton asitlenen malzeme başına 0,2 kg’dan daha azdır. Bunun bir örneği şekil A.4-17’de görülmektedir. (Rituper-1)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atıksu deşarj problemi yoktur.

Uygulanabilirlik:

- Büyüklüğüne bağlı olarak eski tesislerde ve yeni tesislerde uygulanır.

Diğer etkiler:

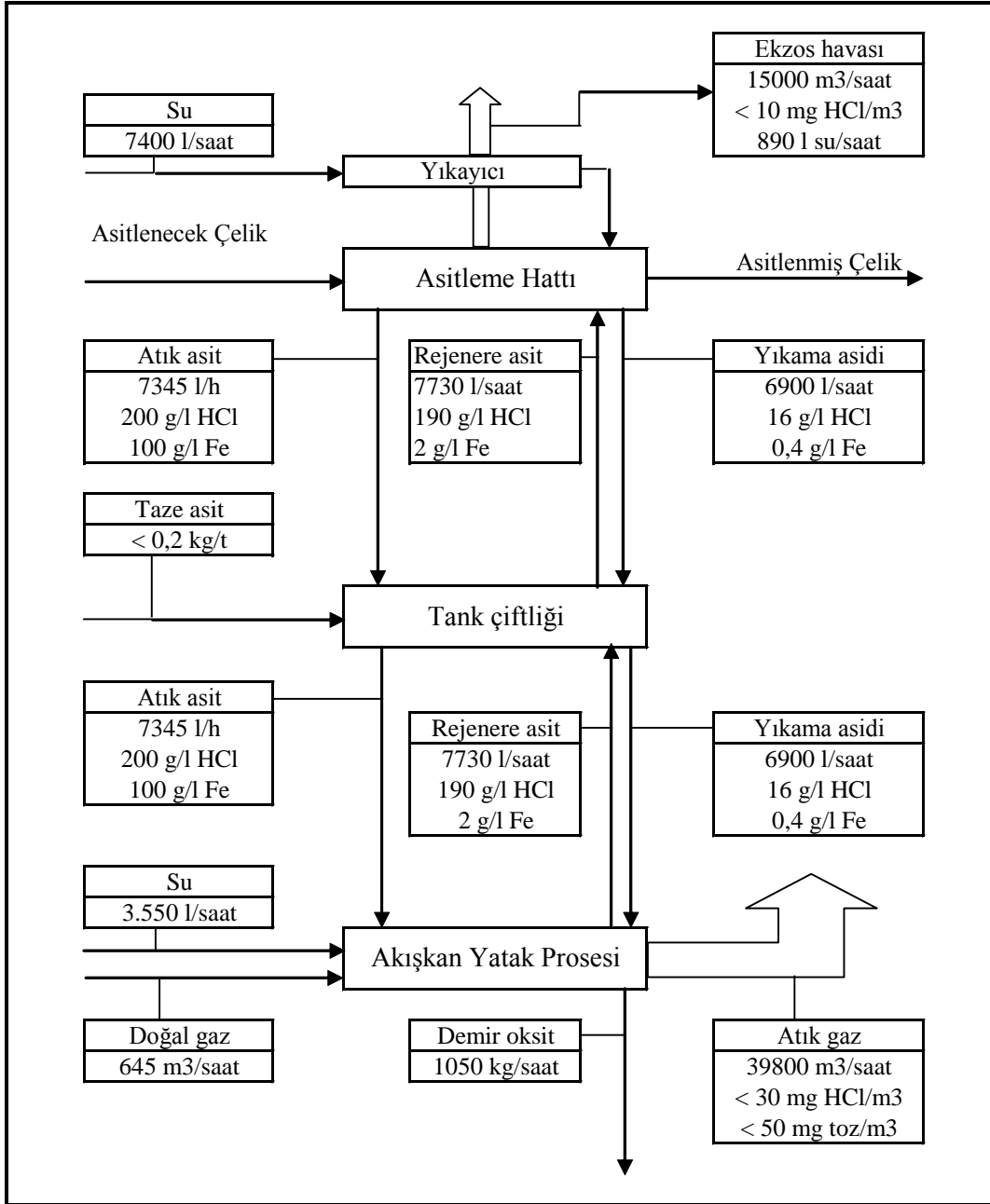
Referans işletmeler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:



Şekil A.4-17: Atık su çıkışı olmayan HCl asitleme ve rejenerasyon sistemine ait örnek (Rituper-1)

A.4.2.2.10 Kritalizasyon İşlemiyle Sülfürik Asidin Geri Kazanımı

Tanım: Bölüm D.6.9.1 ve D.6.3'te havaya verilen emisyon azaltım yöntemlerini görebilirsiniz. (yıkama).

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminin azalması.
- Atıksu ve çamur miktarının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Tesisin büyüklüğüne bağlı olarak yeni ve mevcut sistemlerde uygulanır..

Diğer etkileri:

- Enerji tüketiminin artması.
- Geri kazanım tesisinden havaya yayılan emisyon.

Referans tesisler:**İşletme verileri:**

Tablo A.4-35'te H₂SO₄ vakum kristalizasyon prosesindeki tüketim ve emisyon değerleri görülmektedir.

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
Kullanılan asit	7-10	kg/t
Soğutma suyu girişi	2 - 3,5	m ³ /t
Endüstriyel + Demineralize su	0,2-0,4	m ³ /t
Enerji	Elektrik enerjisi	1 - 20 MJ/t
	Kalori	100 - 200 MJ/t
Çıkış / Emisyon Seviyesi		
Spesifik Emisyon		
Katı yan ürün: Demir sülfat	26 - 30	kg/t
Geri kazanılan asit (% 20)	0-10	kg/t
Soğutma suyu çıkışı	2-3,5	m ³ /t
Atık gaz	70-90	m ³ /t
Deşarj edilen atıksu	0,2-0,4	m ³ /t
Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)		

Tablo A.4-24: H₂SO₄ vakum kristalizasyon prosesi tüketim ve emisyon seviyeleri

	Konsantrasyon (mg/Nm ³)	Spesifik emisyon (g/t ürün)	İndirgeme oranı ¹	Analiz metodu
SO ₂	8-20	0,5-1,5	> 95	İnfrared
H ₂ SO ₄	5-20	0,3-0,6	> 95	Titirasyon
Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)				
¹ İndirgeme oranı arıtma sistemi öncesi ve sonrasındaki kütleli debi esas alınarak verilmiştir.				

Tablo A.4-25: H₂SO₄ vakum kristalizasyon prosesinden havaya verilen emisyonlar

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.2.11 Karışık Asidin Sıcak Spreyleme ile Rejenerasyonu**

Tanım: Bakınız bölüm D.5.10.1.2 ve D.5.3.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminin düşmesi (2.5 -7. kg/t HF ve 3 - 10 kg/t HNO₃'den 0.8 - 1.2 kg/t HF'e düşer),
- Yeni üretilen asit miktarının düşmesi (üretici) [Com Karner].
- Nötralizasyon çamur miktarının düşmesi [Com Karner].

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve eski sistemlere uygulanır [Com Karner].

Diğer etkiler:

- Enerji ve kimyasal madde kullanımı.

- Kontrol altına alınan hava emisyonları.
- Arıtılması gerekli atıksu oluşumu.
- Kullanılabilen yan ürün karışık oksitlerin oluşumu [Com Karner].

Referans tesisler: [Com Karner]

Firma	Kapasite (l/saat)	İşletmeye Alındığı Yıl
Acerinox, İspanya	3000	1992
Yieh United, Tayvan	4500	1994
Posco, Kore	4500	1994
Columbus, Güney Afrika	4500	1995

İşletme verileri:

Tablo A.4-26 karışık asitli sıcak spreyleme metodundaki emisyon ve tüketim verilerini göstermektedir.

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
Kullanılan asit	25 - 100	kg/t
Soğutma suyu giriş	1,5 - 9	m ³ /t
Üre (Denox tesisi için)	0,4 - 1	kg/t
Kostik soda		
Enerji:		
Elektrik enerjisi	5 - 20	MJ/t
Doğal gaz	60 - 230	MJ/t
Çıktı / Emisyon Seviyeleri		
Katı yan ürünler: karışık oksit	1,7 - 5	
Geri dönen asit (HF %6, HNO ₃ % 10)	26 - 108	
Soğutma suyu çıkış	1,5 - 9	
Atık gaz	25 - 100	
NO _x	< 100	ppm (=200 mg/m ³ calc. NO ₂)
HF	< 2	mg/Nm ³
Toz	< 10	mg/Nm ³
Atık su	0,003 - 0,01	m ³ /t

Not: Veri kaynağı (Com-Kamer), örnek olarak Pyromars

Tablo A.4-26: Sıcak spreylemeli karışık asit rejenerasyon prosesi tüketim ve emisyon seviyeleri

Ekonomiklik: Satılabilir ürün eldesi ve asit tüketiminin düşmesi nedeniyle maliyetlerde düşüş sağlanmıştır.

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

W. Karner, W.Hofkirchner, Modern asitleme ve asit rejenerasyon teknolojisi, MPT Metalurji, Tesis ve Teknoloji No2, 1996, 92-100

A.4.2.2.12 İyon Değişirme ile (HNO₃ ve HF) Geri Kazanımı

Tanım : Bölüm D.5.9.3'e bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atıkların azalması, taze asit tüketiminin düşmesi.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlere uygulanabilir.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:**

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
Kullanılan asit	0,05 - 0,2	m ³ /t
Su	0,05 - 0,2	m ³ /t
Enerji:		
Elektrik enerjisi	2 - 5	MJ/t
Çıktı / Emisyon Seviyeleri		
Geri kazanılan karışık asit	0,05 - 0,2	m ³ /t
Serbest HF geri kazanım oranı	% 75 - 85	
Serbest HNO ₃ geri kazanım oranı	% 80 - 85	
Metal uzaklaştırma oranı	% 50 - 55	
Metal içeren serbest asit solüsyonu	0,05 - 0,2	m ³ /t

Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)

Tablo A.4-27: Karışık asidin iyon değiştirmeye geri kazanımındaki tüketim ve emisyon seviyeleri

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten nedenler:****Referans literatür:****A.4.2.2.13 Difüzyon dializ yöntemiyle karışık asidin (HNO₃ and HF) geri kazanımı**

Tanım: Bakınız bölüm D.5.9.4

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atığın ve kullanılan taze asit tüketiminin azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislerde kullanılır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler: İsveç tesisi.

İşletme verileri:**Örnek**

Kullanılmış asidin filtrasyonunda kullanılan filtrelere teşekkür etmek gerekir. Filtre olarak kullanılan membranların temizliği çok seyrek yapılır. Solüsyonun ön arıtımıyla bu sonuca ulaşılır. İsveç'te 1989'da yapılan difüzyon dializ tesisiyle, paslanmaz çelik asitleme hattının (HF/HNO₃, 300 l/saat) rejenerasyon tesisi, 1993 yılından beri membran temizliği yapılmaksızın çalışmaktadır. Çok güzel sonuçlar elde edilmektedir. (OSMOTA)

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:**

Referans literatür:

A.4.2.2.14 Buharlaştırma ile Karışık Asidin Geri Kazanımı

Tanım: Bakınız Bölüm D.5.10.4 ve D.5.10.5.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Serbest ve bağlı HNO₃ ve HF asidinin geri kazanımı ile taze asit tüketiminin azalması.
- Atıksuda nitratın bulunmaması.
- Toz emisyonunun olmaması [Com2 FIN].

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlere uygulanır.

Diğer etkiler:

- Enerji ve H₂SO₄ kullanımı.
- Metal sülfatların oluşumu, bunlar da nötralize edilerek metal hidroksitlere dönüşür (Com2 FIN).

Referans tesisler:

Firma	Kapasite (l/saat)	İşletmeye alındığı yıl
Outokumpu, Finlandiya	1500	1984
Outokumpu, Finlandiya	3000	1997

İşletme verileri:

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
Kullanılan asit	15-30	lt/t
H ₂ SO ₄ (% 95)	4,0-6,0	kg/t
Soğutma suyu	3,8-5,8	kg/t
Enerji	Elektrik	2,3-3,5 MJ/t
	Buhar	16-24 kg/t
	Propan	3,2-4,8 MJ/t
Çıktı / Emisyon Seviyeleri		
Soğutma suyu	3,8-5,8	kg/t
Geri kazanılan asit	14-20	lt/t
130 g/l HNO ₃	% 80 - 85	
55 g/l HF	% 50 - 55	
Metal sülfat	5,0-7,6	kg/t
Fe	0,6-0,8	kg/t
Cr	0,09-0,13	kg/t
Ni	0,08-0,12	kg/t
SO ₄	1,9-2,9	kg/t
H ₂ SO ₄	1,7-2,5	kg/t
Atık gaz:		
Toz	yok	
HF	< 2	mg/l
NO ₂	< 100	mg/l

Yukarıdaki veriler tesis çalışırken alınmıştır.

Tablo A.4-28: Karışık asitlerin buharlaşmayla geri kazanımındaki tüketim ve emisyon seviyeleri (Com2 FIN)

Ekonomiklik:

- Asit tüketiminin azalmasıyla maliyetlerin düşmesi.
- Asitleme asitlerinin kompozisyonunun kolaylıkla sabitlenmesi.
- Asit nötralizasyonuna ihtiyaç duyulmaması [Com2 FIN].

Uygulamaya iten nedenler:

- Toplam asidin rejenerasyonu [Com2 FIN].

Referans literatür:

B.Nyman, T.Koivunen, Outokumpu asitleme ve asit geri kazanım prosesi, Hidrometalurjide demir kontrolü, Toronto, 19 - 22 Oct 1986, sayfa 519-536, John Wiley & Sons.

A.4.2.2.15 Yüksek Alaşımli Çelikler için Elektrolitik Ön Asitleme**Tanım:**

Ön asitleme, nötral elektroliz tankında sodyum sülfat kullanılarak maksimum 80 °C sıcaklıkta asitleme banyosu öncesinde yapılır.

Elektrolitik ön asitleme sistemleri sızdırmazlığı sağlanmış, çıkan dumanlar emilip bir yıkayıcıdan geçirildikten sonra atmosfere verilir.

Son teknolojiler alkali ön asitlemeyi, nötral ön asitleme ve asidik asitlemeyle veya asidik elektrolizle birleştirmiştir. (Hitachi)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Karışık asit üzerindeki yükün alınmasıyla, NOx ve nitrat çıkışı azaltılmış olur.
- Dolgu tipli ıslak yıkayıcıların kullanımıyla ön asitleme öncesi havaya verilen emisyonların azatılımı sağlanır.

Uygulanabilirlik:

- Mevcut tesislerde uygun alan varsa uygulanır. Yeni tesislere de uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:**

Allegheny Ludlum, USA

İşletme verileri:**Ekonomikliği:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.2.16 Elektrolitik Asitleme Solüsyonunun Temzilenmesi ve Yeniden Kullanımı****Tanım:**

Asitleme prosesi sırasında çözülmeyen metal tuzları ve metaller oluşur, bunların kesinlikle elektrolitik sodyum sülfat solüsyonundan uzaklaştırılarak uygun işletme koşullarının oluşturulması gerekir. Bunun için kısmi elektrolitik solüsyon alınarak temizlenir. Solüsyondaki parçacıklar plakalı çökeltme tanklarından geçirilerek sudan ayrılır. Temizlenen solüsyon elektroliz solüsyonuna geri dönerken, çamur krom indirgeme ünitesine gönderilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Elektroliz kullanım süresi azalır, atık miktarı düşer.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlere uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

Allegheny Ludlum, USA

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.17 Kullanılan Asidin Dışarıda Kullanımı

Tanım: Dışarıda rejenerasyon için veya su arıtımında kullanılmak üzere satılır.

**bilgi sunulmamıştır.*

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.18 Kapalı Asitleme Tesisinden (HCl ve H₂SO₄) Çıkan Emisyonların Ekzos Gazı Yıkama Sistemiyle Azaltılması

Tanım: Bakınız Bölüm D.5.2 ve D.5.3 ff.

Asitleme prosesinin bazı bölümleri tamamen kapalı ortamlarda veya davlumbazlı sistemlerde gerçekleştirilir. Oluşan asit buharları emilip, gaz yıkayıcı absorpsiyon kolonlarından geçirilir. Geri dönen su, örneğin yıkama suları absorbant olarak kullanılır. Bir kısım yıkama suyu ise nötralizasyon tesisine gönderilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Havaya verilen emisyonların azaltılması, özellikle asit buharlarının azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlere uygulanır.

Diğer etkiler:

- Enerji tüketiminin artması.
- Asitli atıksu çıkışı. Bu suyun HCl rejenerasyonunda yıkama suyu olarak kullanılması veya nötralize edildikten sonra arıtma tesisine gönderilmesi (bu durumda kimyasal kullanılmakta ve su arıtım çamurları çıkmaktadır).

Referans tesis: Jenn An, Taiwan [Danieli].

İşletme verileri:

HCl Asitlemesi

HCl Asitlemesi		
	Toz	HCl
Spesifik atık gaz hacmi (m ³ /t)		25-400
Enerji Tüketimi (MJ/t)		0,5-1,5
Konsantrasyon (mg/Nm ³)	10-20	10-30 ¹
Spesifik emisyon (g/t)		0,258
İndirgeme oranı ²		> % 98
Analiz metodu	EPA	İyon kromatografi (ASTM D 4327-84)
		Potansiyometrik titrasyon (NEN 6476)
Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)		
¹ (EUROFER 6.9) sürekli ölçümler sonucunda üst seviyenin 30 mg/Nm ³ olduğu raporlanmıştır.		
² İndirgeme oranı artırma sistemi öncesi ve sonrasında alınan verilerle elde edilmiştir.		

Tablo A.4-29: Absorbsiyon kulelerinde yapılan HCl asitlemesiyle elde edilen emisyon seviyeleri

Diğer kaynaklar aşağıdaki emisyon seviyelerini raporlamışlardır.

ABD [EPA-453]

Dolgulu yıkayıcı + ızgaralı zerre tutucu:

HCl emisyon değerleri sırasıyla: 2.7 / 2.8 / 21.2 mg/m³, verimleri sırasıyla % 99.5 / 97.8 / 97.0 olmuştur.

Plakalı yıkayıcı + ızgaralı zerre tutucu:

HCl emisyon değeri: 3.5 mg/m³, verimi % 99.96'dır.

Plakalı yıkayıcı + chevron zerre tutucu:

HCl emisyon değerleri: 12.9 / 13.4 mg/m³, verim % 99'dur.

[Co-or] raporunda HCl emisyon değeri 1 mg/m³'e kadar düşer, ortalama 15.4, maksimum 30 mg/m³ olur.

Su duvarı + zerre tutucu:

HCl emisyonu, 10 – 15 mg/m³, yatırım maliyeti : 450 keCU, işletme bedeli : 14 keCU/yıl, elektrik saatlik tüketimi: 100 kWh. (keCU: Avrupa para birimi)

Çapraz akışlı dolgulu yıkayıcı: HCl emisyonu 10 – 15 mg/m³, yatırım maliyeti:

625 keCU, işletme maliyeti: 14 keCU/yıl, elektrik tüketimi 80 kWh. (Rituper) raporunda emisyon seviyesini < 10 mg/m³ olarak belirtmiştir.

H₂SO₄ Asitlemesi

H ₂ SO ₄ Asitlemesi		
	SO ₂	H ₂ SO ₄
Spesifik atık gaz hacmi (m ³ /t)		50-110
Enerji Tüketimi (MJ/t)		1-2
Konsantrasyon (mg/Nm ³)	8-20	1-2
Spesifik emisyon (g/t)	0,4	0,05
İndirgeme oranı ¹	> % 95	> % 95
Analiz metodu	İnfrared	Titrasyon
Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)		

Tablo A.4-30: Absorbsiyon kulelerinde HCl asitleme prosesiyle ulaşılan emisyon seviyesi

Ekonomikliği:

Dolgu tipli çarpaz akışlı su yıkayıcısı	
Üretim kapasitesi	900000 t/yıl
Enerji tüketimi (elektrik)	0,68 kWh/t
Su akışı	10,6 Nm ³ /saniye
Yatırım maliyeti	625 EUR '000
İşletme maliyeti	14 EUR '000

Tablo A.4-31: Dolgu tipli çarpaz akışlı su yıkayıcısı yaklaşık maliyeti (CITEPA)

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.2.19 Asitleme Prosesinden Çıkan Emisyonların Azaltılması/Egzos Gazı Yıkayıcılı Kapalı Karışık Asit Asitleme Tankları

Tanım: Bölüm D.5.2, D.5.3 (torbalı filtre) ve D.5.8.3.'e H₂O₂, NaOH ve üre ile yıkamalı sisteme bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Havaya verilen asit buharları emisyonlarının azaltılması (HF and NO_x).

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:

- Scrubbing with H₂O₂ results in a nitric acid by-product with a concentration that allows
- recycling to the pickling process.
- Nitrik asit tüketiminin düşmesi.
- Atıksu hacminde ve atıksu çamur miktarında düşme.
- Asitleme banyosuna H₂O₂ veya üre enjeksiyonu için kullanılan yıkayıcı suyu asitleme tankları tamamlama suyu olarak kullanılır.
- Sodyum hidroksit ile yıkama, sodyum nitrat atığının çıkmasına neden olur. Bu da atık olarak araziye boşaltılır.

Referans tesisler:

Thyssen Stahl, Krefeld, Almanya [Met-Plant-Int-1-94]

Allegheny Ludlum, ABD.

İşletme verileri:

- [CITEPA] raporunda, HF için emisyon değerleri 0.2 – 2 mg/m³ (max 17 mg/m³), NO_x değeri ise 5 - 1000 mg/m³ olarak belirtilmiştir.
- Endüstri raporunda en düşük emisyon aralığı NO_x için 350 mg/Nm³ olarak belirtilmiştir.[Com2 CR]

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.20 Asitleme Banyosuna H₂O₂ (veya Üre) İlavesiyle Karışık Asit Asitleme Prosesinden Çıkan NO_x Emisyonunun Tutulması

Tanım: Bakınız Bölüm D.5.8.1

Ulaşılan çevresel faaliyetler:

- NO_x emisyonunun azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:

- Asit tüketiminin düşmesi.
- Hidrojen peroksit tüketimi (3 to 10 kg/t).

Referans tesisler:

Thyssen Stahl, Krefeld, Germany (urea addition) [Met-Plant-Int-1-94]

İşletme verileri:

Hidrojen peroksit ilavesiyle, asitleme tankında nitrik asit (HNO₃) oluştuğu için NO_x gazı oluşumu engellenir. Dolayısıyla asit bölümünün yeniden geri kazanımıyla asit tüketimi % 25 azalmıştır.

	Konsantrasyon (mg/Nm ³)	Spesifik Emisyon (g/t ürün)	İndirgeme oranı ¹ (%)	Analiz metodu
NO _x	350-600	80-300	75-85	Chemiluminescence
HF	2-7	1-1,5	70-80	Titrasyon
Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)				
¹ İndirgeme oranı H ₂ O ₂ enjeksiyon ve ekzos absorblama sisteminin bir kombinasyonudur.				

Tablo A.4-32: H₂O₂ enjeksiyonuyla ulaşılan emisyon seviyeleri

NO_x'in asitleme banyosuna ve gaz yıkayıcısına üre ilave edilerek bastırılmasında NO_x değerinin 850 mg/m³'ün altında kaldığı rapor edilmiştir. Atıksudaki yüksek amonyak konsantrasyonu, havalandırmayla düşürülür. [Met-Plant-Int-1-94]

Ekonomiklik:

NO_x'in % 70 düşürülmesi için ilave edilen hidrojen peroksitin maliyeti 4 kECU/kg NO_x olarak raporlanmıştır. [CITEPA]

Türbülanslı sığ asitleme prosesinde hidrojen peroksit dozlama oranı daha da artar. [Com2 CR] Dolayısıyla büyük asitleme tesisleri için hidrojen peroksit dozajlama oranı fazla olacağından farklı NO_x azaltma teknikleri kullanılmalıdır. Örneğin, SCR (Selective Catalytic Reduction) sistemi uygun olabilir.

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.21 Seçici Katalitik İndirgeme (Selective Catalytic Reduction) Metoduyla Asitleme Prosesinden NOx'in İndirgenmesi

Tanım: Detay açıklama için Bölüm D.2.4'e bakınız.

Seçici katalitik indirgeme metodu karışık asit asitleme prosesi emisyonları için uygulanır. Bu da asitleme prosesinden çıkan NOx yoğunluklu ekzos gazının amonyak ve üre ilave edilerek 280 – 450 °C'ye kadar ısıtılmasına neden olur. Gaz, bir katalizörden geçirildikten sonra NOx amonyakla raksiyona girerek azot ve su oluşumuna neden olur.

SCR prosesi, ıslak absorblama veya kireç arıtımından oluşan HF asit indirgeme metoduyla birlikte de kullanılır. (Com CR) Son olarak atık gaz, SCR prosesinden önce kireç ile arıtılır. HF asit, kireç ile reaksiyona girerek yüksek saflıkta ikincil hammadde olarak kullanılabilen florlu bileşiklerin açığa çıkmasını sağlar. (CITEPA)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- NOx'in indirgenmesi (indirgeme verimi maksimum % 95 olup, optimum % 70 ile 90 aralığında olması. Ulaşılan NOx seviyesi başlangıçtaki konsantrasyona bağlıdır)
- Kireç artımı ile birlikte yapıldığı takdirde HF emisyonlarında düşüş gözlenir.

Uygulanabilirlik:

- Yeni tesislerde ve mevcut tesislerin modernize edilmesi halinde uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler: Finlandiya'da bulunan Outokumpu Tornio Tesisindeki 3 ünite de kullanılmaktadır. [Com2 FIN]

İşletme verileri:

Ekonomiklik: Yüksek yatırım maliyeti nedeniyle sadece büyük tesislere uygulanır. [Com CR]

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.22 Seçici olmayan katalitik yöntemle asitlemedeki NOx indirgemesi İndirgeme

Tanım: detay açıklama için Bölüm D.2.5'e bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- NOx emisyonlarının azaltımı.

Uygulanabilirlik:

- Yeni tesislerde ve mevcut tesislerin modernize edilmesi halinde uygulanır.

Diğer etkiler:

- Ekzos gazının işletme sıcaklığına getirilmesi için ısıtılması enerji tüketimini artırır.

Referans tesisler: karışık asit asitleme prosesine uygulanmaz.

İşletme verileri ve ekonomikliği:

Ekzos gazının proses sıcaklığına kadar ısıtılmasıyla (900 – 1000 °C'ye kadar) işletme masrafları artacaktır. Uzaklaştırma verimi seçici katalitik indirgeme metoduna göre daha

düşüktür. Seçici katalitik indirgeme metodunda en uygun sıcaklık 500 – 600 oC'dır. (Com3 EUROFER) Başka daha verimli NOx azaltım teknolojiler mevcut olmakla birlikte seçici olmayan katalitik indirgeme metodu, karışık asit asitleme prosesindeki NOx azaltımı için en iyi teknik (BAT) olarak tercih edilmez.

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.23 Nitrik Asitsiz Paslanmaz Çelik Asitlemesi

Tanım: detay için Bölüm Chapter D.5.8.2'e bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- NOx'in azaltımı.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve modernize edilmiş mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler: şerit asitlemesi için uygulanmadı [Com2 CR].

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.24 Düşük Alaşım ve Alaşım Çeliklerdeki Optimize Edilmiş Yağ Kullanımı

Tanım:

Çeliğin yağlanması sırasında (hadde yağı veya antikorozyif yağ kullanımı), yağ spreyleme bölmelerinin veya yağlama makinelerinin optimize edilmesi, yağ tüketimini azaltır. Elektrostatik yağlama makinelerinin avantajı, yağ akışının son yağlama hızında elde edilen yağ tabakası film kalınlığına bağlı olarak ayarlanmasıdır.

Asitlenen çelik soğuk haddeleme prosesi için kullanılacaksa, asitleme hattında hadde yağı ile yağlamaya gerek yoktur. Bunun yanı sıra, eğer bir sonraki prosese hemen geçiş sağlanacaksa, anti korrozyif yağlamaya da gerek yoktur.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.2.25 Magnetik Pompalar (Düşük ve normal alaşım çelikler için)

Tanım:

Mekanik contalarda sabit su akışının sağlanması için mekanik pompaların kullanımına ihtiyaç vardır. Mekanik işlemin magnetik pompalar aracılığı ile uygulanması, suya olan ihtiyacı düşürür.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Su tüketiminin azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.2.26 Eşanjörle Asidin Isıtılması****Tanım: Bakınız Bölüm D.6**

Eşanjör (ısı değiştiricisi) kullanımı asidinin seyreltilmesini önler. Zira buhar enjeksiyonunda buhar asitle doğrudan temas ettiğinden asitte seyrelme oluşur.

Ulaşılan çevresel faaliyetler:**Uygulanabilirlik:**

- Yeni ve mevcut sistemlere uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.2.27 Daldırmalı Yakma ile Asidin Isıtılması****Tanım: Bakınız Bölüm D.6.****Ulaşılan çevresel faydalar:****Uygulanabilirlik:**

- Yeni ve mevcut sistemlere uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.2.28 Asitli Atık suların Arıtılması****Tanım:**

Yıkama işlemi sonrası gelen, asit buharı yıkama ve tesis temizliği sonrası çıkan asitli suların arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra deşarj edilmesi gerekir. Atıksu nötralize edilir (örneğin diğer tesislerden gelen alkali sularla), çözünmüş metal iyonları hidroksitlere veya çözünmüş

tuzlara dönüştükten sonra çöktürme ile sudan ayrılır. Bazen çöktürücüler de (flocculants) ilave edilir. Çöken çamur, filtreli preslerde preslenerek içerdiği su alınır ve sahaya boşaltılır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Sudaki kirlilik yükü ve miktarı azaltılır.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:

- Büyük miktarda çamur çıkışı.
- Başka bir madde ile karışmadığı takdirde (örneğin çinko) çıkan demir hidroksit içerdiği demirinin geri kazanımı. Geri kazanımı zorlaştıracak herhangi bir karışım olmaması için çok dikkatli olunması gerekir.
- Nötralizasyon işlemi yine büyük miktarlarda nötral tuzların oluşmasına neden olur (örneğin NaCl, CaCl₂, Na₂SO₄, CaSO₄). Bu suda çözülebilen tuzlar, artılmış su ile birlikte deşarj edilir. Bu tuzların uzaklaştırılması ekonomik olmayan yöntemler kullanılarak mümkündür (ters ozmoz, elektrodializ veya buharlaştırma sonrası iyon değiştirme, tuz kurutma). Bu tuzlar uzaklaştırılmış olsa dahi bunların karışık kompozisyonlarından dolayı kullanımları ve land-fill'e depolanması çözünürlüğünden dolayı sınırlıdır.

Referans tesisler:

İşletme verileri:

	Konsantrasyon (mg/l)	Spesifik Emisyon (g/t ürün)	İndirgeme oranı ¹	Analiz metodu
Askıda Katı Madde	50	2,86	> 90	DIN 38409-H2
Toplam Fe	2	0,114	> 90	DIN 38406
Toplam Zn	0,06-1			"
Toplam Ni	0,1-0,5			"
Toplam Cr	0,02-0,5			"
Toplam Cr VI	0,01-0,1			"
Sıcaklık	< 30 oC			Termometre
pH	6,5-9,5			DIN38404-C5

Not: Veri kaynağı (EUROFER CR). Veriler haftalık olarak 24 saatlik numunelerin ortalamasıdır.

¹ İndirgeme oranları arıtma tesisi öncesi ve sonrası alınan ölçümlerle hesaplanmıştır.

Tablo A.4-33: HCl asitleme ve rejenerasyon tesisi atıksu deşarj konsantrasyonları

Parametre	Konsantrasyon (mg/l)	Örnek alma şekli	1998 yılı ölçümleri (İşletme/İlgili Otorite)
Fe	0,41	Rastgele alınarak düzenlenmiş örnek	12/6
Yağ	< 0,28	Rastgele alınarak düzenlenmiş örnek	12/6
Askıda katı madde	< 10	Rastgele alınarak düzenlenmiş örnek	12/6
Cr	< 0,01	Rastgele alınarak düzenlenmiş örnek	12/6
Ni	0,03	Rastgele alınarak düzenlenmiş örnek	12/6
Zn	0,02	Rastgele alınarak düzenlenmiş örnek	12/6

Not: Veri kaynağı: Senator für Bau und Umwelt Bremen Tesisi, Çelik tesisi Bremen.

¹ Rastgele alınarak düzenlenmiş numuneler 1998 yılına aittir. Atıksu hacmi 264528 m³'dür.

Tablo A.4-34: HCl asitleme ve rejenerasyon tesisi atıksu çıkış konsantrasyonları (Com2 D)

	Konsantrasyon (mg/l)	Spesifik Emisyon (g/t ürün)	İndirgeme oranı ¹ (%)	Analiz metodu
Askıda katı madde	40-50	16-20	> 90	DIN 38409-H2
Toplam Fe	1,4-2	0,3-0,5	> 95	DIN 38406
Toplam Zn	0,15-1			"
Toplam Ni	0,1-0,5			"
Toplam Cr	0,5			"
CrVI	0,01-0,1			"
Sıcaklık	< 30 oC			Termometre
pH	6,5-9,5			DIN38404-C5

Not: Veri kaynağı (EUROFER CR). Veriler haftalık olarak 24 saatlik ölçümlerin ortalamasıdır.
¹ İndirgeme oranı arıtma tesisi öncesi ve sonrasında alınan ölçümlerin sonucudur.

Tablo A.4-35: H2SO4 asitleme ve rejenerasyon tesisi atıksu çıkış konsantrasyonları

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.3 Haddelenme

A.4.2.3.1 Düşük ve Yüksek Alaşımli Çelikler için Kesikli Olmayan Sürekli Haddelenme

Tanım: Bakınız Bölüm A.2 Sürekli Haddelenme Prosesi.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Yağ tüketiminde azalma.
- Elektrik tüketiminde azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yüksek üretim kapasiteli ve aynı tip ürün üreten tesisler için uygundur.
- Yeni tesislerde veya modernize edilmiş eski tesislerde uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

- Sürekli haddelenme prosesinin kesintili prosese göre birçok avantajları vardır.
- Rulo sonlarındaki kontrol sistemi sayesinde malzeme kayıp oranlarının azalması.
- Kalitenin artması.
- Merdane değiştirme sıklığının düşmesi

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

- Kalitenin artması, malzeme kayıp oranının düşmesi.

Referans literatür:

A.4.2.3.2 Asitleme Prosesinin Tandem Hadde ile Birleştirilmesi

Tanım:

Mevcut asitleme hattının yine mevcut tandem hadde ile birleştirilmesi, ancak her iki sistemin kapasiteleri dengede olursa faydalı olur.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Hurda miktarının düşmesi (hataların en aza indirilmesi).

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve modernize edilmiş eski sistemlere uygulanabilir.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

- Proses süresi ve hataların azaltılmasıyla, malzeme verimliliğinin artması.

Referans literatür:

A.4.2.3.3 Hadde Yağı ve Emülsiyon Sistemi için Optimum Seçim

Tanım:

- Tandem hadde yağı için uygun seçim kaliteye bağlıdır (distilasyonunun iyi olması, yağ giderme hatlarında kolaylıkla ayrılması). Bunun yanı sıra, yağ tüketimini sınırlamak için tandem hattı aşağıda belirtilen performans kriterlerine sahip olmalıdır. Performans kriterleri:
- İyi yağlama özelliği, yağ tüketiminin azalmasına neden olur.
- Kaza sonucu, hidrolik sistemlerden veya morgoil yağlama sistemlerinden gelen yağ kaçaqlarının sistemden kolaylıkla ayrılması gerekli. Eğer yağ sistemden ayrılmıyorsa, emülsiyonun yenilenmesi gereklidir.
- Esas proses parametreleri (soğuk indirgeme, ölçüm, haddeleme kuvvetleri, hız ve pürüzsüzlük) ve emülsiyon hazırlama üniteleri, emülsiyonunun stabilitesini ve yağın içerisinde çözülmesini tespit eder.
- Emülsiyonun değiştirilmesini ve atılmasını önlemek için, yağın hat çalıştığı sürece kalitesinin etkilenmemesi (yağ stabilitesinin bozulmaması, bakteri oluşumu) gerekir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Yağ tüketiminin azalması.
- Atık yağ emülsiyon miktarının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.3.4 Emülsiyon Kalitesinin Sürekli İzlenmesi

Tanım:

Emülsiyon kalitesi birçok sebeple bozulabilir ve bunu izlemek kolay değildir. Asitleme hattından asit gelmesi, emülsiyon soğutma suyuna karışması, hidrolik ve morgoil yağı ile karışması, emülsiyon kalitesinin demir parçacıklarla kontamine olması veya bakteri oluşumu gibi. Bu istenmeyen durumlardan dolayı tandem emülsiyonunun değiştirilmesi gerekir. Düzgün veya sürekli aralıklarla yapılan ölçümlerle emülsiyon kalitesini (yağ konsantrasyonu, pH, sabunlaşma endeksi, asit konsantrasyonu, kirlilik miktarı, demir parçacıkları) kontrol altında tutmak mümkündür.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Yağ/emülsiyon tüketiminde azalma.
- Artılacak atık emülsiyon miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut sistemlerde uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.3.5 Kontaminasyonun Önlenmesi****Tanım:**

Bağlantıların ve boruların düzenli kontrolleri sayesinde emülsiyon kaçakları önlenerek hidrolik ve morgoil yağlarının haddeleme emülsiyonuna karışması önlenir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Emülsiyon tüketiminin azalması.
- Deşarj edilen atık su miktarının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.3.6 Optimize edilmiş Emülsiyon/Yağ Kullanımı**

Hat sonunda şerit üzerinde kalan yağ, son bölmedeki yağın konsantrasyonuna bağlıdır. Dolayısıyla son bölmedeki yağ konsantrasyonu minimumda tutularak bir önceki bölmeden de yağ taşınabileceği dikkate alınmalıdır. Bunu önlemek için alınan önlemler (emülsiyon hücrelerinin ayrılması ve korunaklı hale getirilmesi) her bir tesise özeldir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Yağ tüketiminin azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.3.7 Emülsiyonun Temizlenmesi ve Yeniden Kullanımı**

Tanım: Bölüm D.3.1'e bakınız.

Haddeleme emülsiyonları hatlardan merdanelere soğutma, yağlama ve temizleme yapmak için verilir. Bu emülsiyonlara kontaminasyon, parçacıkların karışmasıyla; çelik parçacıkları toz ve tufalin karışması mümkündür. Bugünlerde emülsiyon sistemleri sirkülasyon sistemleri olarak çalışır. Emülsiyon sistemiyle birleştirilmiş temizleme sistemi sayesinde emülsiyon kalitesi iyileştirilir, bunun sayesinde şerit yüzeyinde olabilecek deformasyonlar önlenmiş olur.

Çökeltme tankları, ayırıcılar, delikli ve magnetik filtreler, emülsiyon içerisinde bulunan parçacıkların uzaklaştırılmasını sağlarlar. Sadece emülsiyon sıvısının bir kısmı çevirimden ayrılır, arıtılarak deşarj edilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Soğuk haddeleme emülsiyon tüketiminin azaltılması.
- Atıksu hacminde azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:****A.4.2.3.8 Kullanılan Emülsiyonun Arıtımı**

Tanım: Bakınız Bölüm D.3.2

Kısmi olarak ayrılan emülsiyon sıvısı önce yağı alınmak üzere ayırıcıya gelir, burada yağlı çamur ve su olarak ayrılır. Su deşarj edilirken yağlı çamur bertaraf edilmek üzere entegre tesislerde yüksek fırınlara gönderilir.

Şekil A.4-18 elektrolitik emülsiyon ayırma sistemine örnek olarak verilmiştir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Suya verilen emisyonların azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Termal arıtım:

Diğer etkiler:

- Yüksek enerji tüketimi.
- Atık gazın arıtılması gerekir.
- Deşarj edilen suda düşük KOİ değeri görülmesi [Woll].

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

Kimyasal arıtma:

Diğer etkiler:

- Yağ içeren nötralizasyon çamuru oluşumu [Com D].
- Kimyasal tüketimi [Woll].
- Deşarj edilen suda KOİ bulunması [Woll].

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

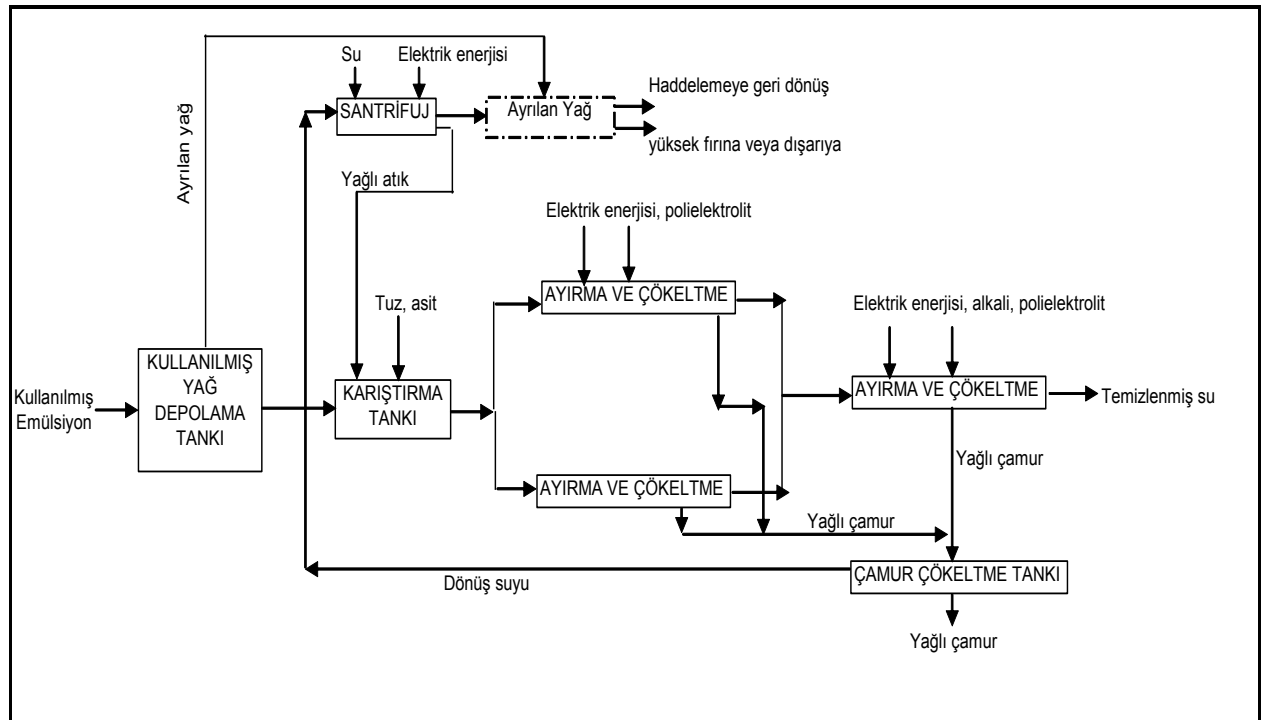
Referans literatür:

Elektrolitik arıtma:

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:



Şekil A.4-18 : Kullanılmış emülsiyon ayırma sistemi (EUROFER CR)

Girdi / Tüketim Seviyeleri				
	Tandem Hadde		Tersinir Hadde	
Kullanılan emülsiyon	5-13	kg/t	0,06	m3/t
Endüstriyel su	0,5-1	kg/t		kg/t
Tuz	0,025-0,05	kg/t	0,125 (NaCl)	kg/t
Polielektrolit	0,003-0,005	kg/t	0,012	kg/t
Al-Anot	0,003-0,006	kg/t	0,012	kg/t
Elektrik enerjisi	5-10	MJ/t	3-3,5	MJ/t
Çıktı / Emisyon Seviyesi				
Arıtılmış atıksu	5-13	kg/t	0,06	m3/t
Su (kok tesisi)				
Yağlı çamur (deşarj edilen)	0,1-0,3	kg/t	1,9	kg/t
Yağlı çamur (tesis içinde geri kazanılan)	2,5-3,5	kg/t		
Yağ (+/- % 20 su içeren, yüksek fırın)	1,3-2	kg/t		
	Konsantrasyon (mg/l)	Spesifik emisyon (kg/t ürün)	İndirgeme oranı ¹ (%)	Analiz metodu
Çökebilir madde	7-10	5,8-8 E-5	> 90	DIN 38409-H9
Σ Hidrokarbon				
Klorürler				
Sıcaklık				
Notlar:				
- Veri kaynağı (EUROFER CR)				
- Veriler haftalık olarak 24 saatlik ölçümlerin ortalamasıdır.				

Tablo A.4-36: Elektrolitik emülsiyon kırma işletme verileri

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

Ultrafiltrasyon:

Diğer etkiler:

- Kimyasal ilavesine ihtiyaç yoktur [SIDMAR].
- Yağlı çamur oluşmaz [SIDMAR].
- Yaklaşık % 100 yağ uzaklaştırma verimi, giriş yağ içeriğine bakılmaksızın elde edilir. [SIDMAR].

Referans tesisler: SIDMAR

İşletme verileri:

Ekonomiklik: Maliyetler düşer.
Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:
Referans literatür:

A.4.2.3.9 Yağ Zerreciklerinin Tutulması ve Yağın Ayrılması

Tanım:

Emülsiyon buharları hattan emilerek temizlenmek üzere ayırıcılardan geçirilir. Dolgulu, plakalı ve delikli tip ayırıcılar kullanılarak geçen havadaki yağ alınır, bazen elektrostatik çöktürücüler de kullanılır. Ayrılan solüsyon, emülsiyon sistemine geri döndürülür.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Emülsiyon buharında azalma verimi % 90'ın üzerindedir.

Uygulanabilirlik:

- Haddeme ve şerit kumlama proseslerinde kullanılır.
- Yeni ve mevcut sistemlerde uygulanır.

Diğer etkiler:

Geri kazanılan yağ, sistemde yeniden kullanılır. Bazı durumlarda yağın yeniden kullanımı çıkan yağın kalitesinden dolayı (bakteri üremiş olabilir) mümkün olmayabilir. [Com HR].

Referans tesisler:

İşletme verileri:

	Tandem Hadde		Düşük alaşımli tersinir hadde	Yüksek alaşımli tersinir hadde
Emülsiyon buharı	verilmemiş		Çelik çerçevesli damlacık ayırıcı	Çelik çerçevesli damlacık ayırıcı
Ekzos ayırıcı				
Hacim m ³ /t	1850-2000		175-850	3000-12000
Enerji tüketimi MJ/t	5-10		12-13	verilmemiş
Ulaşılan Emisyon Seviyesi				
Kirlilik	Toz ²	Hidrokarbonlar ¹	Hidrokarbonlar ¹	Yağ
Konsantrasyon mg/m ³	10-50	5-20	10-12	10-20
Spesifik emisyon g/t	96	7	8,4-10,1	50-80
İndirgeme oranı ³ (%)	> 90	> 90	> 90	verilmemiş

Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)

¹ organik karbon olarak, analiz metodu Umwelt-BA EM-K1, EPA S 008

² analiz metodu EPA

³ İndirgeme oranı kütleli akış üzerinden alınmıştır.

Tablo A.4-37: Haddeme Hatlarındaki Emülsiyon Buharları Ayırıcılarının Emisyon Seviyeleri

Ekonomiklik:
Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:
Referans literatür:

A.4.2.3.10 Soğutma Suyu Çevrimleri/Özel Soğutma Suyu Sistemleri

Tanım:

Soğuk haddeleme sırasında açığa çıkan ısı, plakalı ısı eşanjörleri sayesinde soğutma suyu çevrimine aktarılır. Bu çevrimdeki suyun geri dönüşümüyle soğutma kulelerinden gelen suların tüketimi de azalmış olur.

Özel su soğutma sistemleri:

Soğutma suyunun yağ ile karışma riski en aza indirilir.

Soğutma suyunun yeniden kullanımı:

Soğutma suyu temizleme sistemlerinin kullanılmasıyla, doğal kaynak ve enerjinin korunması.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Su Soğutma Sistemi

Girdi / Tüketim Seviyeleri		
Soğutma suyu (resirkülasyon)	8400	m3/t
Nehir suyu	7000	m3/t
Yumuşak su ¹	2,5 E -4	m3/t
NaOH	1,25 E -8	m3/t
İnhibitör	2,5 E -7	m3/t
Enerji:		
Elektrik	0,004	GJ/t
Kalori ²	0,282	GJ/t
Çıktı / Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Soğutma suyu (resirküle eden)	8400 m3/t	
Atıksu (sistemden drene edilen)	2,5 E -4 m3/t	
Çöken katı madde (hacim)	2-5 ml/l	
Hidrokarbonlar (yağ, gres)	2-5 mg/l	0,5-1,25 mg/t
Klorür	50 mg/l	12,5 mg/t
Toplam Fe	2 mg/l	0,5 mg/t
Sıcaklık	35 °C	
pH	6,5-9,5	
Elektrik iletkenliği	1,1 mS/cm	
Not: Veri kaynağı (EUROFER CR) Veriler haftalık olarak 24 saatlik numunelerin ortalamasıdır. ¹ sadece sistem drenajı halinde ² enerji tandem haddeden soğutma suyu ile uzaklaştırılır.		

Tablo A.4-38: Tandem hadde soğutma suyu sistemi tüketim ve emisyon seviyeleri

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.2.4 Tavlama

A.4.2.4.1 Banyo kaskadlarında yağ giderme uygulaması

- Uygulanmış teknik bilgi ve tanımlama yok.

A.4.2.4.2 Sıcak sulu ön yağ giderme

- Uygulanmış teknik bilgi ve tanımlama yok.

A.4.2.4.3 Yağsızlaştırılmış çözeltilinin arıtımı ve yeniden kullanımı

Tanımlama: Bölüm D.4.3'e bakınız.

Yüksek yağ içerikleri yağsızlaştırılmış çözeltiliyi kullanışsızlaştırır ve temizlik ölçümleri banyonun ömrünü uzatmak için uygulanır. Yağsızlaştırma banyosu temizleme ve ömrünü uzatmak için ölçümler:

Yağ ve demir tozu karışımını uzaklaştırmak için manyetik seperatörler.

Mekanik temizlik:

Metal yüzeylerden gelen yağ/gres ve yağ giderme kimyasallarının emülsiyonları genellikle dengede olmadıkları için bir süre sonra banyo suyu yüzeyinde yüzerler. Sıyırıcılar vasıtasıyla uzaklaştırılabilirler. Askıdaki katı maddeler çökeltme yoluyla uzaklaştırılır. Mekanik arıtım yağ giderme banyosu kullanım ömrünü 2 – 4 kat daha arttırabilir.

Yüzeydeki kirliliğin ve yağın Adsorbsiyonu (Filtrasyondan sonra çökeltme)

Ultrafiltrasyon:

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Yeni alkali banyolar için kimyasalların sarfiyatı oldukça düşürülebilir.
- Deşarj edilen ve arıtılan atık su miktarının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir.

Diğer etkileri:

- Yağ giderme çözeltilerinin temizlenmesinde yağ ve gres atık olarak açığa çıkar. Bu atık yağ enerji geri kazanımı için kullanılabilir veya yakılarak yok edilmelidir.

Referans fabrikalar:

İşletme verileri:

Tablo A.4-39, ultrafiltrasyon yoluyla temizlenen sürekli tavlama hattı döngüsünde yağ giderme çözeltilisi için giriş/çıkış ve atık verilerini gösterir.

Girdi / Sarfiyat (tüketim) Seviyesi				
Yağ giderme çözeltisi		50 – 60 kg/t		
Deminerale su		0,3 – 0,4 kg/t		
Yağ giderici		0,04 – 0,05 kg/t		
Temperleme akışkanı konsantrasyonu		0,15 – 0,2 kg/t		
Elektrik Enerjisi		4 - 5 MJ/t		
Çıktı / Emisyon seviyesi				
Temizlenmiş yağ giderme çözeltisi		40 – 50 kg/t		
Tortu (çamur)		0,4 – 0,5 kg/t		
	Konsantrasyon (mg/l)	Spesifik Emisyon (g/t ürün)	Azalma Oranı ¹ (%)	Analiz Metodu
Askıda Katı Madde (Filtrelenbilir)	20 – 40	2.35 – 4.7 E-4	> 90	DIN 38409-H2
∑ Hidrokarbonlar (yağ, gres)	5 - 8	5.9 – 9.4 E-5	> 90	DIN 38409-H18
Toplam Fe	1 – 2	1.2 – 2.4 E-5	> 90	DIN 38406
Sıcaklık	30 °C			Termometre
pH	6.5 – 9.5			
NOT: Veri kaynağı (EUROFER CR). Veri haftalık bazdadır. Hacim 24-h örnekli orantılı				
¹ Bileşenin akışına dayandırılmıştır.				

Tablo A.4-39: Ultrafiltrasyon ile yağ giderme banyo temizliği için işletme ve atıksu parametreleri

Ekonomikliği:

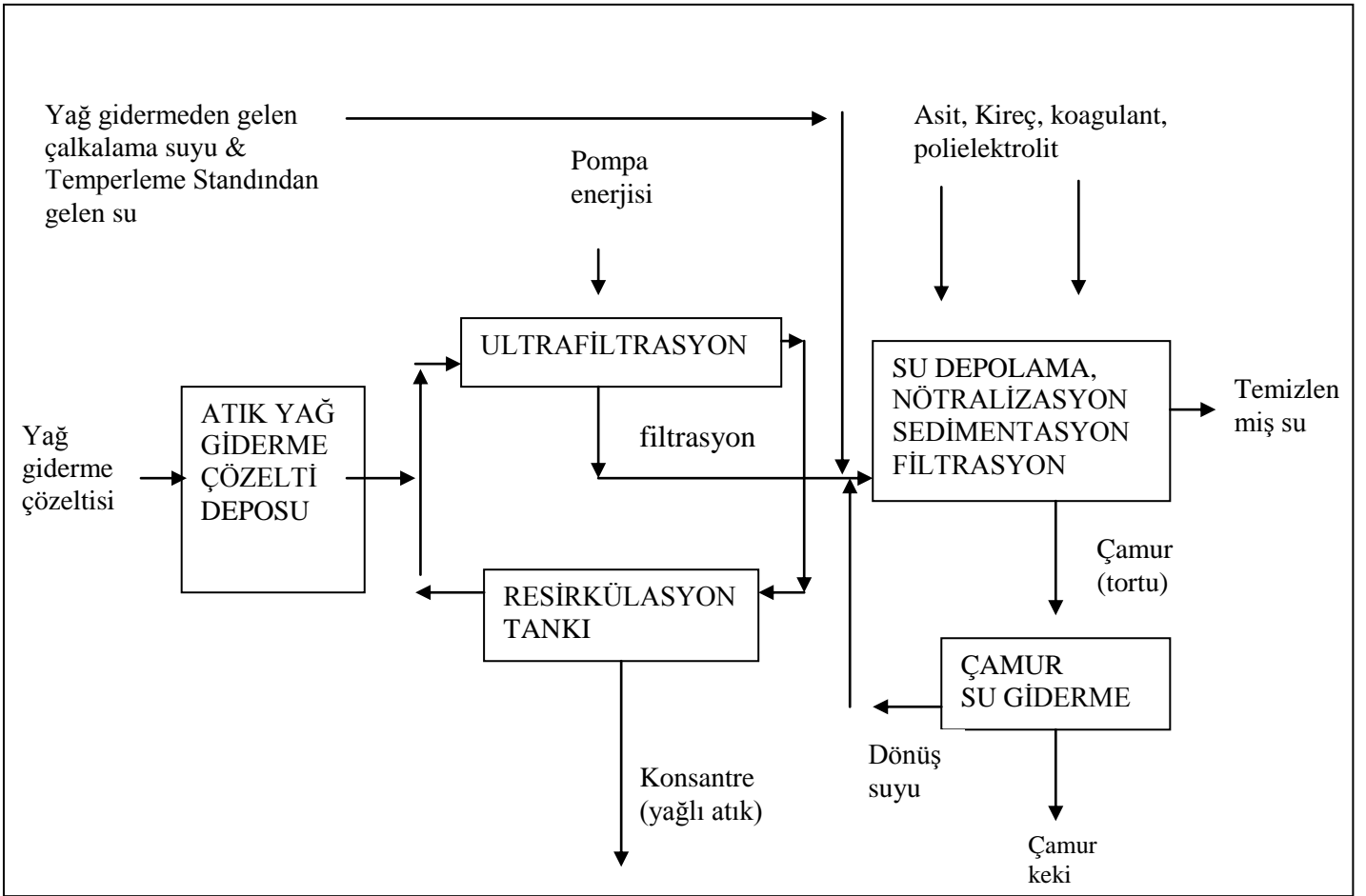
Uygulamayı zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.4.4 Yağ Giderme Banyosu ve Alkali Atık Su Arıtımı

Tanımlama:Bölüm D.4.4 ve D.4.5'e bakınız.

Yağ gidermeden gelen sular, elektrolitik yağ gidermeden gelen yıkama suyu ve yüzey temizlemeden gelen ve geri kazanılmayacak olan atık sular deşarj edilmeden önce arıtılır. Çöktürücülerle atık suda arıtım yapmadan önce içerdiği yağın uzaklaştırılması gerekir. Örneğin ultrafiltrasyon kullanarak. (Com2 D) Atık su sonra kireç ya da HCl'yla nötralize edilir sonra filtrelerden geçirilerek deşarj edilir. Sulu çamur preslerden geçirilerek susuzlaştırılır ve depolanmak üzere land-fill'e gönderilir. Ultrafiltrasyon sisteminden çıkan yağlı çamur ise yüksek fırınlarda kullanılır (EUROFER CR).



Şekil A.4-19: Yağ giderme sistemi akış şeması (sürekli tavlama örneği) (EUROFER CR)

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Azaltılmış kirlilik deşarjları, özellikle suya verilen yağ deşarjı.

Uygulama:

- Yeni ve mevcut üniteler

Diğer etkiler:

- Enerji ve hammadde sarfiyatı.

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Tablo A.4-40 ultrafiltrasyon (sürekli tavlama hattı) yolu ile alkali (yağ giderme) atık su arıtımı için giriş/çıkış ve atık verilerini gösterir.

Ham atık su					12 - 15 kg/t
Sitrik asit					Ara sıra kg/t
Elektrik Enerjisi					1-1.5 MJ/t
Çıktı / Emisyon seviyesi					
Arıtılmış atık su					12 - 15 kg/t
Tortu (çamur)					kg/t
	Konsantrasyon (mg/l)	Spesifik Emisyon (g/t ürün)	Azalma Oranı ¹ (%)	Analiz Metodu	
Askıdaki Katılar (filtrelenabilir)	20 – 40	2.35 – 4.7 E-4	> 90	DIN 38409-H2	
∑ Hidrokarbonlar (yağ, gres)	5 - 8	5.9 – 9.4 E-5	> 90	DIN 38409-H18	
COD	5000 - 6000	5.9 – 7.1 E-5	> 50	DIN 38409-H44	
Sıcaklık	30 °C			Termometre	
pH	6.5 – 9.5				
NOT: Veri kaynağı (EUROFER CR). Veri haftalık bazdadır. Hacim 24-h örnekli orantılı					
¹ Azalma oranı bileşenin kütle akışına dayandırılmıştır.					

Tablo A.4-40: Alkali atık su arıtımı için işletme ve atıksu çıkış parametreleri

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.4.5. Yağ giderme tesisi buhar emme sistemi

Tanım:

Sürekli tavlama hattı ön işlem bölümü ile yağ giderme banyosundan çıkan dumanlar bir eksoz sistemiyle emilerek, temizlenmek üzere yıkayıcılara gider. Yıkama işlemi için geri dönüşümlü su kullanılır. Yıkama suyunun bir kısmı yağ giderme hattından veya sürekli tavlama hattından deşarj edilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Yağ giderme buhar emisyonlarının azaltılması.

Uygulanabilirlik:

Diğer etkileri:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamayı zorlayıcı neden :

Referans literatür:

A.4.2.4.6 Özel Soğutma Suyu Sistemleri ve Suyun Tekrar Kullanımı

- Uygulanmış teknik bilgi ve tanımlama yok.

A.4.2.4.7 100 % Hidrojen ile Tavlama banyosu

Tanım:

Hidrojen/ azot yerine, 100 % hidrojen ile tavlama banyosu kullanılabilir.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Spesifik enerji tüketiminde azalma (H_2 N_2 altında sertleştirme yapıldığında, 100% hidrojen atmosferi altında; 700 MJ/t dan 422 MJ/t' a kadar azalma) (EUROFER CR).

Uygulanabilirlik:

Diğer etkileri:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.4.8 Kesikli Yerine Sürekli Tavlama

Tanım: Ürün kalite kriterlerine göre bazı parçalar için konvansiyonel kesikli tavlama banyosu yerine sürekli tavlama banyoları kullanılır.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

Uygulanabilirlik: Yeni tesislerde ve mevcut tesislerin modernize edilmesi halinde uygulanabilir.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamaya zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.4.9 Reküperatif veya Rejeneratif Yakma Sistemli Tavlama Fırınları için Ön Isıtma Havası

Tanım: Bölüm D.1.1 ve D.1.2' ye bakınız.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Enerji tüketiminde azalma

Uygulama:

- Yeni ve mevcut fırınlar

Diğer etkileri:

- NOx emisyon seviyesi (konsantrasyon) yükselir.

Referans tesisler:-Britanya paslanmaz çelik,sheffield.

İşletme verileri:

Örnek

Eski tavlama fırınları, paslanmaz şerit için yaklaşık 1100 °C sıcaklıkta kenar duvarlardaki elektriksel elemanlarla 3 kontrollü alanda (bölgelerle) çalıştırılırdı. Maximum üretilen iş 1 t/saat'dir. 1989 da fırın gazının sirkülasyonunu geliştirmek ve kapasiteyi artırmak için yapısal modifikasyon yapılmıştı. 3 bölge aynı kaldı, ama ilk ikisi 5.5 therm/saat integral yatak yakıcılarıyla donatıldı, 3.bölgede bir özküperatif yakıcı kuruldu (döşendi)

NOx emisyonları maksimum %21-84 oranlarında ölçülmüş olup, 225-317 ppm arasında değiştiği gözlenmiştir. % 3 oksijene göre düzeltildiğinde bu ölçümler, 460-650 mg/m³ arasında değişmektedir.

Mesela yılda 46 üretim haftası ve haftada ortalama 100 ton üretim yapılabilir. Birincil enerji tüketimi % 50,6 azaltılır. (Önceki elektrik ısıtma sistemi için enerji üretim istasyonundaki ana enerji tüketiminin hesaba alınmasıyla) Amortisi periyodu bu çalışmayla 5.5 yıl olmasına rağmen geri ödeme süresi enerji maliyetlerine (fiyatlarına) bağlıdır (fuel oil, gaz, elektrik vs.). Hesaplanan geri ödeme süreleri diğer senaryolar için 2.5 yıl olup; gaz için 2,93£/GJ, elektrik için ise 11,77£ /GJ alınmıştır. (ETSU-FP-64)

Ekonomiklik:

Uygulamayı zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.4.10 Düşük NOx yakıcı ile NOx emisyonunda azalma

Tanım : bakınız bölüm D.2.1

Düşük NOx yakıcıların seçilmesiyle NOx emisyonları azaltılabilir.

Ulaşılan çevresel kazançlar:

- Azaltılmış NOX emisyonları

Uygulama:

- Yeni ve mevcut fırınlar.

Diğer etkileri:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

	Konsantrasyon (mg/l)	Emisyon (kg/t ürün)	Azalma ¹ (%)	Analiz Metodu
Toz	5 - 10			EPA
SO₂	60 - 100	9 - 14 E-03		Infrared, UV - Fluoresans
NO₂²	150 - 380	25 - 110 E-02	60	Kimyasal Işıl Isı, (kimyasal etkiye sahip ışık) (NBN T94-303)
CO	40 - 100	15 - 40 E -03	87	Umweltbundesamt- EM-K1,IR- SPEKTROMETRE
CO₂	200000-220000	31200	0	IR-absorbsiyonlar- spektrometre

NOT: Veri kaynağı (EUROFER CR). m³'ler standart şartlara dayandırılmıştır. (atık gas 10000 - 16000 m³/h, 200 - 250 m³/t)
¹ Azalma oranı bileşenin kütle akışına dayandırılmıştır.
² referans 3 % O₂, mg/m³ kuru

Tablo A.4-41: Tavlama banyosu fırınlarında düşük NO_x brülörleri ile elde edilebilir emisyon seviyeleri

	Konsantrasyon (mg/l)	Emisyon (kg/t ürün)	Azalma ¹ (%)	Analiz Metodu
Toz	10 - 20	0.16 - 0.32		EPA
SO₂	50 - 100	0.08 - 1.6		Infrared, UV - Fluoresans
NO₂²	400 - 650	0.14 - 0.22	60	Kimyasal Işıl Isı, (kimyasal etkiye sahip ışık) (NBN T94-303)
CO	50 - 100	0.08 - 0.2	87	Umweltbundesamt- EM-K1,IR- SPEKTROMETRE
CO₂	180000-250000	62.5 - 86.8	0	IR-absorbsiyonlar- spektrometre

NOT: Veri kaynağı (EUROFER CR). m³'ler standart şartlara dayandırılmıştır. (atık gas 350 - 400 m³/t)
¹ Azalma oranı bileşenin kütle akışına dayandırılmıştır.
² referans 3 % O₂, mg/m³ kuru

Tablo A.4-42: Sürekli tavlama fırınlarında düşük NO_x brülörleri ile elde edilebilir emisyon seviyeleri

Ekonomikliği:

Yatırım maliyeti 100 keCU olarak rapor edilmiştir. (540000 t/yıl kapasiteli sürekli tavlama fırını için)

Uygulamayı zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.4.11 Ön ısıtma

Tanım:

Malzemenin sürekli tavlama hattında ön ısıtılması:

Şerit, gaz ile doğrudan temas ederek veya ısı, şeride ısı eşanjöründen geçen koruyucu gaz ile iletilir. Direkt kontak sadece kontrollü durumlarda mümkündür. (Gazın ve şeridin sıcaklığına, gazın oksitlenme potansiyeline, nemine ve toz içeriğine bağlıdır). Sonuç enerji tüketiminin azalmasıdır.

Ulaşılan çevresel kazançlar

- Enerji tüketiminin azaltılması

Uygulama:

Diğer etkiler:

Referans üniteler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamaya zorlayan nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.4.12 Yağ giderme banyoları için ısı kullanımı

Uygulanmış bilgi ve tanım yok.

A.4.2.5 Temperleme

A.4.2.5.1 Emülsiyon sisteminin optimize edilmesi

Tanım:

a) Emülsiyon için düşük basınçlı spreylerin kullanımı.

Temper haddeleme emülsiyonunun atomize edilmesi uygun çapta ve basınçtaki sprey sistemi kullanımı ile minimize edilir.

b) Emülsiyon jetleri sayısının şerit genişliğine adaptasyonu

Temper haddeleme emülsiyonu geri kazanılmadığı için spreyleme optimizasyonu ile emülsiyon kullanımı azaltılır.

Ulaşılan çevresel kazançlar

a) Yağ emisyonların azaltımı

b) Yağ tüketiminin azaltımı

Uygulama

- Yeni üniteler ve mevcut üniteler

Diğer etkiler:

Referans üniteler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.5.2 Kuru temper prosesine değişim

Tanım:

Temel çevresel faydalar

- Yağ tüketimi yok

Uygulama

- Yeni üniteler ve mevcut üniteler

Diğer etkileri

- Havaya emisyon çıkışı olur.
- Eksoz sistemi gerektirir ve atık oluşur (filtre tozu)

Referans üniteler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür

A.4.2.5.3 Temper mil emülsiyonun temizliği

Tanım: Kullanılan temper hadde emülsiyonu, elden çıkarılmadan önce temizlenmelidir. Bu emülsiyon genellikle tandem hadde emülsiyonu ile işlem den geçirilir ve diğer yağ kalıntıları, emülsiyon işleminde sistemde kalır.

Çevresel faydalar

- Suya verilen emisyonlar azaltılır.

Uygulama

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır

Diğer etkileri

- Enerji ve hammadde tüketimi.

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.5.4 Yağ buharı ve tozun azaltılması.

Tanım:

Yağ buharı ve toz, eksoz sistemiyle alınarak kuru ve ıslak filtrelerden geçirilir. Ayrıca mekanik yağ buharı eliminatörleri ve siklonlardan geçirilir.

Ulaşılan çevresel faydalar

Yağ yayılımının azaltılması.

Uygulama

Yeni ve mevcut sistemlere uygulanır.

Diğer etkileri

Referans üniteler

İşletme verileri:

	Konsantrasyon (mg/Nm ³)	Spesifik Emisyon (g/t ürün)	İndirgeme Oranı (%)	Spesifik Hacim (m ³ /t)	Analiz Metodu
Örnek: çelik ürünlü seperatör					
Hidrokarbon	5 - 15	0.273	> 90	90 - 110	Umwelt-BA EM-K1
Not: Veri kaynağı (EUROFER CR)					

Tablo A4-43: Çelik seperatörler için ulaşılabilir emisyon seviyeleri

Yağ buharı miktarı 10 mg/m³ olarak raporlandı.

Ekonomiklik

Yağ buharı eliminatörü: Yatırım maliyetleri 375 KECU (Yağ azaltımı için 125, toz için 250), işletme maliyeti 6 KECU, elektrik tüketimi 70 kwh (CITEPA)

Siklon : Yatırım maliyeti 25 KECU , işletme maliyeti 2,5 KECU/yıl, elektrik 45 kwh (CITEPA)

Uygulamaya iten nedenler

Referans literatür:

A.4.2.6 Sonlandırma

A.4.2.6.1 Yağ işlemindeki yağ partiküllerinin tutularak arıtılması.

Tanım:

Şerit yüzeyinin korunması amacıyla yapılan yağlama işlemi sırasında çıkan yağ zerrecikleri zerre tutucuyla tutulur ve elektrostatik çökelticiden geçirilir. Tutulan yağlar ise yağlama prosesine yeniden döndürülür.

Ulaşılan çevresel faydalar

- Yağ buharı çıkışının önlenmesi
- Yağ tüketiminin azaltılması

Uygulama

- Yeni ve mevcut ünitelerde uygulanır.

Diğer etkileri

Referans işletmeler: stah/werke Bremen.

İşletme verileri:

Örnek

Bu tanımlanan yöntemle yağlama işlemi sırasında çıkan görünen zerreciklerin tamamı tutulur. Zerre tutucunun verimi %72 olarak raporlanmıştır. Ölçümler zerre tutucudan sonra EP'den önce alınmış olup, 296 mg/m³ (ortalama 104 mg/m³) dür. EP'den sonra maksimum konsantrasyon 6,3 mg/m³, ortalama 3.0 mg/m³'dür. EP'nin verimi %97 ile %98 arasında değişmektedir. Atık gazın karbon içeriği 17,5 ile 21,3 mg/m³ arasında; EP nin arkasında ise yaklaşık 10,6-11,9 mg/m³ olarak ölçülmüştür. (UBA-Kloekner-82)

Ekonomiklik

Uygulamaya iten nedenler

Referans literatür

A.4.2.6.2 Elektrostatik yağlama

- tanımlama yok

A.4.2.6.3 Yağ spreji optimizasyonu

- tanımlama yok

Ulaşılan çevresel kazançlar

- Yağ tüketimi azaltıldı.

Uygulama

- Yeni ve mevcut ünitelerde uygulanır.

Diğer etkileri

Referans tesisler

İşletme verileri

Ekonomikliği

Uygulamaya iten sebepler

Referans literatür

A.4.2.6.4 Kaynak ve doğrultma işleminden çıkan tozun azaltılması

Tanım: Kaynak ve doğrultma işleminden kaynaklanan tozlar torbalı filtrelerle tutulur.

Ulaşılan çevresel kazançlar

Özellikle havaya kaçan tozlar azaltılır

Uygulama

Yeni ve mevcut ünitelerde uygulanır.

Diğer etkileri

- Enerji tüketiminin artması
- Atık oluşumu (tutulan tozlar)

Referans üniteler:

İşletme verileri ve ekonomikliği

Çalışma süresinin % 5'ini kaynak işleminden ve süreklilik arz eden doğrultma işleminden kaynaklanan tozu azaltmak için kurulan tesisten çıkan toz miktarı 5 ile 30 mg/m³ arasında değişmektedir. Saatlik elektrik talebi 110 kwh (0,64 kWh/t)'dir. Yatırım maliyeti 625 kECU (toplama ekipmanları, borular, fanlar, elektrik ekipmanları, motor ve davlumbaz dahil), işletme maliyetleri ise 10 kECU olarak raporlanmıştır (CITEPA).

Diğer kaynaklar gerdirme, doğrultma ünitesi, kaynak makinesi, bobin açma doğrultucusu olup buralardan alınan toz değerleri 16-7-39-22 torbaların değişimi-24-29-35 ve 39 mg/Nm³ olarak raporlanmıştır.

Herbir emisyon değeri, 6 farklı noktadan izokinetik yöntemle alınan sonuçları içerir. 90 °lik açılarla her bir ölçüm için 2 numune alım noktası vardır. Numune alım süresi 6 saat olup, yılda 6 kez yapılır.

Kuruluş verileri:

Filtre Alanı: 687 m²

Torbali filtre sayısı: 441

Torbali filtre ölçüleri: Çap 120 mm x boy 4030 mm

Torbali filtre Tipi: PE/PE – ağırlık 550g/m² – kalınlık 1,9 mm – yoğunluk 0.29 g/cm³ – hava geçirgenliği min. 196 Pa'da (20 mm su sütunu) 150 l/dm²

Eksoz fanlarının sayısı: 3x55 kW – 1470 devir/dak.

Gaz akışı (dizayn): 90.000 m³/saat

Basınç kaybı (dizayn): 120 daPa

Temizleme aralığı: 4 – 6 bar basınçta 50 msec (Vanroosb 3.4)

Torbali filtrelere bir delinme görüldüğünde değiştirilir, bu da yaklaşık 50 adam - saat sürer ve asitleme hattının 2 vardiya durmasına neden olur. Maliyeti yaklaşık 400.000 BEF (10.000€UR)'dir. (Vanroosb 3.4)

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.6.5 Optimize edilmiş sonlandırma işlemi:

- Tanımlama yok.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Hurda miktarında azalma.

Uygulama:

Diğer etkileri:

Referans üniteler:

İşletme verileri:

Ekonomikliği:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.2.7 Hadde Atölyesi

A.4.2.7.1 Taşlama Emülsiyonlarının Temizlenmesi ve Yeniden Kullanımı

→Tanımlama ve bilgi yok.

A.4.2.7.2 Eksoz Sistemi (PRETEX/SBT)

→Tanımlama ve bilgi yok.

A.4.2.7.3 Hurdanın Azaltılması ve Geri Kazanımı:

→Tanımlama ve bilgi yok.

Tanım:

Hurdanın işletme içinde geri dönüşüm seçeneği (kesme, sonlandırma vs. işleminden gelen) Proses kontrolünün uygun yapılmasıyla malzeme kayıpları azaltılır (Com D).

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulama:

Diğer etkileri:

Referans üniteler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.3 Tel Haddehanesi

A.4.3.1 Hammadde ve yardımcı maddelerin depolanması ve manipasyonu

Tanım:

Hem taze hem de kullanılan asitlerin tüm depolama tankları etkili (verimli)contalı (mühürlü) kaplamayla ve hatta gerekiyorsa koruyucu kalkan (örtü) ile desteklenmelidir. Bu ikincil kaplama (konteyver)potansiyel zarar ve çatlaklara karşı düzenli olarak kontrol edilmesi gereken asite dirençli kaplama ile tamamıyla korunmalıdır.

Bundan başka, asitlerin yükleme ve boşaltma alanı herhangi potansiyel bir sızıntının direk olarak atık su arıtma tesisine gidecek şekilde biriktirilebileceği bir şekilde dizayn (inşa)edilmelidir.

Ulaşılan başlıca çevresel kazançlar:

Uygulama:

Diğer etkileri:

Referans üniteler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.2 Mekanik Tufal Giderme

A.4.3.2.1 Tufalın Dış Proseslerde Geri Dönüşümü

Tanım:

Tel sanayinde tufal giderme, telin ters bükümü yapılıır. Yağ ve suyundan ayrılmış çoğunlukla metal oksit içeren tufallar ayrılmış olur. Bükme ve döndürme işlemi ile tufal ayrılır ve biriktirme kaplarında toplanır. Bütün tel üreticileri, çıkan tufalları demir ve çelik sanayisine geri dönüş amacıyla verirler. Geri dönüşümün yapılıp yapılmaması, yerel çelik endüstrisinin ilgisine bağlıdır.

Bazı harici durumlarda, aşındırıcılarla karışık olarak çıkabilirler. (Kumlama, taşlama vs. ile tufal giderimi yapıldığı durumlarda). Taşlama sırasında çıkan tufalın geri kazanımı hem ekonomik nedenlerle hem de çevresel açıdan uygundur. Sınırsız geri dönüşüm, kalite kaybı ve yüksek toz oluşumu nedeniyle istenilen birşey değildir. (CET-BAT)

Çevresel faydaları

- Atığın azalması
- Limitation of recycling not due to technical factors, but due to acceptance by the potential recycler [CET-BAT].

Uygulama:

- Yeni ve mevcut tesislerde kullanılır.
- Bütün teller ve çubuklar için mekanik tufal giderimi mümkündür.
- Geri dönüşümün sınırı (limiti) teknik faktörlerden kaynaklanmıyor. Ama potansiyel geri dönüşümcülerin kabul kriterlerine bağlıdır (CET-BAT).

Diğer etkileri:

Referans üniteler:

Çalışma datası:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.3 Kimyasal Tufal Giderme / Filmaşinin Asitlenmesi

A.4.3.3.1 HCl ile Asitleme için Optimum Çalışma Aralığı

Tanım: Bölüm D.5.1 'e Bakınız.

Kimyasal olarak filmaşinin asitlenmesi, galvanizlemede yapılan işlemlerle aynıdır. Aynı metot ve teknikler uygulanır.

Ulaşılan çevresel başarılar:

- Havaya verilen asit buharları azaltılır.

Uygulama:

- Yeni ve mevcut tesislerde uygulanır.

Diğer etkiler:

VDI yönergesine göre seçilen asit konsantrasyonu, filmaşin asitlemesi için kullanılanlardan daha düşüktür. Bunun sonucunda aşağıda belirtilen olumsuzluklar görülür.

- Asidin HCl'den $FeCl_2$ ye dönüşümünün yavaş olması, daha yüksek HCl tüketimine neden olur.

- Asidin ikincil bir hammadde olarak yeniden kullanımını, yeniden FeCl₃ üretimi çok zordur. Minimum %10 Fe içeriği istenir ki bu da çok yüksek miktarda HCl gerektirir.
- Asitleme süresinin arttırılması daha büyük tanklar gerektirir. Tank yüzeyinin büyütülmesi, çok miktarda g/h HCl buharlaşmasına neden olur (Com2 BG).

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik: Asitleme tanklarının büyüklüğünden dolayı yatırım maliyeti artmaktadır.

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.3.2 Asitleme tankı buhar kontrolü

Tanım:Bölüm 5.2 'ye bakınız.

Buhar ve aerosollar çeşitli toplama sistemleriyle kontrol edilirler, örneğin yandan çekişli davlumbaz sistemleri veya asitleme banyolarının üstlerinin kapatılması şeklindedir. Emilen banyo buharı bacadan atılır. Sürekli asitlemede soğuk haddehane asitleme hatlarındaki tekniklerin aynısı kullanılır.

Çevresel faktörler:

- Asit buharı çıkışının azaltılması

Uygulama:

Davlumbazlar

- Mevcut ünitelerin revizyonu durumunda ve yeni tesislerde kullanılır.
- Mevcut açık banyoların üzerinin kapatılması veya davlumbaz konulması oldukça pahalı olacaktır. Bu, tamamen yeni taşıma sistemi ile birlikte proses kontrol sistemi gerektirir. (Operatör gözle prosesi takip edemeyeceği için otomatik olarak sistemin takip edilmesi gerekir). Ayrıca binada ve iç donanımda da bazı modifikasyonlar yapılmalıdır.

Yandan Çekiş:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkileri:

- Büyük hacimlerdeki çekişler buhar basıncından dolayı daha fazla emisyonla neden olur.

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Çalışma ortamının iyileştirilmesi, ekipman ve donanımın korunması.

Referans literatür:

A.4.3.3.3 Asitleme Tankı Buharlarının Arıtımı

Tanım: Arıtma tipi ve ihtiyacı kullanılan asit türüne (HCl, H₂SO₄ vs.) ve asitlemenin nasıl yapıldığına bağlıdır (Isıtılıp ısıtılmadığı, inhibitör veya yüzey temizleme kimyasalı ve karıştırma derecesi). Mevcut arıtma teknikleri paket veya plakalı yıkayıcılar ve zerre tutuculardır.

H₂SO₄ veya H₃PO₄ banyoları, ısıtılsa bile asit buhar basıncı düşüktür; bundan dolayı damlalar çıkmadıkça, çıkan havanın emilmesine gerek yoktur. Bu durumda asit damlacıkları kuru tip filtrelerden geçirilerek eksoz gazından ayrılırlar. Toplanan asit asitleme tanklarına geri döndürülürler. Sadece çok az miktarda su, filtreleri yıkamak için kullanılır. (CET-BAT)

HCl asitleme banyolarında, HCl konsantrasyonuna bağlı olarak, banyo sıcaklığı, birim zamanda işlenen filmaşın bobin sayısı ve katkı malzemelerinin etkisi dikkate alınarak HCl buharını azaltmak üzere ıslak tip yıkama yapılır. Plakalı yıkayıcılar, paket tip yıkayıcılara oranla daha az miktarda suya ihtiyaç duyarlar, dolayısıyla çıkan asitli su miktarı da daha düşüktür. Bu asitli su, asitleme tankına tekrar sirküle edilebilir. (CET-BAT)

Elde edilen başlıca çevresel yararlar:

- Asit buharı, damlacık ve aerosol emisyonlarının azalması.

Uygulanabilirlik:

Eksoz sistemi olan yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkileri:

Referans üniteler:

Filmaşın asitlemesi yapılan fabrikalar, son +/- 10 yıl içinde inşa edilmiş olup, bunların HCl banyo çıkışlarında yıkama sistemleri vardır.

İşletme verileri:

Tipik emisyon limitleri 20'den küçük en fazla 30 mg/Nm³'dür. Zerretutucuda (H₂SO₄ için) veya yıkayıcıda (HCl için) herhangi bir problem olmadan bu değerlere ulaşılmaktadır. (CET-BAT)

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.3.4. Ardışık Asitleme (Cascade Pickling):

Tanım: Ardışık asitleme, seri şekilde iki veya daha fazla banyoyla yapılır. Asit (sürekli veya durarak) bir banyodan diğerine zıt akışla akmaktadır. Bu da asidin etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamakla beraber, iyi asitleme kalitesine ulaşmasını sağlar.

Elde edilen çevresel yararlar:

- Taze asitin tüketiminin azalması
- Çıkan asitli atık miktarının azalması

Uygulanabilirlik :

- Yeni ve mevcut fabrikalarda
- Mevcut binalarda yer azlığı sınırlayıcı bir etki olabilir.

Diğer etkileri:
Referans tesisler:
İşletme verileri:

Ekonomiklik:
Maliyetler şunları içerir;

Daha geniş bina ,daha geniş asit geçirmez taban yüzeyi ve daha geniş ikinci bir depolamayı içerir. Ekstra ekzos sistemi ve sirkülasyon pompası,

Asitleme banyosu solüsyon içeriği ve seviyesini takip etmek için proses kontrol sistemi gerekir; her bir filmaşın tipinin banyo temas süresi farklıdır. Bu durumda, proses kontrol sistemiyle otomatik olarak merdanelerin hareketlerinin takip edilmesini sağlayacak programlar hazırlanır.

Tahmini Maliyet : Kapasiteye bağlı olarak 0,2-0,4 M Euro'dur.

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:
Referans literatür:

A.4.3.3.5 Asitleme prosesinden dışarı taşmaların azaltılması

Tanım:

Taşmayı azaltmak için filmaşın bobinleri belli bir süre bekletilerek fazla asidin damlaması sağlanmalıdır. Bu da bobinin son banyodan yavaşça yukarıya kaldırılıp, yıkamaya getirilmeden önce birkaç saniye bekletilmesiyle olur. Asidin damlamasını hızlandırmak için bobin hafifçe titreştirilir.

Ulaşılan çevresel yararlar:

- Asit taşmasının azaltılmasıyla, asit tüketiminin düşürülmesi,
- Atık asit miktarının azaltılması
- Asitleme kaybının azaltılması.

Uygulanabilirlik

- Yeni ve mevcut fabrikalar

Diğer etkileri:
Referans tesisler:
İşletme verileri:
Ekonomiklik:
Uygulamaya iten nedenler:
Referans literatür:

A.4.3.3.6 Serbest asidin ayrılması ve tekrar kullanımı

Tanım:Bölüm D.5.9'da bakınız.

Serbest asidi, bağlı asitten ayırmak için birçok metod mevcut. Serbest asit, asitleme prosesinde tekrar kullanılır. Bu tekniğin ardışık asitleme prosesine çok fazla bir katkısı yoktur. Çünkü hemen hemen bütün asitler metal tuzlarına dönüşür. Bir başka deyişle serbest asit geri kullanımı ardışık asitlemeye alternatiftir. (Bakınız A.4.3.2.2)

H₂SO₄ için, ortak teknoloji olan FeSO₄.7H₂O **kristalleşmesi** ve sıvı fazın tekrar kullanımı (H₂SO₄ içeren),eğer FeSO₄.7H₂O yan ürün olarak değerlendirilirse ekonomik olarak uygundur.

HCl için, HCl'nın **buharlaşması** teknik olarak mümkün fakat önemli yatırım ve enerji maliyetinden dolayı nadiren kullanılır.

Literatürde tanımlanan asit **geciktirme (retardation)** veya **membran prosesleri** gibi diğer metotlar çoğunlukla uygulanabilir değildir (asite katılan katılardan dolayı zar ömürlerinin azalması ve oluşturduğu Fe Cl₂ bileşiğinden dolayı membran deliklerinin tıkanması)

Solvent ekstraksiyonu, ekstraksiyon işlemi sırasında kullanılan tehlikeli kimyasallardan dolayı uygun bir ayırım metodu olarak görülmemektedir. İstenilmeyen zararlı bileşikler oluşarak arıtma tesisine gider, buradan da bu zararlı atıklar arıtılmadan deşarj edilirler. (CET-BAT)

Elde edilen çevresel yararlar:

- Taze asit tüketiminin azalması
- Asit atığının azalması

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fabrikalarda kullanılır

Diğer etkileri:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.3.7 Kullanılan Asitin Rejenerasyonu :

Tanım: D.5.10'da bakınız.

Hidroklorik asitin kavrulması: Oksijenli ortamda kullanılan asidin ısıtılmasıyla belli bir sıcaklığa gelince buhar fazı oluşur. Tüm asitler serbest aside, metaller ise metal oksitlere dönüştürülür. Oksidasyon ve asit geri kazanım birimleri korozyona dirençli materyallerden yapılmak zorundadır. HCl kalitesi kimyasal asitleme için daha yüksek kaliteye çıkarılabilir veya ikincil hammadde olarak kullanılmak amacıyla boşaltılır.

Uygulanabilir bir kavurma ünitesi, tipik tel fabrikasında harcanan asit çıktısından daha fazla büyüklükte bir kapasiteye sahiptir. (CET-BAT)

Elde edilen çevresel yararlar:

Asit atığının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Geri kazanım üniteleri, minimum asit kapasitesine göre tasarlanır. Bir tek tel üretim tesisinden gelen asit miktarı dikkate alınır.
- Tel sanayi, kullanılan asidin rejenerasyonu için, dış taşeronlara bağlıdır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.3.8 Harcanan asidin ikincil hammadde olarak tekrar kullanımı

Tanım: Kimya sanayisinde harcanmış asit, $FeCl_3$ üretimi ve küçük boyutta pigmentlerin üretimi için ikincil hammadde olarak kullanılır. Değerli kimyasalların üretimi için harcanmış asitin tekrar kullanılma olanağı Avrupa'nın bir çok bölgesinde mevcuttur. Bazı taşeronlar, harcanmış asitteki bazı metal kirlilikleri için katı sınırlar uygular veya uygulamak zorunda bırakılırlar. Birkaç taşeron, değişik tür harcanmış asitten Zn veya Pb'nu ayırtırmak/gidermek için özel işlemler geliştirmişler ve patentlemişlerdir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asit atığının azaltımı.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fabrikalara uygulanır.

Diğer etkileri:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.3.9 Yıkama Suyu Tüketiminin Ardışık Yıkama ile Minimize Edilmesi

Tanım:Bölüm D.8'e bakınız.

Filmaşın bobin bir çok kez değişik tanklarda ve her seferinde temiz su ile yıkanır. Sadece son yıkama banyosunda taze su kullanılır. Her bir banyo suyu bir önceki banyo tankına akar.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Su tüketiminin azaltılması (tek aşamalı durulamadan gelen sudan daha azdır)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fabrikalar

Diğer etkiler:

Referans Tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

A.4.3.4 Kumlama ile Tufal Giderimi: Tufalın Ayrılması :

Tanım: Kumlama hat boyunca veya döküm sürecinde mümkündür. Saniyede binlerce metal parçacık çelik yüzeyinden koparak yayılır. Kumlama sistemi başlıca aşağıdaki donanımdan oluşmuştur:

- 1)Tufal giderme işleminin kapalı bir kabin içinde yapılması için kapalı ortamın oluşturulması,
- 2)Değişik güçte kumlama motorları; değişik hat hızındaki kumlama işlemini yapmak için,

- 3)Uygun geri dönüşüm sistemiyle çıkan karışımın tekrar kullanılabilir hale getirilmesi.
- 4)Kumlama ortamının temizlenerek içerdiği küçük parçacıkların ve tufalın ayrıldığı geri dönüşüm sistemi,
- 5)Kumlama işleminde kullanılan kumların depolanacağı alan,
- 6)Bir toz toplama sistemini içermektedir.

Kumlama işleminin yapıldığı alan kapatılıp kabin içine alınarak tufal giderme işlemi sırasındaki toz yayılımı azaltılmaktadır. Kabine monte edilen kablolu makara sisteminden püskürtülen kumlar, santrifuj kuvveti ile çeliğin kabloya doğru hareketini sağlar.

Geri dönüşüm sistemi ile çıkan toz ve tufal karışımı tekrar sisteme geri döndürülür. Geri dönüşüm sistemi, karışım içerisindeki faydalı malzemenin ayrılarak diğerlerinin karışımında kalmasını sağlar. Karışım, hava su karışımlı bir ayırıcıdan geçirilerek küçük parçacıkların ayrılmasını diğer temizlenmiş olanların ise depolama tanklarına alınmasını gerektirir. Bu depolama tankından uygun dağıtım sistemiyle malzemeler kumlama makaralarına gelir. Bu sistemlerin senkronize edilmesiyle hızlı ve süreklilik arz eden bir proses akışı elde edilir.

Sıvılaştırma ile Tufal Giderme (Stream descaling)

Bu methodla filmaşinin bükme ve döndürme işlemi sonrasında çıkan tufal, sıvılaştırılmaktadır. Bu sıvılaştırılan tufal özel bir bölmede filmaşinin tel yüzeyine basınçlı hava ve jet pompaları aracılığı ile püskürtülür. Tufalı giderilen filmaşinin metalik yüzeyi açığa çıkar. Tufal toz sisteminden basınçlı hava ile geçirilir. İri taneli olanları jet pompalara geri döner ve sistemde yeniden kullanılır. Küçük olanlar ise boya katkı malzemesi olarak değerlendirilir.

Bu method düşük ve yüksek karbonlu çelik filmaşinin üretiminde kullanılabilir. Başlangıçtaki yatırım maliyeti ve yer gereksinimi çok düşük olup, en önemli avantajı kum, çakıl gibi malzemelere ihtiyaç duyulmamasıdır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Toplanan tufal tekrar kullanılır.
- Az bir alana ihtiyaç duyulmaktadır.

Uygulama :

- Yeni ve mevcut ünitelerde uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler: Gliwice'teki tel fabrikasında, Polonya'daki düşük karbonlu tel üretiminde kullanılmıştır.

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten nedenler:

Referans literatür:

Sıvılaştırma ile Tufal Giderimi:

“A new Method of mechanical Descaling of Carbon Steel Wire Rods”, Conference Proceedings – Wire association International Incorporated, 65th Annual Convention Atlanta, 1995.

A.4.3.5 Soğuk çekme

A.4.3.5.1 Çekme makinelerinden gelen hava emisyonlarının kontrol altına alınması ve çekilen havanın arıtımı.

Tanım:

Çekme makinelerinin telle temas eden kısımlarının üstü kapakla veya davlumbazla kapatılır. Kapak veya davlumbaz tasarımı, makinaya tel takılması, kırılan telin onarılması, kalıbın ayarlanması veya değiştirilmesi, sabun eklenmesi, yapılan ayarlama veya söküm gibi değişken görevler için kolaylıkla çıkarılabilecek şekilde dizayn edilmelidir. Kapatılan bölümdeki hava çıkartılmalıdır.

Çıkarılan hava filtre edilerek içerisindeki sabun tozları alınmalıdır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Sabun tozu emisyonlarının havaya karışımının önlenmesi.

Uygulanabilirlik:

- Yeni fabrikalar
- Dizayn sebeplerinden dolayı mevcut fabrikalarda teknik sorunlar yaşanabilir.

Diğer etkileri:

Referans tesisler:

Tüm yeni kurulan tesisler geniş ölçüler için donatılmıştır.

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Amaç, soğuk çekme makinesi etrafından oluşan tozun saha etrafına yayılmasını sınırlamaktır. Sabun tozunun %100'ünü gidermek (örneğin tozların bir kısmı çekilen tele yapışmış bir şekilde gider. Bu çoğunlukla çalışma ortamının geliştirilmesi için yapılır.

Referans literatür:

A.4.3.5.2 Soğutma suyu için Kapalı Çevrim

Tanım: Tel çekme işlemi sürtünmeden dolayı hem teli hem de çekim kalıbını ısıtır. Bundan dolayı hem kalıplar hem tel suyla soğutulur. (indirekt olarak, tele temas etmeden soğutma yapılır). Soğutma suyunu tekrar kullanmak için su; soğutma kulesi, hava soğutucusu veya benzer bir ekipmanla donatılmış su devresinden geçirilir. (CET-BAT)

Çevresel faydaları:

- Su tüketiminin azaltılması

Uygulama:

- Yeni ve eski ünitelerde uygulanır.

Diğer etkileri:

Referans tesisler

İşletme verileri

Ekonomiklik

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler

Referans literatür:

A.4.3.6 Islak çekme

A.4.3.6.1 Soğutma suyu için kapalı loop

Tanım: Çekme işleri telin sürtünmesinden dolayı ısınır. Bu ısı yağlamayla alınır. Bu sık sık yapıldıktan sonra yağda soğutulur.

Çevresel faydaları:

- Su tüketiminin azaltımı

Uygulama :

- Yeni ve mevcut üniteler

Karşı medya etkileri:

Referans üniteler:

Çalışma datası:

Ekonomi:

Uygulama için işletme gücü

Referans literatür:

A.4.3.6.2 Tel Çekme Yağlayıcı ve Soğutucu Temizliği

Tanım: Bölüm D.3.1 e bakınız.

Tel çekme yağlayıcıları, su karışımı yağ emülsiyonları ya da direkt yağlar, ince metal parçacıklarına yapışır. Bu ince metal parçacıkların miktarı artarsa, işletme problemleri oluşabilir. Örneğin çekilen çubuk bozulabilir, kalite düşebilir; bu durumda yağı değiştirmek gerekebilir. Yağı temizlemek için **santrifujlü** veya **filtrasyonlu** sistemler kullanılır, buda yağın ömrünü azatır. (El-Hindi)

Çevresel faydalar.

- Yağlayıcı atığının azaltılması.

Uygulama:

- Yeni ve mevcut ünitelerde uygulanır.

Diğer etkileri:

- Filtre atığının oluşması.

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Tel çekme işlemi sırasında kullanılan yağın temizlenmesi işletmenin verimliliğini artırır. Tel kalitesinde iyileşme ve işletme problemlerinde düşüş görülür.

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür.

A.4.3.6.3 Yağ ve yağlı emülsiyonların arıtımı

Tanım: bölüm D.3.2'ye bakınız.

Ulaşılan çevresel faydalar

- Atık miktarının azalması.
- Atıkların yakılması ile termal ısısından faydalanma.

Uygulama

- Yeni ve mevcut üniteler .

Diğer etkileri

Referans üniteler

Çalışma datası

- Atık maliyetlerinin azaltılması

Ekonomiklik

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler

Referans literatür.

A.4.3.6.4 Yağlı ve Sabunlu Atıkların Arıtımı ve Boşaltılması

Tanım:

Bazık sabunlu emülsiyonların arıtımı emülsiyonda bulunan atık yağ miktarına bağlıdır. Miktar az ise diğer atıksulara karıştırılabilir. Asitli atık su arıtım sisteminde sabun, çamura karışır. Eğer biyolojik arıtım yapılan tesislere sabunlu su gidiyorsa yağlı asit sabunları biyolojik olarak parçalanabilirler. Miktar fazlaysa koagülasyon ve flokülasyon işleminden sonra çökeltme, filtrasyon ve buharlaştırma gibi uygun arıtım yöntemleriyle bertaraf edilirler.

Ulaşılan çevresel faydalar

- Suya verilen atık miktarı azalır.

Uygulama:

- Eski ve yeni ünitelerde uygulanır.

Diğer etkileri

- Atık su arıtımı sonrası çamur çıkışı.

Referans tesisler

İşletme verileri

Ekonomiklik

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler

Referans literatür.

A.4.3.7 Telin Yığın Tavlaması

A.4.3.7.1 Koruyucu gazın yakılarak temizlenmesi

Tanım: Pota ve ingotları basınç altında tutmak için potalara sürekli koruyucu gaz basılır.

Bu gazın kompozisyonu yağlama ürünlerinininkine (lubricant) uyar. Parçalandıkları zaman olefin ve alken bileşikleri oluşur. Bu uçucu organik bileşikler (CO, H₂) atmosfere verilmeden önce zararsız bileşiklere dönüştürülmek zorundadır. Bu da açık alevle yakma ile sağlanır. (CET-BAT)

Ulaşılan çevresel faydalar

- Havaya verilen emisyonların azalması

Uygulama

- Yeni ve eski ünitelerde uygulanır.

Diğer etkileri

Referans tesisler

İşletme verileri

Ekonomikliği

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler

Referans literatür.

A.4.3.8. Düşük karbonlu telin sürekli tavlama

A.4.3.8.1 Kurşun banyosu :İyi örnekler

Tanım:

Çok önemli örnek metodlar

- Oksidasyon ve enerji kaybı ile kurşun banyosundan olabilecek kurşun kaybını minimize etmek için kurşun banyolarında devamlı bir koruyucu tabaka bulundurulmalı ya da kapakla kapatılarak (özel malzeme) bu kayıplar azaltılır.
- Kurşun banyosundan kirliliğin kaldırılması esnasında toz oluşumunun önlenmesi.
- Kurşun ile kirlenmiş konteynırların ayrı bir alanda tutulması, yağmur ve rüzgarla bu atıkların yayılmasının önlenmesi.
- Tel üzerindeki kurşun kaplamanın akıp gitmesini önlemek için telin yüzey kalitesinin iyileştirilmesi gerekir (çevresel ve ekonomik açıdan uygundur)
- Antrasit, çakıl ya da kurşun banyosundan sonra benzerinin kullanılmasıyla tel ile birlikte kurşun akmasının minimize edilmesi
- Uygulanan bu method kurşunun tel (çubuk) ile dışarı yayılmasını minimize eder. Çoğu üretim hatlarında bu iç hat ısıtma işlemi, iç hat asitlemeyle birleştirilerek yapılır. Diğer metodlar; telin uygun bir kaplama malzemesiyle kaplanması veya uygun şekilde paketlenmesidir. (CET-BAT)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Kurşun banyosundan yayılan emisyonların azaltılması (Pb, kurşun banyosundan, tam yanmanın oluşmadığı durumlarda ise, tel üzerindeki kalıntıların yanması sonucu ortaya çıkan CO ve TOC emisyonlarıdır). (CET-BAT)

Uygulama:

- Yeni ve mevcut ünitelerde uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

İyi işletme yöntemleriyle kurşun banyolarını düşük emisyonlu çalıştırmak mümkündür. Kurşun: 5 mg/m³, CO: 100mg /Nm³ ve TOC: 50 mg /Nm³ altında çıkar. (CET-BAT)

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler

Referans literatür:

A.4.3.8.2 Pb içerikli atıkların geri dönüşümü

Tanım: Bazı Pb içerikli atıklar Pb banyosunda oluşur (kurşun oksitler, atık banyosu kaplama malzemesi). Bu atıklar rüzgar ve yağmurdan korunarak ayrı yerde depolanmalıdır. Tel endüstrisi bu atıkların geri dönüşümü veya bertarafı için dışarıdaki taşeronlara bağlıdır. Normal olarak Pb içeren atıklar, demir dışı metal üretim tesislerinde geri kazanılır(CET-BAT).

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Açığa çıkan atığın azaltılması

Uygulama

- Yeni ve mevcut ünitelerde uygulanır.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler

Referans literatür:

A.4.3.8.3 Söndürme Banyoları İşletmesi ve Tavlama Hattı Atık suyunun Arıtılması

Tanım:

Bu banyolarda kullanılan suyun kalitesi düşük olduğu için geri dönüşüm suyunun bu amaç için kullanımı uygun olur, dolayısıyla söndürme banyosu suyunun, kapalı çevrim olarak çalışması tavsiye edilir. (CET-BAT)

Söndürme banyolarından çıkan atıksular, atıksuda bulunan $Pb(OH)_2$ ve $Pb(CO)_3$ 'ı arıtacak şekilde tasarlanmalıdır. (CET-BAT)

Görüş:

1) Her tesis kendi atıksu arıtma tesisini, çıkan atıksuyunun özelliğine göre diğer atıksularla birlikte karışık olarak arıtmak üzere tasarlamalıdır. Bu karışım her yer için farklıdır. Farkı yaratan çıkan ürünün özelliğine (asidin kullanımı veya kullanılmaması, kullanılan asidin geri dönüştürülebilirliği, ıslak çekme kullanımı, kaplama banyosu kullanılabilirliği gibi)

2) Koruyucu atmosfersiz ısıtma işlemi uygulanıyorsa, (örneğin, erimiş Pb banyosu kullanılan ısıtma işlemde) asitleme işlemi yapılır, bu durumda asit ve demir içeren yıkama suyu kesinlikle arıtılmalıdır. Birçok tel üretim tesisi geleneksel fiziko-kimyasal atıksu arıtma tesisi kullanır, yani kireçle nötralle edildikten sonra atıksu, Fe, Pb ve diğer ağır metalleri almak için çöktürme işleminden geçer, son olarak dekanter ve çıkan çamur filter presten geçerek susuzlaştırılır ve çamur keki haline getirilir. [Com BG2]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Suya verilen kirliliğin azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:

- Arıtma tesisinden çıkan atıklar ve çamur.

Referans tesisler:**İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****A.4.3.9 Paslanmaz Çeliğin Sürekli Tavlanması****A.4.3.9.1 Koruyucu Gazın Yakılarak Atılması**

Bakınız bölüm A.4.3.5.1

A.4.3.10 Patentleme**A.4.3.10.1 Fırın İşletmesinin Optimize Edilmesi****Tanım:**

Yakıcılarda belirli oranlarda karışım kullanılır. Bu şekilde fırın atmosferinde yer alan O₂'nin tamamı uzaklaşarak, tel yüzeyinde demir oksit oluşumunu minimuma indirir. Demir oksidin fazlası, tel malzemesiyle uzaklaşır, asitleme asidi tüketimi artar ve kurşunun fazlaca çekilmesine neden olur. [CET-BAT]

Fazla CO, fırın sıcak ekzos sistemine hava vererek CO₂'e dönüştürülür. Fırının atmosferi ve ekzos sistemindeki CO içeriği sürekli kontrol altında tutulmalıdır. Örneğin, her ürün karışım değişiminde veya ayda bir kez kontrol edilmelidir. [CET-BAT]

Isıtma metodundan dolayı NO_x oluşmamaktadır. [CET-BAT]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Takip eden proseslerdeki tüketimlerin azalması (örneğin asit tüketimi)
- CO içeriğinin azalması.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesislere uygulanır.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****A.4.3.10.2 Kurşun banyosu: İyi İşletme (Good Housekeeping)**

Bakınız bölüm A.4.3.6.1

A.4.3.10.3 Pb içeren Atıkların Geri Dönüşümü

Bakınız bölüm A.4.3.6.2

A.4.3.10.4 Söndürme Banyosu İşletmesi ve Patentleme Hattından Gelen Atıksuyun Arıtılması

Bakınız Bölüm A.4.3.6.3

A.4.3.11 Temperleme ve Yağla Sertleştirme

A.4.3.11.1 Koruyucu Gazın Yakılarak Atılması

Bakınız Bölüm A.4.3.5.1

A.4.3.11.2 Söndürme Banyolarından Çıkan Yağ Zerreciklerinin Tutulması ve Uzaklaştırılması

Tanım:

Yağ zerreciklerinin tutulması ve emilen havadan ayrılması.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Ortamda bulunan emisyonların özellikle yağ emisyonlarının alınması.

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

A.4.3.12 Tel Isıl İşlemi (farklı proses)

A.4.3.12.1 Telin İnduktif Isıtılması

Tanım:

Isıtılacak tel rulodan doğru ısıtılır. Bu da ruloda magnetik alan oluşmasına neden olur. Tipik uygulanan ısıtma frekansı 5-50 kHz (orta sıklıkta ısıtma) dir. Bazen yüksek frekansta ısıtma (50 kHz'in üstünde) uygulanır. Bu magnetik alan telde joul etkili indirgenmiş elektrik akımı oluşturur. İndirgenmiş akım, telin bir kesitindeki yüzeyde yoğunlaşır ki buna yüzey etkisi denir. İnduktif ısıtma telin malzemesine, çapına ve istenilen sıcaklık artışına bağlıdır:

- Malzemenin magnetik özellikte olması tercih edilir.
Çelik ve bazı çelik alaşımlar magnetik özelliktedir. Bir çok paslanmaz çelik türleri magnetik değildir. Pek çok metal kaplamalar magnetiktir.
- Tel çapları yüksektir, örneğin 2-3 mm'nin üstündedir.
Yeterince yüzey etkisinin sağlanması için çapın çok küçük, frekansın da yüksek olması gerekir.
- Curie sıcaklığının üzerinde, magnetik malzeme magnetik özelliğini kaybeder. Çeliğin magnetik özelliği 760 °C'nin üstünde kaybolur.

Bu aralığın dışında uygulamalar mevcuttur. Fakat pahalı yüksek frekanslı ekipmanlar kullanmak gerekir. Enerji verimi ortalamasının altında olur.

İnduktif ısıtma yaygın olarak tek hatlı tel üretim hatlarında austenitik ve temperlemede uygulanır. Austenitleme termal ısıtmanın ilk aşamasıdır: Patentleme (bakınız bölüm A.2.3.4.4), yağ sertleştirme (bakınız bölüm A.2.3.4.5) ve temperlemedir (bakınız bölüm A.2.3.4.5 ve A.2.3.4.6). Tel sıcaklığının kesin kontrolü termal işlem için gereklidir. İndüksiyon ısıtmasında tellerin ön ısıtılması için multi hat tel anlayışı kullanılır (örneğin Curie sıcaklığına kadar). Diğer uygulama ise çelik şerit üzerindeki Cu ve Zn kaplamalarının difüzyonudur. Bu da pirinç kaplı tel elde etmek için kullanılır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Yakmadan dolayı oluşan emisyonlar önlenmiş olur.

Uygulanabilirlik:

İndüktif ısıtmanın tek hatlı tel üretim prosesine uygulanması, oldukça geniş olup, sıcaklık kontrolü gerektirir. İndüktif ısıtmanın multi hatlı kullanımı eğer sıcaklık kontrolü sağlanamıyorsa sınırlıdır. Örneğin ön ısıtma. Uygulama telin özelliklerine bağlıdır. Bakınız yukarı bölüme.

Diğer etkiler:

Yakıt tüketiminin yerini (genellikle doğal gaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı) elektrik almıştır. Elektrik üretimi sırasındaki yakıt tüketimi dikkate alınırsa bu diğer etki ihmal edilebilir.

Tipik elektrik enerji verimi orta frekanslı ısıtmada % 60-85 arasındadır. Doğal gaz ısıtmada verim % 25-45 arasındadır. Eğer doğal gaz elektrik üretimi için kullanılıyorsa bu durumda verim % 50-55 olur ki birincil enerji yakıt kullanımının tam olarak farkı olduğunu söylemek zordur.

İndüksiyon rulusunun soğutulması için soğutma suyuna ihtiyaç duyulur.

Referans tesisler:**İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:****Referans literatür:**

BAT kararı verecek kadar yeterince bilgi mevcut değildir.?

A.4.3.13 Sıralı Asitleme

Bakınız Bölüm B.

A.5 SICAK VE SOĞUK ŞEKİLLENDİRMEDE EN İYİ TEKNİKLER

Bu bölümü ve içeriğini anlamak için okuyucunun dikkati önsöze özellikle önsözün beşinci bölümüne çekilmelidir. “Bu dökümanı nasıl anlamalı ve kullanmalıdır” Bu bölümde verilen teknikler, emisyon ve tüketim seviyeleri aşağıdaki aşamalardan oluşmuş proseslerden tespit edilmiştir:

- Sıcak ve soğuk şekillendirmedeki anahtar unsurların belirlenmesi. Proseslerdeki farklılıklar bütün demir haddeleme prosesindeki ortamın etkilenmesindedir. En önemli unsur havaya fırınlardan verilen emisyonlar (özellikle NOx); fırınların enerji tüketimi, yağ ve katı madde içeren deşarjlar, asitli atıksular, asit ve yağ buharları ve yağ içeren atıklardır.
- Tekniklerin incelenerek en doğru adresi vereni tespit etmek.
- Dünyada ve AB’deki en iyi çevresel performansı tespit etmek.
- Hangi şartlarda bu çevresel performansın elde edildiğini tespit etmek, örneğin bu tesisin kurulma maliyeti, diğer etkileri, uygulamaya zorlayan sebepler gibi.
- En iyi tekniğin (BAT) seçilmesi, bunlarla ilgili emisyon ve genel tüketim seviyeleri, bunlar direktifin Ek IV, Paragraf 2(11)’e göre incelenir.

Avrupa IPPC Bürosu ve Teknik Çalışma Grubundan oluşmuş uzman bir grup, buradaki aşamalar ve bilgilerde önemli rol oynamışlardır.

Buradaki belirlemeler ışığında, teknikler, emisyonlar ve tüketim seviyeleri kullanılan BAT'e göre sektöre uygun olarak verilmiş, sektördeki performanslarını yansıtmaktadır. Emisyon ve çevresel performans değerleri, sektördeki BAT uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar ve maliyetler dikkate alınarak verilmiştir. Oysa bunlar hiçbir zaman emisyon veya tüketim değerleri olarak dikkate alınmamalıdır. Bazı durumlarda teknik olarak bu emisyon seviyelerine ulaşmak mümkün olsa da maliyetleri veya diğer etkilerinden dolayı sektör için en iyi teknik BAT değildir. Oysa bazı zorunlu özel durumlarda bu teknikleri uygulamak gerekebilir.

BAT kullanılarak elde edilen emisyon ve tüketim seviyeleri bazı özel koşullar için görülebilir. "BAT ile elde edilen seviye" ile "ulaşılabilir seviye" arasında bu dokümanda fark vardır.

"Ulaşılabilir" seviyeden anlaşılan belli teknik veya tekniklerin kullanımıyla, belli sürelerde iyi işletme koşullarıyla elde edilen sonuçtur. Mümkün olduğunca tekniklerin maliyetlerine ilişkin veriler de bir önceki bölümde verilmiştir. Oysa tesislerin gerçek maliyeti, vergiler, ücretler ve bulunduğu yerin teknik özelliğine göre değişir. Bu dokümanda sahaya özel faktörlerin tamamını vermek çok mümkün değildir. Maliyetlerin verilmediği durumlarda mevcut tesislere bakarak bir tahmin yapılabilir.

Bu bölümdeki BAT, mevcut tesisin performansına bakarak yeni yapılacak tesise bir performans hedefi belirlemek içindir. BAT'i referans alan tesis kurulduğunda direktif madde 9(8)'deki genel bağlayıcı kurallarına uygunluğu burada dikkate alınır. Yeni tesisler BAT'lerde verilen veya BAT'lerden daha iyi tasarımı teknolojiye sahip olabilirler. Teknik ve ekonomik uygulanabilirliği dikkate alınarak mevcut tesislerin BAT seviyesinde veya daha da iyisine ulaşabilme imkanı mevcuttur.

Aslında BREF (BAT –best available technique- Reference Document) dokümanı yasal olarak bağlayıcılığı yoktur, sadece sanayiye, üyelere ve kamuya uygun teknolojiler kullanılarak ulaşılabilir emisyon ve tüketim seviyeleri hakkında rehberlik etmektedir. Özel koşullarda sınır değerleri belirlenirken IPPC Direktifindeki değerlendirmeler ve yerel şartlar dikkate alınır.

Bu bölümde sıcak ve soğuk şekillendirmede çevreye en az etki yaratan BAT'ler tanıtılmaktadır. Yürütülen mantık üretim prosesinin tanıtımı ve beraberinde bu prosesdeki BAT'lerin tanıtımıdır. Fakat bazı teknikler özellikle birincil veya önleyici teknikler ayrı bir proses olarak verilmemiş, bütün prosesin içerisinde yer almıştır. Uygun olduğu sürece emisyon seviyeleri, verimlilik, resirkülasyon oranları uygulanan tekniklerin sonuçları olarak verilmiştir. Sonuçları rakamsal olarak verilemeyen tekniklerin bir kısmı da BAT olarak verilmiştir.

Başka bir emisyon verisi olmadığı sürece buradaki veriler ortalama günlük değerlerdir. Havaya verilen emisyonlar için standard koşullardaki yani 273 K, 101.3 kPa 'daki kuru gazdaki ölçüm sonuçları verilmiştir.

Suya yapılan deşarjlar günlük ortalama değerler olup, 24 saatlik alınan kompozit numunelerin ortalama değerleridir. Ya da tesisin normal çalışma süresi içerisinde akışla orantılı olarak alınan kompozit numunedir (üç vardiya çalışmayan tesisler için).

A.5.1 Sıcak Haddeleme Hattı

Hammadde ve yardımcı maddelerin depolanması veya manuplasyonu sırasında aşağıdaki teknikler BAT olarak ele alınır:

- Sızıntı ve döküntülerin uygun tekniklerle alınması. Örneğin, çukurlar ve drenaj sistemleriyle toplanması.
- Drenaj suyundan yağın ayrılması ve ayrılan yağın yeniden kullanılması.
- Ayrılan suyun arıtma tesisinde arıtılması.

Yüzey temizleme veya girdinin şartlandırmasından dolayı oluşan çevresel etkinin azaltılması için düzenleme ihtiyacının ortadan kaldırılması gerekir. Dökme ürünlerinin yüzey kalitesinin artırılması aslında bir BAT'tır. Aşağıda tanımlanan teknikler de yüzey düzeltilmesinde ve girdi şartlandırmasında BAT olarak ele alınır:

Makine İle Yüzey Temizleme

- Makine ile yüzey temizleme ve torbalı filtreler ile toz toplama
- Bu teknik BAT'ın meydana getirdiği bir anlaşmaydı fakat bileşik emisyon seviyesi hakkında farklı fikirler oluşunca TWG (Teknik Çalışma Grubu) bu görüşten dolayı bölündü. Bir işletme ilgili raporunda, toz emisyonunun 5-10 mg/m³ aralığında olduğunu belirtti. Bazı üyeler, destekleyici bilgileri olmaksızın torba filtreleriyle toz emisyonunun 5 mg / m³ 'ün altında düşürülebileceğini ve BAT'ın da bu seviyeyi yayımlaması gerektiğini iddaa ettiler. Diğer üyeler ise emisyon seviyesinin 20 mg/m³ 'ün altında olmasının yeterli olacağını belirttiler.
- Elektrostatik çöktürücü³, su buharının yüksek olduğu dumandan dolayı bez filtrelerinin çalışmadığı durumlarda kullanılır. Her işletme için toz emisyon verileri mevcut değildi, toplanan verilerden ortaya çıkan emisyon değerleri ise 25 - 115 mg/Nm³ seviyesinde olduğu raporlandı. TWG üyelerinden elde edilen bilgilere dayanarak, FMP sektöründe oksit ve toz giderimi uygulamalarında kullanılan elektrostatik çöktürücülerdeki elde edilen toz seviyesinin 15-20 mg /Nm³ olduğu EIPPCB tarafından bildirildi. Aracı olarak tutulan nir endüstriyel NGO, BAT seviyesinin 20-50 mg/m³ arası olması gerektiğini ifade ederken, diğer üyeler elektrostatik çöktürücülerden elde edilen seviyenin 10 mg/Nm³'ün altında olduğunda ve BAT raporunda da bu seviyenin geçerli olması hususunda ısrarlarına devam ettiler. Sonuç olarak TWG, BAT raporundaki seviye konusunda anlaşmaya varamadı. Toplantı, görüş ayrılıklarıyla sonuçlandı.

Yüzey temizlemeden ayrılan talaş ve tufal ayrı ayrı istif edilmesi gerekir. Yağlı ve yağsız talaş, proseslerde tekrar kullanım için ayrı yerlerde tutulmalıdır.

Taşılama

TWG üyeleri arasındaki ortak karar, bu tekniğide BAT'ın tayin etmesiydi fakat bileşik emisyon seviyesinde anlaşmaya varılamadı. Çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerle, taşılama prosesi için toz emisyon seviyesinin 1-100 mg / m³ arasında olduğu tespit edildi. Sanayi raporlarında ise çeşitli tiplerde torbalı filtre⁴ kullanımı ile emisyon değerlerinin <30 mg / Nm³ ve 20-100 mg / Nm³ arasında değiştiği bildirildi. Raporlardaki daha düşük emisyon seviyelerine ve TWG den elde edilen bilgilere de dayanarak, BAT bileşik emisyon değeri <20 mg / Nm³ olarak önerildi. Bazı üyeler ise çok sınırlı bilgiye dayanarak, torba filtreleriyle bu değer 5 mg / Nm³'ün altında düşebileceğini ve bunun da BAT bileşik emisyon değeri olması konusunda görüş belirttiler.

Ek olarak bütün yüzey temizliği süreçleri için

- Yüzey temizleme işlemlerinden çıkan tüm suyun arıtılması ve tekrar kullanımı (katı atıkların ayrılması)
- İşletme içinde geri dönüşüm veya kabuk, toz ve talaşın satışı için geri dönüşümü.

Tekrar ısıtma ve ısıl işlem fırınlarından çıkan hava temel olarak NO_x SO₂ ve toz içerir. Bu tozun temizlenmesi için belirli bir uygulama yoktur. Genel olarak toz emisyonları 4-20 mg / m³ aralığında fakat 2,2 mg / m³'ün altında olduğu da raporlarda mevcuttur.

Tekrar ısıtma ve ısıl işlem fırınlarından çıkan hava emisyon değerlerini özellikle NO_x değerini ve enerji sarfiyatını azaltmak için özellikle NO_x emisyonunu azaltmak için, tasarım aşamasındaki uygulamalar A.4.1.3.1. bölümünde tanımlanmıştır. Enerji verimliliğine ve ısı kaybını içeren konulara önem verilmelidir.

Ek olarak, mevcut fırınlara uygulanabilen aşağıdaki veriler tekrar ısıtma ve ısıl işlem fırınları için BAT sayıldı:

- Şarj süresince aşırı ısı ve hava kayıpları önleme (şarj için gerekli en küçük kapak aralığı)
- Yakıtın dikkatli seçimi (bazı durumlarda kok fırın gazı, desülfürizisyan gerekebilir) ve fırın otomasyonu sağlanarak, fırın içi ateşlemeyi optimize etmek için kontrolü sağlamak. Kullanılan yakıtla bağlı BAT ile ilgili SO₂ düzeyleri şöyledir.
 - Doğalgaz için < 100 mg / Nm³
 - Diğer tüm gazlar ve karışımları için < 400 <100 mg / Nm³
 - Fuel-oil için (<1 %S) 1700 mg / Nm³'e kadar

TWG üyeleri arasında, BAT için, fuel-oil içinde sülfür içeriği limitinin <%1 olup olmayacağı konusunda görüş ayrılığı yaşanmıştır. Bazı uzmanlar bu limitin BAT için yeterli olduğunu düşünürlerken diğerleri en fazla 1700 mg / Nm³'e varan emisyon sonuçlarının kabul edilemeyeceğini savunmuştur. Onlar, daha az S içeriğinin BAT için yeterli olacağı konusunda görüş bildirmişlerdir.

- Atık gazdaki ısının geri kazanımı;
 - Hammadde ön ısıtması ile
 - Rejeneratif veya reküperatif yakıcı sistemler ile
 - Atık ısı kazanı veya soğutma buharı ile

Rekuperatif yakıcılarda %50 ye varan NO_x redüksiyonun yardımıyla, %40-50 enerji tasarrufu sağlanabilir. Rekuperatif yakıcılarla enerji tasarrufu ise yaklaşık % 25 civarlarında olup, NO_x redüksiyonu %30'u geçmemektedir.

³ - Verim azalışı %99-95, tane büyüklüğü >0,1µm ve girdi toz hacmi 100 mg / m³'e kadar EP15-20 mg / Nm³ için çıkan toz düzeyi referans (EUROFER HR)

⁴ - %99-95 Verim azalışı, tane büyüklüğü (>0,1µm)>0,5µm ve girdi toz hacmi 500 mg/m³'e kadar FF1-20 mg/Nm³ için çıkan toz düzeyleri (EUROFER HR)

- 250-400 mg / Nm³ (%3 O₂) NO_x emisyon düzeyleri ile ilgili 2. jenerasyon zayıf NO_x yakıcıları hava ön ısıtma ve yaklaşık %65 NO_x azaltma potansiyeli kayıtları olmaksızın geleneksel yakıcılarla karşılaştırıldı. NO_x redüksiyonunda sadece elde edilen konsantrasyona değil spesifik emisyon seviyeleri de dikkate alınmalıdır. Bazı durumlarda, NO_x konsantrasyonları yüksek olabilir fakat dışarı verilen değer ise eşit veya bu değer in daha da altında olabilir. Ne yazık ki NO_x konsantrasyonu değerleri ve kesin NO_x emisyon rakamları şu anda çok sınırlıdır. Tekrar ısıtma fırınları açma ve kapama esnasındaki aynı şartlarda çalışmaz. Bu safhalar esnasında emisyon düzeyleri artabilir.
- Hava ön ısıtma derecesinin sınırlandırılması
NO_x konsantrasyonu tekrar ısıtma fırınlarında daha yüksek değerlere ulaşabilir. NO_x konsantrasyonunun hava ön ısıtma ile ilişkisi hakkında çok sınırlı veri mevcuttur. UK raporlarından⁵ alınan aşağıdaki veriler, hava ön ısıtma derecesi artışı ile beklenen NO_x emisyon düzeyleri hakkında bilgi vermektedir.

Hava ön ısıtma derecesi	NO _x (mg / Nm ³) ⁶
100 – 200	<400
300	450 'ye kadar
400	600'e kadar
500	800'e kadar
700	1500'e kadar
800	2300'e kadar
900	2500'e kadar
1000	5300'e kadar

Hava ön ısıtma derecesinin artışı ile NO_x konsantrasyonlarında önemli bir artış kaçınılmazdır. Bu sebeple hava ön ısıtma derecesini sınırlamak, NO_x azaltma ölçütü gibi görülebilir. Bununla birlikte enerji sarfiyatlarının azaltılmasının avantajları ve SO₂, CO₂ ve CO'daki azalmalara karşın potansiyel olarak gittikçe artan NO_x emisyonları dezavantajı karşılaştırılarak incelenmelidir.

NO_x redüksiyon ölçütlerine göre tekrar ısıtma fırınlarındaki SCR ve SNCR uygulamalarından elde edilen bilgiler bu iş in ileriki aşamalarıdır. Bir işletme, yürüyen tabanlı fırınındaki SCR uygulamasında, yaklaşık %80 redüksiyon oranıyla 320 mg/Nm³ altında değerler elde ederken, bir başka işletme yürüyen tabanlı fırınına SNCR kurarak 205 mg/Nm³ (%70 redüksiyon oranı) ve 5 mg/Nm³ amonyak kullanımı ile 172 mg/Nm³ (%30 redüksiyon oranı) değerlerini elde etmiştir.

Bu bilgilere dayanarak bazı TWG üyeleri, ilgili tekniklerin tüm sektör için BAT olarak kabul edilebileceğini ifade ederken bazıları ise eldeki verilerin kesin bir karar vermek için yeterli olmadığı yönünde görüş belirtmişlerdir. Dolayısıyla, görüş ayrılığı yaşanmıştır. Aşağıda verilen, enerji gereksinimini minimize edecek olan ölçütler BAT olarak kabul edilmiştir.

⁵ Daha fazla detaylı bilgi için referanslara bakınız. (HMIP-95-003) (ETSU-GIR-45),

⁶ Tahmini taslak %3 oksijen kuru gaz ve standart şartlardır.

- Üretim planına bağlı olarak, stoklama süresinin azaltılması, slab ve kütüklerin izolasyonu ile ürünlerdeki ısı kayıplarının azaltılması.
- Sıcak yükleme ve haddeme hızını arttırmak için işletme içi yerleşimde ve transfer noktalarında değişiklik yapılması.

Yeni işletmeler için ince slab döküm BAT olarak değerlendirildi ve bu bağlamda malzemelerin ilgili tekniklerle üretilmesine karar verildi. Zaten bir çok kalite bu tekniğe göre üretilmekte olup, gelişmeler de tüm hızıyla devam etmektedir. Bu yüzden bölüm A.4.1.3.16'da verilen liste son liste olarak değerlendirilmemelidir.

Su ve enerji tüketimini azaltmada, tufal temizleme BAT olarak tanımlanmıştır.

Sürekli döküm ve ara ürünlerin stoklanması sırasında büyük oranda ısı kaybı söz konusudur. Stoktaki haddelenmiş ürünlerin transferi sırasında istenmeyen enerji kayıplarını azaltmak için kaba haddeden bitiş trenine transferinde rulo kutusu ya da rulo geri kazanım ocağı ve ısı koruma çubuk transferi en uygun tekniktir. Ancak kıvrık çubuktan dolayı oluşabilecek yüzeysel kusurlar kalkarı için rapor edilmiştir. Buna rağmen rulo kutusu da yüzeysel kusurların artışına neden olabilir.

Final pasosunda haddeme boyunca yüksek oranda toz emisyonları olur. Bu emisyonların azaltılmasında BAT tarafından iki teknik tanımlanmıştır.

- Su spreylemesini takiben atıksu arıtma içerisindeki katıların (demir oksit) tekrar kullanım için ayrılması ve toplanması.
- Torbalı filtreler tarafından çekilen hava içerisindeki toplanmış tozun geri dönüşümü. Raporlanan mevcut toz emisyon oran aralığı 2-50 mg/Nm³ arasındadır. TWG üyeleri tarafından elde edilen bilgi ve daha iyi emisyon seviyesi düşünüldüğünde torbalı filtreler⁷ için genellikle başarılı toz seviyeleri (FMP ünitesinde uygulanan oksit ve toz kaldırma) BAT'a göre 20 mg/Nm³'ten az olması önerilmektedir. Buna karşı bazı devlet üyeleri bu oranın 5 mg/Nm³'ün altında olması gerektiğini (ispatlanmış veri yoktur) ve bu oranın BAT olması gerektiğini öne sürmüştür. Raporlara göre TWG BAT oranında bir anlaşmaya varamamış ve değişik görüşler ortaya çıkmıştır.

Kaynak işlemlerinden açığa çıkan toz emisyonunu düşürmek için vakum ve toz filtreleri BAT olarak tanımlanmıştır. Kaynak için hiçbir emisyon verisi mevcut değildir. Ancak toz filtrelerinde BAT'a göre seviye 20 mg/Nm³'ten küçük olmalıdır. Buna karşı bazı üyeler oran 5 mg/Nm³'ün altında olmalı ve bu BAT oranı olmalıdır. BAT oranında bir anlaşmaya varılmamış ve değişik görüşler ortaya çıkmıştır.

Haddehanedeki en iyi operasyon ve bakım teknikleri şunlardır :

- Su bazlı yağ sökücüler kullanılmalıdır.
- Eğer organik çözücüler kullanılmak zorunda ise tercih klorlu olmayan çözücüler olmalıdır.
- Hadde milinden toplanan yağ kaldırıcı operasyon uygun bir yok etme metodu olmalıdır.
- Çelik yapım sürecinde, taşlamadan çıkan yağlı talaş, manyetik bir seperasyon tarafından ayrılmalı ve süreçte tekrar kullanılabilir hale getirilmelidir.
- Taşlama rollerindeki yağ ve yağ içeren atıklar temizlenmelidir.
- Mineral atıkların taşlama rollerinden temizlenmesi.

⁷ İndirgeme verimi %95-99, parça boyutu (>0,1 µm)>0,5µm ve giriş toz konsantrasyonu 500 mg/Nm³, çıkış toz seviyesi FF1 için 20 mg/Nm³'dür (EUROFER HR)

- Soğutma sıvılarının, yağ/su ayırımından meydana gelen emülsiyonların temizlenmesi.
- Soğutma ve yağ ayırmada atık su uygulaması ve sıcak haddelerdeki su uygulaması
- Çelik ve demir atıkların çelik yapım sürecine geri dönüşümü
- Tamamlama işlemleriyle tamir edilemeyecek durumda olan aşınmış merdanelerin, çelikhaneye veya üretici firmaya geri gönderilmesi.

Soğutma için ayrı kapalı devre su soğutma sistemleri operasyonu BAT olarak tanımlanmıştır.

Sıcak haddeleme büyük miktarda **tufal ve yağ** içeren su açığa çıkmasına neden olur. Tüketimi minimize etmek ve deşarjı kapalı çevrimle sağlamak için geri dönüşüm oranının $> \% 95$ olması BAT olarak tanımlanmıştır.

Prosesten açığa çıkan suyun arıtılması ve kirliliğin azaltılması için kullanılan ve bölüm A.4.1.12.2'de açıklanan teknikler veya teknik kombinasyonları (D.10.1'de verildiği gibi) BAT olarak tanımlanır. Aşağıdaki atıksu arıtma tesisi çıkış değerleri BAT ile bağlantılıdır:

SS	:	< 20 mg/l	
Yağ	:	< 5 mg/l	yağ bazlı rastgele ölçümler
Fe	:	< 10 mg/l	
Cr _{top}	:	< 0,2 mg/l	paslanmaz çelik için < 0,5 mg/l
Ni	:	< 0,2 mg/l	paslanmaz çelik için < 0,5 mg/l
Zn	:	< 0,2 mg/l	

Boru üretim haddelerindeki atık su miktarı ve içeriği, diğer sıcak hadde uygulamalarına çok benzer olduğundan, benzer teknikler ve limit değerler boru üretim haddeleri içinde BAT olarak tanımlanabilir.

Metalurjik proseslerde çıkan atık suyun arıtılması ve tekrar geri dönüşüm teknikleri BAT olarak tanımlanmıştır ve bu teknikler Bölüm A.4.1.13.2'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Yağ içeriğine bağlı olarak ilave arıtmaya ihtiyaç olabilir.

Hidrokarbon içerikli atıkların suya karışmasını önlemek için aşağıda verilen teknikler, BAT olarak tanımlanmıştır:

- Periyodik önleyici kontroller, önleyici bakım (contalar, pompalar ve boru hatları için)
- Çalışma ve geri besleme haddeleri için dizayn edilen uygun rulman ve rulman kapaklarının kullanılması ve yağlama hatlarındaki sızıntı göstergelerinin montajı, yağ tüketimini %50-70 arasında azaltır.
- Çeşitli bölümlerden kirlenmiş drenaj sularının toplanması ve arıtılması, yağın ayrılarak kullanılması. Bununla beraber, gelen suyun arıtılması veya ultrafiltrasyondan geçirilerek kullanılması.

A.5.2. SOĞUK HADDELEME

Sıvıyla yüzey temizleme hattının girişinde malzemenin işleme hazırlanması sırasında toz emisyonu oluşur. Bu emisyonun azaltılmasında BAT, iki teknik tanımlanmıştır.

- Atık su arıtmayı takiben su perdeleri; ayrılmış ve toplanmış katıların içindeki demirin tekrar kullanımı
- Baca gazı arıtmadaki toz filtreler ve toplanmış tozun geri dönüşümü

Rulo çözme için kullanılabilir fazla veri yoktur, fakat torbalı filtre kullanımı ile başarılıdır olduğu süregelen genel bir yaklaşımdır. BAT-İlgili toz seviyesinin $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ olduğu öne sürülmüştür. Bazı üyeler, torbalı filtrelerle 5 mg/Nm^3 'ün altında başarı elde edildiğini ve bunun BAT olması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Bu durum TWG açısından gerçekleştirilemeyecek bir durum olarak öngörüldüğünden, ilgili toplantı da farklı görüşler bildirilerek sonuçsuz kapanmıştır.

Sıvıyla yüzey temizlemede çevresel etkiyi azaltma, asit düzeyini ve atık asit jenerasyonunu azaltmadaki genel ölçüler A.4.2.2.1'de verildiği gibi mümkün olduğunca uygulanmalı ve tercihen tasarım aşamasında olduğu ve özellikle takip eden tekniklerin BAT olduğu düşünülmelidir.

- Ayırma, depolama ve doldurma ile çelik korozyonunun önlenmesi
- Toplama aşamasında yüklemeyi azaltmak için mekanik ön kabuk giderme. Mekanik kabuk giderme uygulandığında BAT ekstraksiyon sistemi ve bez filtreleri ile donatılmış kapalı bir ünedir. Çıkış için toz emisyon düzeyleri $< 1 \text{ mg/Nm}^3$, $2,6 \text{ mg/Nm}^3$ ve $4,5 \text{ mg/Nm}^3$ oranında başarıldı.
- Elektrolitik ön asitleme,
- Modern, optimize edilmiş asitleme tekniklerinin kullanımı (daldırarak toplama yerine sprey ya da türbülanslı toplama)
- Toplama banyolarının ömrünün uzatılması için mekanik filtrasyon ve resirkülasyon
- Rejenerasyon banyosu için iyon değiştirme ya da karışık asit için elektrodiyaliz veya serbest asit ıslahı (bölüm D.6.9'da verilmiştir) için diğer metotlar.

HCl asitlemesi için uygulanan BAT:

- Harcanan HCl'nin yeniden kullanımı ya da
- Asit rejenerasyonunun sıcak kavurma ya da akışkan yataklı proses (ya da eşdeğer proses) ile yapılıp, rejenere olan asidin tekrar asitleme prosesine dönüşü, BAT olarak düşünülmüştür. Yer durumuna bağlı olarak yüksek asit tüketimi ve atık asit oluşum miktarları ve önlemler genellikle rejenerasyon alanında yatırımı haklı çıkarır. Asit rejenerasyon fabrikaları 4. bölümde anlatıldığı gibi emisyonları özellikle asit emisyonlarını azaltmak için bazı ekipmanlara ihtiyaç duyar. Ulaşılabilir indirgeme oranlarının % 98'den büyük olduğu raporlanmıştır. Bazı kaynaklar kostik soda kullanılarak yapılan yıkamada HCl konsantrasyonunun $< 2 \text{ mg/Nm}^3$ olduğunu raporlamıştır. TWG, aşağıdaki emisyon seviyelerini asit rejenerasyon tesis çıkışı (atık gazın yıkayıcıdan geçirilerek veya absorpsiyon kulesinden geçirerek arıtılması sonucu) için raporlamıştır:

Toz	: 20-50 mg/Nm^3
HCl	: 2-30 mg/Nm^3
SO ₂	: 50-100 mg/Nm^3
CO	: 150 mg/Nm^3
CO ₂	: 1800000 mg/Nm^3
NO ₂	: 300-370 mg/Nm^3

Geri kazanılan Fe₂O₃, satılabilir bir üründür ve harici olarak tekrar kullanılabilir.

H₂SO₄ asitleme prosesinde, kristalizasyon ile serbest asit geri kazanımı, BAT olarak düşünülür. Geri kazanım fabrikaları bazı ekipmanlarla donatılmaya ihtiyaç duyar. Bu prosesle ilgili emisyon düzeyleri ;

H ₂ SO ₄	: 5-10 mg/Nm^3
SO ₂	: 8-20 mg/Nm^3

Karışık asitle asitleme için serbest asit ıslahı (örn. Akış yönü iyon değişimi veya diyaliz) ya da asit rejenerasyonu (örn. Evaporasyon prosesi ya da sıcak hava verme) BAT olarak düşünülür. Serbest asit ıslahının neredeyse tüm fabrikalara uygulanması esnasında rejenerasyon prosesinin yapılabilirliği spesifik nedenlerden ötürü sınırlı olabilir. BAT ile ilgili emisyonlar şunlardır ;

	Sıcak Kavurma	Buharlaştırma	Serbest asit ıslahı
Toz	< 10 mg/Nm ³	yok	
HF	< 2 mg/Nm ³	< 2 mg/Nm ³	yok
NO₂	< 200 mg/Nm ³	< 100 mg/Nm ³	
Atıksu	0,003-0,01 m ³ /t	Mevcut değil	0,05-0,02 m ³ /t Metal içeren zayıf asit solüsyonu
Diğer çıktılar	Karışık oksit	Metal sülfat filtre keki	

Tüm üç süreç eşit olarak BAT olarak düşünülür. Enerji tüketimi ve yüksek emisyonlarına rağmen, yüksek asit geri kazanımı ve düşük ham asit tüketimi nedeniyle sıcak kavurma seçildi. Bununla birlikte atıksu sadece ıslah prosesinin bir parçasıdır. Metaller temel olarak ürün içindeki katılardır. Bu demir-krom-nikel oksit karışımları metal üretimi içinden alınıp yeniden kullanılmalıdır.

Buharlaştırma prosesi çok yüksek asit geri kazanım oranı ve düşük ham asit tüketimi sağlar, fakat sıcak hava vermeye göre çok düşük enerji tüketimi olur. Bununla beraber metal sülfat filtre keki atılmalıdır.

Asitleme tanklarından çıkan hava emisyonunun azaltılması için tankların tamamen kapatılması ve çıkan gazların yıkayıcılardan geçirilmesi BAT olarak düşünülmüştür. Çıkan emisyon seviyeleri:

HCl toplama	Toz : 10-20 mg/Nm ³
	HCl : 2-30 mg/Nm ³ (azaltma verimi %98'in üzerinde)
H₂SO₄ toplama	H ₂ SO ₄ : 1-2 mg/Nm ³
	SO ₂ : 8-20 mg/Nm ³ (azaltma verimi %95'in üzerinde)

Paslanmaz çelikteki karışık asitle asitleme işleminde, prosesin kapalı ortamda yapılmasının ve yıkayıcının olmasının yanı sıra NO_x emisyonlarının azaltılması için ilave sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Takip eden teknikler BAT olarak düşünülmüştür.

- H₂O₂ ve üre ile yıkama ya da
- Toplama banyosuna H₂O₂ ve üre ilavesi ile NO_x tutulması ya da
- SCR (seçici katalitik indirgeme)

NO_x için (%75-85 azaltma oranı) emisyon seviyesi 200-600 mg/Nm³ ve HF için (%75-85 azaltma oranı) 2-7 mg/Nm³ bu teknikle ilgilidir. Bazı kaynaklar HF emisyon seviyelerinin < 2 mg/Nm³ olarak raporladı ancak HF ölçümü zorluklarından dolayı özellikle düşük seviyelerde bazı kabuller vardır. Sonuç olarak BAT ile ilgili ölçüm aralığı yukarıda verildiği gibidir.

Alternatif olarak ekipman ya da ekipmanlar ile donatılmış, nitrik asitsiz asitleme uygulaması (örn. H₂O₂ bazlı) BAT olarak düşünülmektedir. Bununla beraber bu teknik bütün uygulamalara uygulanmaz.

Direkt enjeksiyon, asitin gereksiz seyrelmeye neden olduğu için, asitlerin ısıtılmasında BAT uygulaması olarak değerlendirilmez. BAT; ısı değiştiriciler kullanılarak ya da, öncelikle ısı değiştiriciler için buhar üretilmesi gerekiyorsa, yanma odasında su verme yöntemiyle yapılan dolaylı ısıtma yöntemidir.

Aşağıdaki sistemler asidik atık su üretimini en aza indirmek için uygulanabilecek BAT'lar olarak belirlenmişlerdir:

- Taşan miktarın tekrar kullanıldığı kademeli durulama sistemleri. (toplama banyoları ya da temizleme)
- Temizleme-asit rejenerasyon-durulama sisteminin dikkatli ayarlanması ve yönetimi. Bazı kaynaklar olası atıksız işletme yapıldığını bildirmişlerdir.
- Asidik su akışının engellenemediği herhangi bir durumda atık su arıtımı (nötralizasyon, flokülasyon vs.) şarttır. İlgili atık su arıtımı rakamları şu şekildedir:

SS: < 20 mg/l

Yağ: < 5 mg/l (yağ rasgele yapılan ölçümlere göre)

Fe: < 10 mg/l

Cr top: < 0,2 mg/l (paslanmaz çelik için < 0,5 mg/l)

Ni: < 0,2 mg/l (paslanmaz çelik için < 0,5 mg/l)

Zn: < 2 mg/l

TWG'de paslanmaz çelik için Cr top. ve Ni oranlarının 0,5 mg/l'nin altında tutulmadığı istisnai durumlar olduğuna dair anlaşmaya varılmıştır.

Emülsiyon sistemleri için aşağıdaki teknikler BAT olarak tanımlanmıştır:

- Conta, bağlantı parçaları ve boru hatlarının düzenli kontrolü ile sızıntıların ve karışımın önlenmesi,
- Emülsiyon kalitesinin sürekli izlenmesi
- Emülsiyon devrelerinin temizlenerek kullanılması ve tekrar kullanma sayesinde kullanım ömrünün uzaması
- Kullanılmış emülsiyonun yağ içeriğinin azaltılması için ultra filtreleme ya da elektrolitik ayrıştırma yöntemlerinin kullanılması

Haddeleme ve temperleme sırasında emülsiyon buharlarından kaçaklar olmaktadır. Bu kaçakları tutmak ve azaltmak için kullanılacak en iyi teknik, çıkan havayı buhar tutucu (damlacık ayrıştırıcı) kullanarak arıtan bir emiş sistemidir. Azaltma verimliliği %90'dan fazladır ve ilgili salım rakamları, hidrokarbonlar için 5-15 mg/Nm³'tür.

Yağ giderme ile ilgili aşağıdaki teknikler BAT olarak tanımlanmıştır:

- Temizlenerek kullanılabilen yağsızlaştırma devrelerinin kurulması ve yağsızlaştırma solüsyonunun tekrar kullanılması. Temizleme için uygun teknikler 4. altbölümde tanımlandığı şekilde mekanik metodlar ve membran filtrasyonudur.
- Elektrolitik emülsiyon ayrıştırma veya ultrafiltrasyon kullanılarak, kullanılmış emülsiyonların yağ içeriğinin azaltılması için arıtılması. Ayrıştırılmış yağ, tekrar kullanılmalı; örnek: termal olarak yakılmalı; ayrılan su ise deşarj edilmeden önce arıtmadan geçirilmelidir (nötrleştirme, vb.)
- Ekstraksiyon sisteminin yağ giderme buharını tutması ve çıkan havanın temizlenmesi.

Isıl işlem fırınlarının en önemli çevresel etkisi yanma işlemlerinden çıkan emisyonlar ve verimli enerji kullanımınıdır. Sürekli ısıl işlem fırınlarındaki emisyonu düşürmek için en iyi yöntem; NO_x için %60 (CO için %87) oranında azaltma sağlayan ve ilgili emisyon düzeyini 250-400 mg/Nm³ (hava ön ısıtmasız %3O₂)' te tutan düşük NO_x yakıcıları kullanmaktır. Düşük NO_x yakıcıları kullanılmadığı ve hava ön ısıtması yapılmadığı durumlarda, yığılma ısıl işlem fırınlarının NO_x salımı 150-380 mg/Nm³'tür (hava ön ısıtmasız %3O₂). Isıl işlem fırınlarından beklenmesi gereken salım düzeyleri aşağıdaki şekildedir:

	Kesikli Fırınlar	(Batch) Sürekli Fırınlar	
Toz	5-10	10-20	mg/Nm ³
SO ₂	60-100	50-100	mg/Nm ³
Nox	150-380	250-400	mg/Nm ³
CO	40-100	50-120	mg/Nm ³
CO ₂	200.000-220.000	180.000-250.000	mg/Nm ³
Oksijen referans değeri	%3		

Enerji tasarrufunu artırmanın en iyi yöntemleri şu şekildedir:

- Rejeneratif ya da reküperatif yakıcılar kullanarak yanma havasında ön ısıtma yapmak. Yanma ön ısıtmasıyla çalışan ısıl işlem fırınlarında yüksek NO_x düzeyleri görülebilir. Hava ön ısıtmasıyla ilgili olarak NO_x konsantrasyonlarına dair bir bilgi verilmemiştir. Fakat tekrar ısıtma fırınları için verilmiş değerler örnek oluşturabilir. Ön ısıtma ısısını düşürmek NO_x'u azaltmak için kullanılabilir bir yöntem gibi görünebilir. Fakat düşük enerji tüketiminin ve SO₂, CO₂, CO oranlardaki azalmaların avantajları, artan NO_x salımının dezavantajlarından fazla olmalıdır.

Ya da

- Ürünün atık gazla ön ısıtılması.

Bitişde çelik şeridin korunması için yağlama yapılır; bu da yağ buharı emisyonuna neden olur. Bu emisyonu azaltmanın en iyi teknikleri şunlardır:

- Buhar tutucu veya elektrostatik çöktürücülerle desteklenmiş atık gaz bacaları kullanmak. Bir fabrikadan alınan bilgiler; buhar tutucu ve elektrostatik çöktürücüden geçen buhardaki yağ konsantrasyonunun 3.0 mg/Nm³ olarak gerçekleştiğini gösteriyor.

Ya da

- Elektrostatik yağlama

Bitiş işleminin son aşaması olan düzleştirme ve kaynak yapma işlemi sırasında toz çıkışı olur. Bu toz emisyonunu azaltmak için uygulanan BAT'de torbalı filtreler kullanılır. Emisyon verileri bir tesiste 7-39 mg/Nm³, başka bir tesiste ise (yarı zamanlı işletmede) 5-30 mg/Nm³ olduğu görülmüştür. En iyi verimin alındığı tesis verileri ile TWG tarafından bildirilen ulaşılabilir emisyon seviyeleri karşılaştırıldığında 20 mg/Nm³'ün altında emisyon seviyelerine özellikle torbalı filtre kullanılarak oksit ve toz uzaklaştırma verimlerine ulaşılacağı belirtilmiştir. Bazı üyeler torbalı filtrelerle 5 mg/Nm³'ün altına inilebileceği ve

bunun BAT olarak kabul edilmesi gerektiği itirazında bulunmuşlardır. TWG üyeleri bu konuda uzlaşmamışlardır.

Soğutma (makinelere, vb) için kapalı devre çalışan ayrı soğutma suyu sistemleri BAT olarak değerlendirilmiştir.

Soğuk haddeleme yapan haddehaneler için sıcak haddeleme yapan fabrikalardaki şartlar geçerlidir.

Haddehanede, metalik yan ürünler, kesim sonucu kalan hurda malzemeler, baş ve sonlardaki kırıntılar üretimin çeşitli aşamalarında toplanmaktadır. Toplananların metalurjik prosese tekrar verilmesi BAT'dir.

A.5.3 Tel Fabrikası

Asitleme, özellikle konsantre ya da ısıtılmış asitler kullanıldığında, asidik buhar emisyonuna neden olur. Bu emisyonu azaltmak için uygulanacak teknikler, kullanılan aside ve asitleme uygulamasının türüne (batch ya da sürekli) göre değişmektedir. Aşağıda filmaşın üretiminde kullanılan batch asitleme tanımlanmaktadır. Telin sürekli asitlenmesi tipik olarak sıcak daldırılmalı tel kaplama tekniği ile birlikte kullanılır. Bknz. B.5.4

Kesikli asitleme banyoları için aşağıdaki teknikler BAT olarak tanımlanmaktadır:

- HCl ile asitleme: Banyo parametrelerinin yakın takibi: ısı ve konsantrasyon ve bölüm D/D.6.1'de verilen sınırlar dahilinde işletme. D.6.1'deki şartlar dahilinde işletme mümkün değilse, çıkarma ve temizleme BAT olarak alınır.
- Isıtılmış ya da konsantre HCl banyoları gibi yüksek buhar emisyonlu asitleme banyoları söz konusu olduğunda: yanal emiş sistemi kurulması, yeni ve eski tesislerdeki emiş havasının artırılması söz konusudur. BAT bağlantılı HCl salım düzeyi 2-30 mg/Nm³'tür.

Asit tüketiminin azaltılması, asidik atıkları ve atık suları azaltmak için kullanılan aşağıda teknikler BAT'dir:

Kademeli asitleme (yıllık filmaşın üretim kapasitesi 15,000 tonun üzerinde olan tesisler için. Daha küçük tesislerde 2'inci bir tank, borulama ve proses kontrolü uyarlanmamıştır).

Ya da,

- Asitsiz kısmın ıslahı ve daldırma işleminde tekrar kullanımı.
- Kullanılmış asidin dışarıda rejenere (yenilenmesi) edilmesi. (A.5.2'de sıcak/soğuk haddeleme için BAT olarak tanımlanan işletmede yenileme, filmaşın fabrikaları için uygun değildir. Bu yenileme sistemlerinin ekonomik çalışabilmeleri için belli bir miktar atık aside ihtiyaçları vardır. Filmaşın fabrikalarındaki atık asit düzeyleri bu eşiğin çok altında kalmaktadır.)
- Kullanılmış asidin ikincil hammadde olarak geri kazanımı.
- Asitsiz yüzey sıyırma; kalite gereklilikleri izin veriyorsa taşlama vb.
- Çapraz akışlı kademeli durulama [CET-BAT]

Kuru çekme sonucu çıkan sabun tozları emisyonlarını azaltmak için çekme makinesinin kapatılması (ve gerektiğinde bir filtre ya da benzeri cihaza bağlanması) BAT olarak tanımlanır. Bütün yeni tesislerde çekme hızı 4m/s'den fazla olacak şekilde ayarlanır.

Çekme hızı düşük olan (4 m/s'den az) çekme makineleri söz konusu olduğunda kapak olmasa da yağlayıcı tozun yayılımı sınırlıdır. Bu durumlarda, ek bir kapağın çevresel katkısı oldukça azdır. Bu tür çekme makinelerine örnek olarak mono-blok (sadece bir kullanımlık makineler) ve diğer bir operasyona eşlenmiş çoklu-tel çekme makineleri verilebilir.

Halihazırdaki çekme makinelerine kabul edilebilir düzeyde toz tutan, aynı zamanda verimli işletmeye ve bakıma olanak sağlayan kapaklar takmak tasarım açısından teknik olarak imkansızdır.

Islak çekme yağlayıcıları için aşağıdaki teknikler BAT olarak adlandırılmaktadır:

- Çekme yağlayıcısının temizlenmesi ve tekrar kullanımı
- Kullanılmış yağlayıcının, atılma aşamasında atığın yağ içeriğinin ve/veya atık miktarın azaltılması için arıtımı; örnek olarak: kimyasal parçalama, elektrolitik emülsiyon ayrıştırma ya da ultra filtrasyon
- Su tahliyesinin arıtımı.

Tek seferlik soğutma suyu sistemlerini kullanmamak BAT olarak tanımlanır. Soğutma suyu tüketimini azaltmak için uygulanabilecek en iyi yöntem, kuru ve ıslak çekme için kapalı devre soğutma suyu devreleridir.

Koruma gazı tasfiyesini yakmak tüm kesikli ısı işlem fırınları, sürekli ısı işlem fırınları ve yağ sertleştirme ve temperleme fırınları için BAT olarak tanımlanır.

Düşük karbon tellerin sürekli ısı işlemi ve patentleme için aşağıdaki uygulamalar BAT olarak tanımlanır:

- A.4.3.7'de; $Pb < 5 \text{ mg/Nm}^3$, $CO < 100 \text{ mg/Nm}^3$ ve $TOC < 50 \text{ mg/Nm}^3$ şeklinde belirtilmiş ilgili salım düzeylerine sahip kurşun banyoları için tanımlandığı şekilde ölçülerin iyi durumda tutulması
- Pb içeren atıkların yağmur ve rüzgardan etkilenmeyecek şekilde ayrı stoklanması
- Pb içeren atıkların demir-dışı metal endüstrisinde geri kazanımı
- Daldırma banyolarında kapalı devre sistemlerin kullanılması
- Yağ sertleştirme hatlarındaki daldırma banyoları için, uygun olduğu durumlarda yağ buharının boşaltılması ve uzaklaştırılması BAT olarak tanımlanır.

A.6 Sıcak Ve Soğuk Şekillendirme İçin Yeni Teknikler

A.6.1 Sıcak Haddehane

A.6.1.1 Skarf İşlemi ve Taşlama

Paslanmaz Çelik

Taşlama makinaları için güç artırımı (prosesin hızlandırılması nedeniyle, ton işlenen çelikten çıkan emisyon miktarının düşürülmesi).

Dökümhaneye kurulan hat ile sıcak şarjdaki taşlama işlemindeki enerji tüketimi azaltılır [HR].

A.6.1.2 Yeniden Isıtma Fırını

A.6.1.2.1 Alevsiz Yakıcı

“Alevsiz yakıcı” ya da “yayılmış/dağılmış alev” son gelişmedir. Bu tip yakıcıda, yakıcı sadece hava arzını sağlar. Gaz, fırındaki ayrı girişlerden verilir. Baca gazlarının maksimum sirkülasyonu sağlanır.

100 mg/Nm³ şeklinde bir NO_x salım düzeyi sağlanabilir. Şimdiye dek alevsiz yakıcının tekrar ısıtma fırınında kullanımına örnek yoktur. Yanma kontrolü sorun olabilir. [HR}

A.6.1.2.2 Ultra Düşük NO_x Yakıcı

Ultra düşük NO_x yakıcılarda yüksek gaz akımı sağlanır. Yakıtın ve yanma havasının (ve baca gazlarının) tam bir karışımı fırında gerçekleşir; bu da alevin yakıcıyla ankromaj olmamasını (karışmamasını) sağlar. Sonuç olarak bu tip yakıcılar sadece yakıt/hava karışımının kendiliğinden tutuşma ısısının üzerindeki fırın sıcaklarında kullanılabilir. NO_x düzeyleri 100-200 mg/Nm³ olarak sağlanabilir. NO_x düzeyleri hava ön ısıtma ısısına daha az bağlıdır. [HR]

A.6.1.2.3 Su Enjeksiyonu

NO_x kontrol aracı olarak seyreltici eklemenin amacı; kirlilik oluşturucu bölgelerde ısının düşmesini sağlamak ve böylece termal mekanizmayla oluşumu engellemektir. Teorik olarak, çeşitli maddeler bulunabilirliklerine göre seyreltici olarak kullanılabilirler. Pratikte, su enjeksiyonu tekrar ısıtma ve ısıl işlem fırınları için en uygun seyreltici. Tekrar ısıtma fırınlarında kullanılan suyun kalitesi gaz türbinlerinde NO_x azaltımı için kullanılan suyun kalitesinden çok daha düşüktür. Bazı kuruluşlarda buhar ya da azot bulunabilir ama bunlar; ek sermaye gerektireceğinden sudan daha pahalı ve gerekli seyreltici/yakıt oranı açısından sudan daha az verimli olacaktır.

Su enjeksiyonu için en etkili metot suyun yakıtla hemen yanma öncesi karıştırılmasıdır. Bu yöntem, hem mühendislik açısından daha kolay uygulanabilir hem de hava arzını seyreltmeye çalışan yöntemlere göre daha kolay standart alev ısıları sağlar.

Rejeneratif yakıcılarda su enjeksiyonuyla üst alev ısısını sınırlayarak NO_x oluşumunu sınırlayan bir sistem Wills ve Volgt tarafından tanımlanmıştır (1993). Bu uygulamada; su ve hava, rejeneratörlerinden çıkan sıcak yanma havasıyla konsantre olan yakıt gazı, giriş borusunun ortasından verilir. “İki sıvılı” atomizer, arz borusunun sonundan önce ve gaz/su buharı/sıcak hava karışımının yanmasından hemen sonra gaza iyi su damlacıkları püskürtür, sonra stabilize edilir.

En az bir yakıcı üreticisi (Stordy Combustion Engineering, 1994) su enjeksiyonunu bir NO_x kontrol yöntemi olarak sunar.

Doğal gaz ve BFG/COG için yapılan laboratuvar test donanımlarında su enjeksiyonunun performansına dair veriler %60-80 oranında azalma gösterdi.

Teoride, seyreltici, yakıt ve yanma havasının yakın karışımı mümkünse, seyreltici enjeksiyonu çok yaygın olarak uygulanan bir yöntem olur. Şu anda, seyreltici enjeksiyonunun uygulamasına dair bilgiler test donanımlarındaki kısa sürelerle sınırlıdır.

Alev iteceği için alev sabitliği azalacaktır. Yanma ürünlerindeki su buharı içeriğinin artması ısıtılan çeliğin ölçümünü etkileyebilir.

Basit bir yakıcıya göre daha fazla ve ek sermaye masrafları oluşacaktır. Bunlar kesinlikle boru ağı, pompa, enjektör ve su enjeksiyonu kontrol sistemini içerecektir. Su kaynağına göre arıtma sistemi ve stoklama ihtiyacı oluşabilir. Diğer seyrelticiler için boru ağı ve kontroller açısından benzer gereklilikler doğacaktır.

A.6.1.2.4 NO_x Giderme Prosesi

Tanım: 120 derece Celcius [Com NL]'tan düşük ısılarda katalizör operasyona sahip SCR.

A.6.1.2.5 Rejeneratif Aktif Kömür Prosesi

Bilgi yoktur.

A.6.1.2.6 Degussa H₂O₂ Prosesi

Bilgi yoktur.

A.6.1.2.7 Biyolojik NO_x giderme Prosesi

Bilgi yoktur.

A.6.1.3 Tufal Giderme

A.6.1.3.1 Rotor Tufal Giderme

Halka tipli delikli tufal giderme başlıkları yerine döner başlıklı 1 veya 2 adet delikten oluşmuş başlık kullanılır. Başlığın döner tip olması nedeniyle haddelenen stoğun hareket şekline uygun hareket sağlanacağından su püskürtme başlıkları daha az su tüketerek daha temiz ürün çıkmasını sağlar. Ancak bu yöntem şimdiye kadar sadece test kurulumu olarak bulunabiliyordu ve pratikte denenmemiştir.

Ulaşılan çevresel faydalar

- Azalan su tüketimi
- Azalan enerji tüketimi

Uygulanabilirlik

Düzeltilme, sonlandırma ve levha üretim hatlarında
Levha üretimi yapan eski ve yeni sıcak hadde tesislerinde

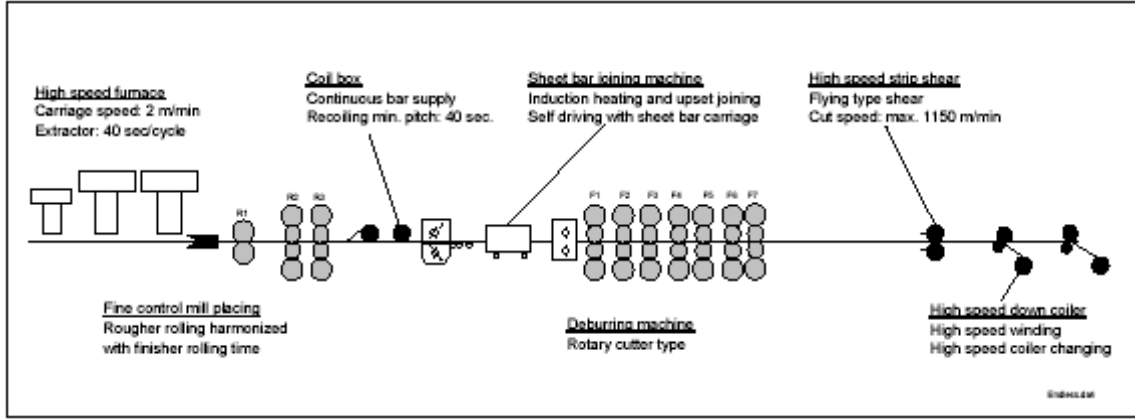
A.6.1.4 Sıcak Hadde ve Su Arıtımı

A.6.1.4.1 Sonsuz Hadde

1 mm'den küçük kalınlıkta sıcak şerit üretimi eski tip haddehanelerde zor olacaktır. İstenen son hadde ısısını sağlayacak son hadde hızları son şerit kalınlığının azalmasıyla ve çıkış masasındaki izin verilen taşıma hızlarındaki azalmayla artar.

Bu sorunların üzerinden gelmek için uygulanacak bir yöntem; transfer çubuklarının tamamlama trenine girmeden önce sonsuz bir şerit oluşturma amaçlı bir araya kaynaklandığı ve haddehaneden sonra istenen belirli kangal ağırlığına bölündüğü "sonsuz hadde" yöntemidir. [HR]

Bu işlem Japonya’da bir işletmede uygulanmıştır. Fabrikanın toplam verimliliğini artırma, kayıpları azaltma ve çelik kalitesini artırma ve böylece toplam enerji tüketimini azaltma potansiyeli olan bir yöntemdir. Sonsuz haddenin uygulamasında çubukları ekonomik şekilde birleştirmek özel dikkat gerektirir. Ayrıca, tesis kontrol sistemlerinin yeni sisteme göre ayarlanması gerekir. Şekil A.6-1 Kawasaki Sttel Chiba Works’teki sonsuz hadde prosesini gösteriyor [DFIU-99]



Şekil A.6-1: Sonsuz sıcak haddeleme hattı akış şeması

Bahsi geçen fabrikada bildirilen kazançlar; şerit kalitesinde artış (tüm şerit boyunca hafif bir kalınlık değişimi, hafif bir en değişimi: +/-3-6 mm, küçük rulo ısısı dalgalanması tüm şerit boyunca: sapma +/-15-30 oC, üretim hızında artış (artış %20, beklenmeyen hadde değişiminde azalma zamanı %90), üretimde artış (fiziksel kusurlarda baş ve son hurda çıkışında % 80 azalma, markalamadan dolayı oluşan kusurlarda % 90 azalma) olarak raporlanmıştır. (DFIU-99)

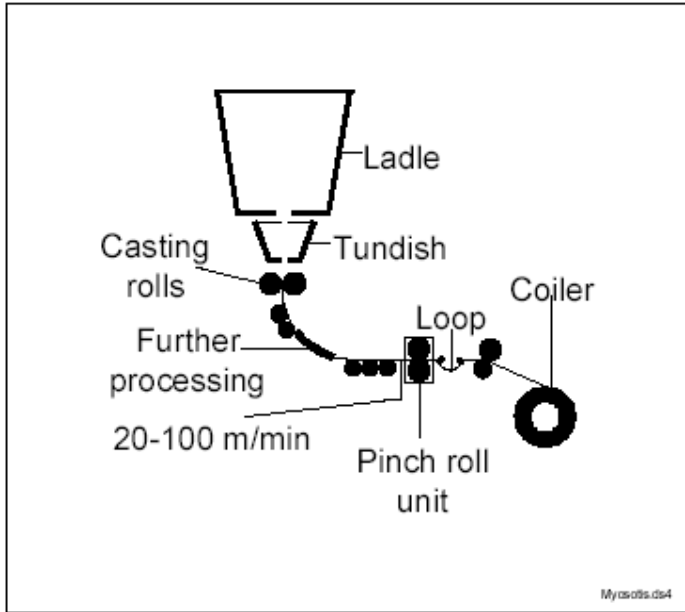
A.6.1.4.2 Şerit Döküm Prosedürü

Geçtiğimiz birkaç yıldan beri şirketler şerit döküm teknolojileri üzerinde çalışmaktadırlar. İnce slab döküm doğrudan haddeleme teknolojisiyle bağlantılı olduğu halde doğrudan şerit döküm yeni bir teknolojidir. Şeridin doğrudan dökümü, soğuk haddelenmesiyle, proses zinciri kısalmaktadır. Sıvı çelikten son ürüne geçiş prosesi kısalmıştır. Tablo A.6-1’de slab döküm, ince slab döküm ve şerit döküm proseslerinin karşılaştırması yapılmaktadır.

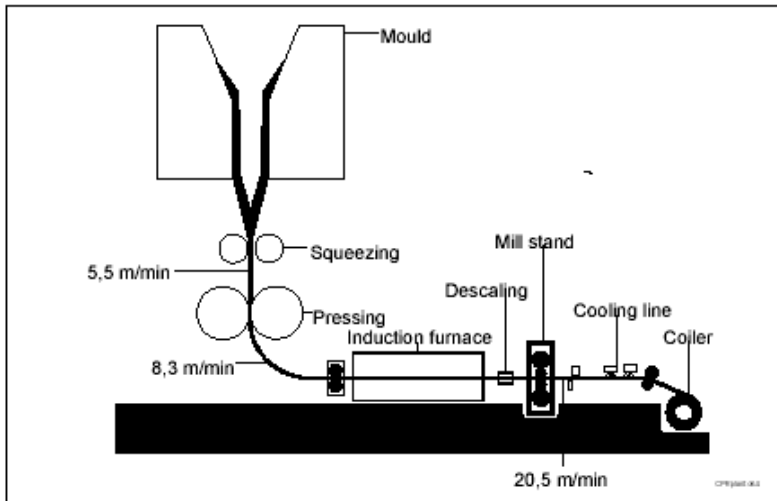
Teknoloji	Sürekli Döküm	İnce slab Döküm	Şerit döküm
Ürün Kalınlığı	150-300mm	20-60mm	2-4mm
Katılma süresi	>600s	60 s civarı	>1s
Döküm Hızı	1-2.5m/dak	4-6m/dak	30-90m/dak
Kalıp ort. ısı akısı	1-3 MW/m ²	2-3 MW/m ²	8-10 MW/m ²
Metalurjik uzunluk	>10m	>5m	<0.5m
Dökümde erg. ağırlık	>5000kg	Yaklaşık 800kg	<400kg

Tablo A.6-1: Seçilen farklı döküm teknolojilerinin kıyaslanması (DFIU-99)

Endüstriyel boyutta bir şerit döküm tesisi geliştirilmesi için birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir. Şekil A.6-2 ve A.6-3’te iki tekniğin prensipleri gösterilmektedir, bu prensipler birkaç şirketin ortak çalışması sonucu ortaya çıkmıştır.



Şekil A.6-2: Çift merdaneli pilot tesis (DFIU-99)



Şekil A.6-3: Döküm Presleme Haddeme (CPR) Pilot tesisi (DFIU-99)

	Tip	Tesis	Kalınlık (mm)	Genişlik (mm)	İşletmeye alındığı yıl	Notlar
BHP, Mulgrave, Aus	R/B	HM	1-2	160	1995	
BHP,IHI, Port Kembla, AUS	2-R	Pilot	2	1900		
Voest Alpine, Linz, A	1 1/2-R	HM	1,15	330	1986	eğimli ve dik
CRNC-IMI, Boucherville, CAN	2-2	HM	3	100		
CRNC-Projet Bessemer, Boucherville, CAN	2-R		2-5	200	1990	yatay besleme
Shanghai Metal Research Inst. Shanghai, CHN	2-R	HM			(çelik) 1992	dikey besleme
Clecim, Le Creusol, F	1 1/2-R	HM	12	200	1968-1974	durduruldu
IRSID, Maizieres, F	2-R	HM	2-5	200		
IRSID, Maizieres, F	1-R	HM	0,2	200		
Myosotis, Isbergues, F			2,5			
			2-6	865		
ZFW, Dresden, D	2-R	HM	0,15-2	30-110		durduruldu
Thyssen, Oberhausen, D	1-R	HM	0,10-0,30	270		
RWTH/Thyssen, Aachen, D	2-R	HM	0,3-2,5	150		
Max Planck, Düsseldorf, D	2-R	HM	13	110		
Krupp Stahl, Siegen, D	1 1/2-R	HM				durduruldu
Krupp Stahl, Unna, D	1 1/2-R	pilot halde	1,5-4,5	700-1050		durduruldu
Clausthal Uni, Clausthal, D	B	HM	5-10	150-300	1989-1995	
CSM, Rome, I	2-R	HM	3-25	150		
CSM, Terni, I	2-R	pilot	2-5	400		
				750-800		
NSC/MHI, Kawasaki, JAP	2-R	HM	0,5-3	100		
NSC/MHI, Hikari, JAP	2-R	Pilot tesis	1,5-6	1330		
		HM				durduruldu
Kawasaki, Chiba, JAP	2-R	Pilot tesis	0,2/0,8	250-500		
Kawasaki, Chiba, JAP	2-R	HM	1-3	100		durduruldu
Kobe, Kakogawa, JAP	2-R		1,5/5	300		durduruldu
		HM				
Nippon Metal, Sagamihara, JAP	1 1/2-R		1-4	650		durduruldu
Nippon, Naoetsu, JAP	1-R	HM				
Stainless Nippon Yakin, Kawasaki, JAP	2-R	Pilot tesis	1-2,5	600		
Nisshin+Hitachi, Yamaguchi, JAP	2-R	HM	0,8/5	300		
	2-R	HM	2,1	600		
Nisshin+Hitachi, Hitachi, JAP	2-R	HM	2,3	80		
Nisshin+Hitachi, Hitachi, JAP	2-R			200		
Pacific Metals, Hachinoe, JAP	2-R	Pilot tesis	2-7	1050		
Pacific Metals, Hachinoe, JAP	2-R	HM				
Waseda Uni, Tokyo, JAP						

Tablo A.6-2: Şerit döküm projelerindeki gelişmeler (Jahrbuch Stahl 1996)

POSCO RIST Davy, Pohang, KOR	2-R	HM	2-6	350		
POSCO RIST Davy, Pohang, KOR	2-R	Pilot tesis	3	1050-1300	1994	
Inst. Of Ind. Sc. & Techn. Pohang, KOR	2-R	HM	1-5	250-350		bilinmiyor
VNIIMETMACH, Moscow, RUS	2-R		0,1-0,35	150		
MEFOS, Lulea, S	6	Pilot tesis	5-10	450	1991	
ASEA-Royal Institute, Stockholm, S	2-R	HM		(900)		
British Steel, Teesside, UK	2-R	HM	1-3	76	1986	
BS-Avesta, Sheffield, Teesside, UK	2-R	Pilot tesis	2,3-5,5	400	1990	
British Steel, Teesside, UK	2-R	Endüstriye 1 pilot	2-7	1550	halen çalışılıyor	
Consortium, Betlehem, USA	2-R	HM	0,5-2	300	1982	durduruldu
ARMCO-Westinghouse, Middletown, USA	1-R	HM	0,5-0,8	75	< 1988	durduruldu
National-Batelle, Columbus, USA	1-R	HM	1,25-1,75	(25 um)- 1.75		durduruldu
Allegheny/VA, Breckenridge, Lockport, USA	1-R	Pilot tesis	1-3	660-1220		1220 mm henüz denenmedi

Tablo A.6-2'nin devamı: Şerit döküm projelerindeki gelişmeler (Jahrbuch Stahl 1996)

A.6.1.4.3 Yan Ürün Geri Dönüşümü

Yağsızlaştırmadan Kullanılan Geri Dönüşüm Teknolojileri

Yüksek Fırın Enjeksiyonu

Proses adımları:

Çamur ve tufal düşük sıcaklıklarda susuzlaştırılır (kurutma), dolayısıyla hidrokarbonlar kurutulmuş yüzeyde kalır.

Parçacık oluşturuucu madde ilavesi, böylece karışım kolay ezilebilir hale gelir

Özel tasarlanmış bir ekipmanla yüksek fırına enjeksiyon yapılması.Yağlı atıklar sıvı olarak da enjekte edilebilir.

Yağsızlaştırma Teknikleri

Thermocon prosesi (yağlama için termal fiziksel işlem)

Yağlı tufallar partiler halinde işlenir (40-45t/parti)

Malzemeler özel bir konteynıra alınarak 130 dereceye kadar ısıtılır

Burada asıl amaçlanan fiziksel ve kimyasal etki buhar distilasyonudur.

Su ve hidrokarbon içeren buhar 500 dereceye kadar ısıtılan konteynırdan önce emilir sonra 1000 derecede yakılır.

CED prosesi: (Chemnitzer Entsorgungsdienst)

Bu proses, termal yağsızlaştırma prensibine dayanmaktadır. Thermocon metodunun aksine bu sürekli bir işlemdir. Tufal, ısıtılmış borulardan burgulu sistemle nakledilir. Yağlı nem önce ayrıştırılıp sonra yoğunlaştırılır.

DCR prosesi: (kimyasal reaksiyonla ayrıştırma)

Tufal bir karıştırma aparatı içerisinde sıvı katkı malzemesi, DCR çözücüsü ile homojenize edilir. Hidrokarbonlar bu işlem sonucunda ortaya çıkan $Ca(OH)_2$ ile bağ oluşturur. Metalik malzemedan pulverize yağ ayrıştırılır.

TRF prosesi:

Yağlı tufalın su bazlı bir çözücü kullanarak yıkama aleti içinde temizlenmesi Atık temizleme suyunun tüplü rotor filtresinde yağ ve suyunun ayrıştırılması. Parçalanmış yağ termal ısısından faydalanmak üzere yakılır.

HD prosesi (yüksek basınç metodu)

Tufaldaki yağ, yüksek basınçlı (yaklaşık 150-180 bar) su ve tufal karışımının kısa mesafeden (200-400mm) levha perdesine püskürtülmesiyle temizlenir.

A.6.2 Soğuk Haddehane

A.6.2.1 Asitle temizleme

A.6.2.1.1 Hidro-aşındırıcı ön temizleme (Ishi Clean)

Demir içeren çamur, yüksek basınçta devridaim yapılan su jetine karıştırılır ve şerit yüzeyine püskürtülerek tufalın uzaklaştırılması sağlanır.

A.6.2.1.2 Ferromanyetik-aşındırıcı ile ön temizleme

Küçük taneli ferromanyetik aşındırıcı malzeme, manyetik bir alan oluşturarak mekanik olarak malzeme üzerine preslenir.

A.6.3. Tel Tesisi

Elektrodiyaliz ve iki kutuplu membran (zar) teknolojileri gibi asit rejenerasyonu prosesleri geliştirme ve test edilme aşamasındadır. Asitleri serbest aside, metalleri de hidroksitlere çeviren bu teknoloji henüz çok yeni/kanıtlanmamış/çok pahalıdır.

Kullanılmakta olan zar teknolojileri göz önüne alınırsa kısa bir zar ömrü beklenmektedir.

A.7 SONUÇLAR

Aşağıdaki işin zamanlaması, bilgi kaynakları, verinin kalitesi ve bulunması ile ilgili sonuç ve öneriler TWG tarafından oy birliği ile kabul edilmiş ve gelecekteki çalışmalar için önerilmektedir.

İş Zamanlaması

Bu çalışmanın yapılması 2.5 yıl sürmüştür. Ana adımlar şunlardır:

- İlk iki toplantı(açılış toplantıları)
- TWG tarafından ilgili bilgi ve verilerin sunulması
- İlk taslak
- Yorumların değerlendirilip taslağın revize edilmesi(yorumlara cevaplar, ihtiyaç duyulan ilave bilgilere yönelik istek ve sunular)
- 2. taslak
- 2. konsültasyon
- 2. TWG toplantısı
- 2. TWG toplantısında ortaya çıkan çelişkili konuların açıklanması
- Son taslak

Bilgi Kaynakları

Metalik materyallerin işlenmesi sektörü ile ilgili 65 rapor sunuldu. Bu raporlar çok farklı bilgi içermekteydi (istatistiksel veriler, üretim teknolojilerinin tanımları, durum incelemesi de içeren belli çevresel ölçümleri ile ilgili bilgiler ve emisyon/tüketim verileri). Bu raporlar çok farklı bakış açıları ile hazırlanmış ve genellikle sadece çok spesifik konular üzerine yazılmıştı.

Ferro Metal İşleme sempozyumu esnasında sanayideki bazı sıcak haddeleme soğuk haddeleme sürekli döküm yapan şirketler ve Avrupa Genel Galvaniz Topluluğu (EGGA) kendi üretim şekilleri hakkında rapor ve bilgi sağladılar. Almanya “Alman Ferro metal işleme sanayisi” konulu bir rapor sundu.

Bu tip dokümanların yapılacak çalışmanın kalitesi açısından önemi büyüktü, ancak bu bilgilerin erken alınması da çalışmaların hızlı gitmesi açısından önemliydi.

Varolan en iyi teknikler (BAT)

BAT hem her üç alt sektör için hem de birbirinden bağımsız üretim basamakları için tanımlandı. 5. ünitelerde bu tanımlamalar detaylı şekilde işlenmiştir ve gerekli görülen noktalarda bu seçimin doğruluğu kanıtlanarak açıklanmıştır. Özet kısmı tüm bu BAT sonuçlarını içermektedir.

Varılan Görüş Birliği Derecesi

Bu toplantıların ilk aşamasında birkaç farklı görüş ortaya çıkmıştır. Başlıca üç noktada kendini gösteren bu fikir ayrılıkları şöyledir:

- Torbalı filtreler/elektrostatik çökticiler için BAT ile ilgili toz seviyeleri
- Yeniden ısıtma ocaklarındaki SCR ve SNCR, NO_x reduksiyon ölçümleri
- Fuel-oildeki S içeriği

Toz emisyonları ile ilgili konuda TWG toplama ve torba filtrelerin BAT olduğu yönünde görüş birliğine varmıştır, ancak torba filtrelerden ne kadar verim alacağı konusunda 2 farklı görüş ortaya çıkmıştır. Sanayi temsilcileri kendi tecrübelerine dayanarak bu miktarın 20mg/Nm³ olacağı fikrini savunmuş, buna karşılık bazı üye dernekleri ve çevre ile ilgili NGO'lar ise 5mg/Nm³ seviyesinin uygun olacağını savunmuştur. İkinci görüşü destekleyen herhangi bir veri yoktur (gelecek çalışmalar için öneriler kısmına da bakınız).

SCR ve SNCR’de yeniden ısıtma ile ilgili veri ve bilgiler çalışmanın ancak ileri aşamalarında edinilebilmiştir. Bazı TWG üyeleri bu teknikleri BAT olarak kabul etmiş, diğerleri ise eldeki verinin böyle bir sonuca varabilmek için yetersiz olduğu görüşünü benimsemiştir. Konu, gündeme, çalışmanın son aşamalarında geldiğinden bir sonuca varmak mümkün olmamıştır. Görüşmelerin B ve C kısımlarında ciddi bir fikir ayrılığı görülmemiştir. Tüm sonuçlar kabul edilmiştir.

Geleceğe Yönelik Çalışmalarla İlgili Öneriler

BAT olarak kabul edilen tekniklerin performansı ile ilgili veri ve uygulama eksikliği, özellikle finansal açıdan, emisyon ve tüketim değerleri açılarından eksiklik olarak kabul edilmektedir. Bundan sonra yapılacak toplantılarda tüm TWG üyeleri ve diğer katılımcıların ilgili veri ve bilgileri çalışma başlamadan önce toplaması önemlidir.

BAT olarak karar verilecek teknik seçiminde kullanılacak çoğu uygulama için genellikle ya hiç bilgi yoktur ya da kısıtlı teknik bilgi bulunmaktadır. Çalışmakta olan işletmeler ve bunların gerçek performansları ile ilgili bilgiler güvenilir ve yeterli değildir. Bu dokümanın revize edilebilmesi için eksik bilgilerin tamamlanması gerekmektedir. Bunlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Bölüm A:

- Laminar akış için su pompalarının optimizasyonu
- Yağlama banyolarının tamamlanması
- Sıcak su ön yağlama
- Isıtmalı yağlama banyoları için ısı kullanımı
- Elektrostatik yağlama
- Yağ püskürtme optimizasyonu
- Optimize tamamlama operasyonu
- Taşlama emülsiyonunun temizlenip yeniden kullanılması
- Egzoz sistemi
- Asit banyosu karışımının harici kullanımı

Bölüm C:

- Hammadde ve bunların yardımcı maddelerinin depolanması ve kullanımı
- Tüp tamamlama işlemlerindeki emisyonun toplanması/azaltılması

Bölüm D:

- Yağlama banyolarının tamamlanması
- Sıcak su ön yağlama
- Yüzey maddelerinin ve yağın absorbe edilmesi (filtreleme sonrası çökeltme)
- Elektrostatik yağlama
- İyon değişimi, elektrolitik demirin ayrıştırılması, ters ozmos, oksitleme ile demir ayrıştırılması yolları ile kullanılan durulama suyunun iyileştirilmesi.

Birkaç teknik ünite 6 da işlenmiştir. Geliştirme işlemi sırasında FMP sektöründeki uygulama ve ilerlemelerin uygunluğu BAT olarak kabul edilmeden önce ünite 4’e bakılarak kontrol edilmelidir.

Sunuşturulan sonucun gerektiğinden çok olumlu olduğu ve sadece iyi noktalar üzerinde yoğunlaştığı kritikleri yapılmıştır. Bu sebeple katılımcılar teklif edilen çalışmada yaşanan sorunların da üzerinde durulmasını istemişlerdir.

Halen emisyon ve tüketim ile ilgili bilgiye ihtiyaç vardır, özellikle hava ısıtması kullanan ve kullanmayan fırınlardaki NOx emisyonları (konsantrasyonlar ve özgül emisyonlar) ile ilgili. Böyle bir veri daha sağlıklı bir değerlendirme yapmayı sağlayacak ve enerji tasarrufu-emisyonlar ilişkisini avantajlar ve dezavantajlar boyutunda incelenebilecektir.

BAT ile ilgili görüş ayrılığının yaşandığı sıcak ve soğuk haddelemede ortaya çıkan emisyon seviyeleri ile ilgili de daha çok veriye ihtiyaç vardır. Özellikle 5mg/Nm³ seviyesini savunan tarafın bu görüşlerini veriyle desteklemeleri gerekmektedir.

SCR tipi kurulumların artacağı yönünde rapor sunulmuştur. Bu toplantı tekrarlandığında, SCR ve SNCR tipi yeniden ısıtma fırınlarının performans ve kullanılabilirliği de değerlendirilmelidir. Şu anda kullanılmakta olan SCR ve SNCR sistemlerinin verilecek kararın doğruluğuna yetecek kadar veri sağlaması beklenmelidir. Bu şekilde muhtemelen bunun BAT olup olmadığına karar verilebilir.

2. TWG toplantısında fırındaki birkaç uygulama sebebiyle indüksiyon ısıtmanın BAT olarak kabul edilmesi fikri ortaya atılmıştı. Bu toplantıda indüksiyon ısıtmanın da değerlendirilmesine karar verilmiştir ancak eldeki bilgi bunu desteklemeye yeterli değildir. Bir karar verilebilmesi için daha çok veri toplanmalıdır.

Ortaya atılan başka bir konu ise banyoda galvanizleme esnasında ortaya çıkan dioksinin geri dönüşü sırasında birikme yapması riskidir. Normal bir işletme çalışması için bu konunun da incelenmesi, potansiyel risklerin belirlenmesi açısından sonuçların TWG ve IPPCB'ye bildirilmesi gerekmektedir.

Bu dokümanın bir revizyonun 2005 yılında yapılması önerilmektedir.

BÖLÜM B

Sürekli Sıcak Daldırmalı Kaplama Hatları

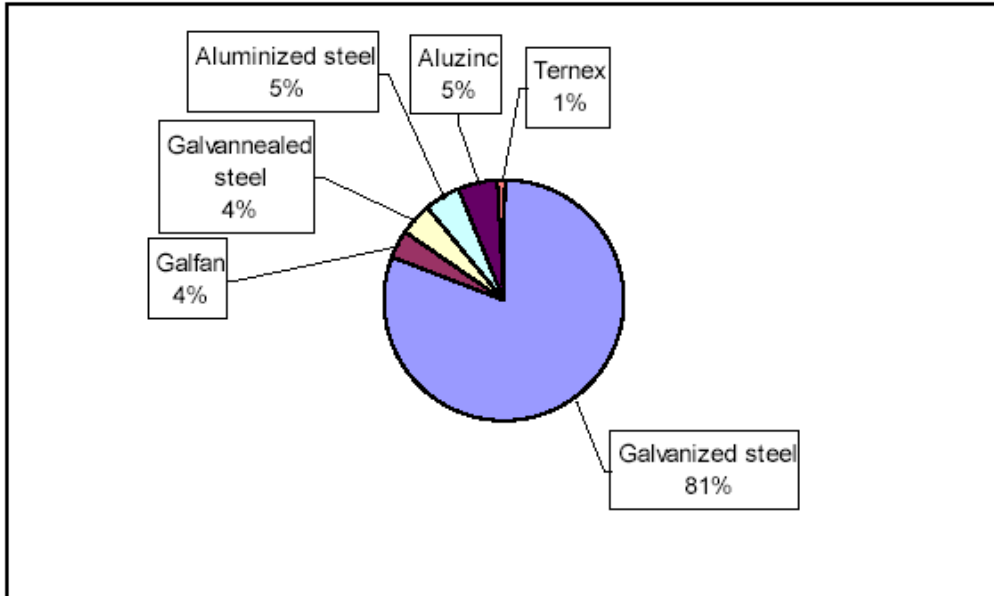
B.1 Sürekli sıcak kaplama hatları ile ilgili genel bilgi

1997 yılında AB15 ülkelerinde sürekli sıcak daldırma kaplama hatlarındaki toplam üretim 15Mt olarak gerçekleşmiştir. Tablo 1.1 de Ab üyesi ülkelerde faal, inşaat halinde ve yapılması planlanan tesisler gösterilmektedir.

Ülkeler	Sürekli kaplama hattı sayısı
Avusturya	4
Belçika	6
Danimarka	-
Finlandiya	2(+1 inşaat halinde)
Fransa	14
Almanya	10
Yunanistan	1
İrlanda	-
İtalya	8
Lüksemburg	3
Hollanda	1 (+ 1 proje halinde)
Portekiz	1
İsveç	2
İspanya	4(+2 inşaat halinde)
İngiltere	7
Toplam	63

Tablo B.1-1: AB 15 ülkelerindeki sürekli kaplama hatları

Bu kaplamaların büyük bir çoğunluğunu çinko kaplamalar oluştururken alüminyum ve çinko-kurşun alaşımlı kaplamalar ancak küçük bir rol oynadı.



Not: Veri kaynağı (EUROFER CC)

Şekil B.1-1: Sıcak daldırma tip kaplamalardaki üretim dağılımı

Tablo B.1-2 de batı Avrupa ülkelerinin 1997 yılındaki sıcak daldırma galvaniz kaplama üretimi gösterilmektedir.

FİRMA	ÜRETİM (1000 t)
Usinor	2124.7
Cockerill Sambre	1917.1
Thyssen	1661.2
British Steel S.P.	1568.0
Krupp-Hoesch	1310.0
Riva	1024.0
Aceralia	722.5
Arbed	680.8
Hoogovens Ijmuiden	375.0
Lucchini	600
Rautaruukki	572.5
Voest Alpine	520.0
Preussag	520.0
SSAB	505.0
Diğerleri	595.5
TOPLAM	14696.3
Not: Veri kaynağı [EUROFER CC]	

Table B.1-2: Sıcak daldırılmalı galvaniz firmaları ve üretimleri

Tablo B.1-3te galvanizlenmiş ürünlerin AB endüstrilerindeki tüketim miktarları gösterilmektedir.

Sektör	Tüketim (1000t)
Ulaşım	2570
Yapı	4759
Beyaz eşya	364
Diğer	4547
Toplam	12231
Not: Veri kaynağı [EUROFER CC]	

Tablo B.1-3: Galvanizli ürünleri kullanan belli başlı endüstriler

B.2 Sürekli Sıcak Daldırılmalı Kaplama Hatlarında Uygulanan Teknikler

B.2.1 Sürekli Sıcak Daldırılmalı Kaplama Prosesine Genel Bakış

Sıcak daldırılmalı kaplama prosesinde, çelik sürekli olarak erimiş metalin içerisinde geçirilir. İki metal arasında alaşımlama reaksiyonu başlar, kaplama ve kaplanan malzeme arasında iyi bir bağ oluşur.

Sıcak daldırılmalı kaplamaya uygun malzemeler, ergime sıcaklığı düşük, çeliğin termal olarak değişime uğramasını önleyecek malzemeler olması gerekir. Örneğin, alüminyum, kurşun, kalay ve çinkodur.

Çeliğe uygulanan sıcak daldırılmalı kaplama, prensip olarak Tablo B.2-1’de gösterilmektedir. Tel, çinko (galvanizleme) veya kalay ile sıcak daldırılmayla kaplanır. Çinko kaplama, özellikle korozyon kontrolü için yapılır. Kalay, tele parlaklık verir ve lehim için yapışkanlık özelliği kazandırır.

Kaplanan Malzeme	Banyo	Kaplama	
		Tip	İsim
Çinko bazlı	Zn	Zn	Galvanizleme
	Zn	Zn-Fe	Galvannealed
	Zn	Kurşunsuz	
	Zn-Al	% 99 Zn, % 1Al	Çatlaksız
	Zn-Al	% 95 Zn, % 5 Al	Galfan
Alüminyum bazlı	Al-Zn	%55 Al, %43.5 Zn, % 1.5 Si	Galvalume
	Al	Al	Tip I
	Al-Si	% 87 Al, % 13 Si	Tip II
Kurşun bazlı	Pb-Sn	% 8,25 Sn % 75-92 Pb	Terne

Tablo B.2-1: Başlıca çelik şerit sıcak daldırma kaplamaları

Genel olarak çelik sürekli kaplama hatları aşağıdaki steplerden oluşmuştur:

- Kimyasal ve termal arıtımla yüzey temizliği
- Isıl işlem
- Erimiş metal banyosuna daldırma
- Sonlandırma arıtımı

Sürekli tel galvanizleme tesisleri aşağıdaki basamakları içerir:

- Asitleme
- Flakslama
- Galvanizleme
- Sonlandırma

B.2.2 Sacın Galvanizlenmesi (Çinko ve Çinko Alaşımı Kaplama)

Sürekli daldırma galvanizleme işleminde, çelik şerit paslanmaya karşı koruma amacıyla, çinko veya çinko alaşımı tabakası ile kaplanır. Şekil B.2-2’de sürekli galvanizleme hattının (asitleme hattı burada yer almamaktadır) planı gösterilmektedir. Tesislerin planları, giriş bölümünün (asitleme hattı yada yağ giderme ünitesi olan ve olmayan), tav fırınının (dikey veya yatay) tasarımına yada daldırma sonrası işlemler (galva-tavlama vb) itibariyle göre farklılık gösterebilir.

Soğuk haddelenmiş şerit mamullerinin sıcak daldırma galvanizlenmesi, sıcak haddelenmiş sacın galvanizlenmesinden daha yaygın bir uygulamadır. Sıcak haddelenmiş ürünlerde ilave asitleme gerekliliği haricinde, her iki uygulamada da prosesler benzerdir.

B.2.2.1 Asitleme

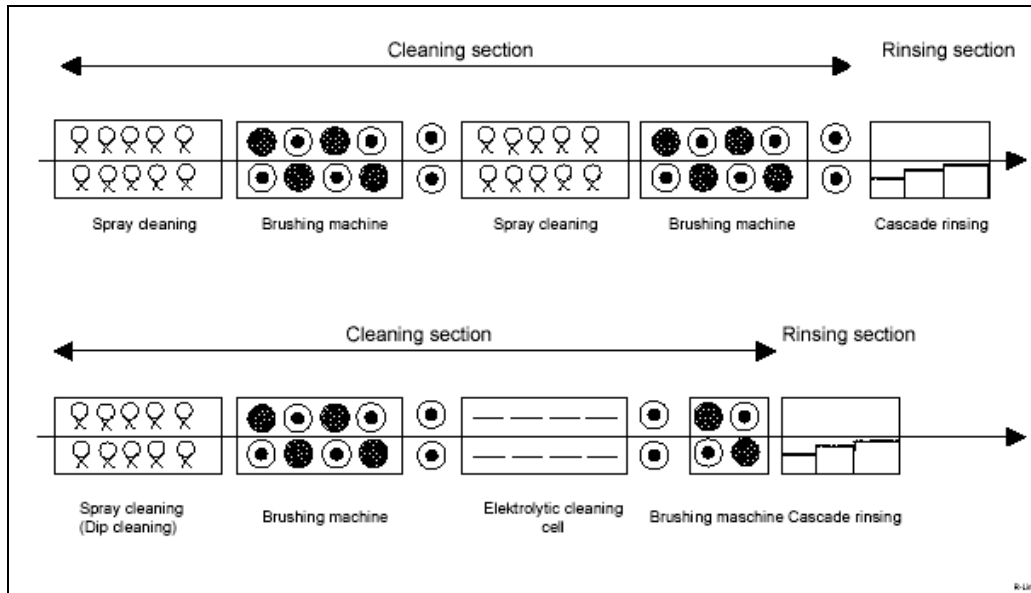
Tufal gidermeye yönelik tavlama işlemi, sıcak tufalden arındırmak için, yalnızca sıcak haddelenmiş ürünlerin galvanizlenmesinde gereklidir. Tavlanmamış soğuk haddelenmiş sacın asitlenmesi aktivasyon amaçlı olarak yapılmaktadır. Her iki proses de hidroklorik asit içerisinde yapılır ve bunu takiben durulama işlemine tabi tutulur. Kullanılan teknoloji, bu BREF’in soğuk haddeleme bölümünde tanımlanan asitleme prosesi ile aynıdır.

B.2.2.2 Yağ giderme

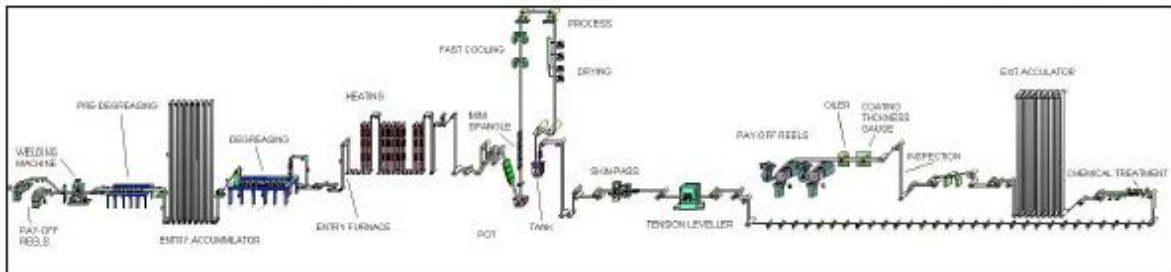
Yüzeyin tamamının kaplanan ürüne maruz kalabilmesi için, çelik sacın yüzeyinin, yağ, gaz, demir tozları gibi maddelerden arındırılmış olmalıdır. Şerit mamulün henüz ısıl işleme tabi tutulmuş olduğu durumlarda, gerekli değildir ve bunun dışındaki hemen hemen tüm durumlarda uygulanır. Temizleme süreci aşağıdaki aşamaların tamamını veya birkaçını kapsayabilir:

- Daldırma veya dökme ile alkalın yağ giderme; bu işlemlerle birlikte fırçalama da uygulanabilir
- Elektrolitik bir sistemle alkalın yağ giderme; bu işlemlerle birlikte fırçalama da uygulanabilir
- Durulama tankları arasını fırçalayarak, su ile durulama.
- Kurulama

Şekil B.2-1 Modern yağ giderme hatlarına yönelik iki muhtemel planı göstermektedir.



Şekil B.2-1 Yağ giderme hattı planları



Şekil B.2-2 Sıcak Daldırmalı Çinko Kaplama Hattı Yerleşim Planı (Com-CC-2)

Yağ giderme maddesi, genellikle 70-95 C arası sıcaklıkta ve 25 g/l konsantrasyona sahip silisli olmayan alkali solüsyonudur. Artık sulu sistemler standart haline gelmiş, çözücülerle yağ giderme demode olmuştur.

Temel olarak sodyum hidroksit, ortofosfat ve yüzey aktif madde bileşimleri içeren aynı sulu solüsyon yağ giderme ve elektrolitik yağ gidermede kullanılır. Elektrolitik yağ giderme bölümündeki solüsyon belirli bir yağ seviyesine ulaştığında, püskürtme bölümünde yeniden kullanılır. Ayrıca solüsyonun, bir emülsiyon ayırma merkezinde işlenmesi ve daha sonra biyolojik işleme tabi tutulması da mümkündür. Solüsyon içerisindeki yağ miktarı maksimum seviyeye ulaştığında, yeniden üretilir.

Yağ giderme ve fırçalama işlemleri sırasında ortaya çıkan buhar toplanır ve serbest bırakılmadan önce kostik soda kullanılarak temizlenir. Kullanılan yağ giderici madde ile durulama ve fırçalama işlemlerinden elde edilen atık su, bırakılmadan önce atık su arıtma işlemine tabi tutulur.

B.2.2.3 Isıl İşlem

Sıcak ve soğuk haddelenmiş çelik sac, yüzeyin yapışkan özelliğinin artırılması, çeliğin ihtiyaç duyulan mekanik özelliklerinin elde edilebilmesi ve daldırma öncesinde çeliğin gerekli ısıya ulaşması için, galvanizleme öncesinde kontrollü bir atmosfer oluşturularak, fırından geçirilir. Aşağıdaki fırın türleri bu uygulamada kullanılır:

Sendzimir Fırını

Modern kaplama hatlarında bu tür fırınlar artık kullanılmamaktadır. Ancak bazı eski tesisler, doğrudan ısıtılan bir ön ısıtma fırını ile dolaylı olarak ısıtılan redüksiyon ve tutma bölgelerine sahip bu yatay sürekli fırını kullanıyor olabilirler. Fırının ön ısıtma bölümünde, sıcaklık 450-500 derece aralığındadır. Şerit mamul, yağ emülsiyon atıkların yakılması yoluyla temizlenir. 980 derece ısıya sahip redüksiyon bölümünde ve hareketsiz bir atmosferde oksitler indirgenir. Tutma bölümü kristalleşme ve normalleşmeye imkân sağlar. Daha sonra şerit, ergitilmiş metalin sıcaklığının bir miktar üzerinde (ca 500 C) olacak şekilde soğutulur ve koruyucu gaz altında çinko banyosuna tabi tutulur.

Doğrudan Alev Fırını (DFF)

Doğrudan alev fırını (paslanmayan türden) farklı bölümlere ayrılabilir:

- Fırından gelen gaz kullanılarak şeritin ön ısıtma işleminin yapıldığı ısıtma bölümü. Burada ısı, 20 dereceden 250 dereceye kadar çıkar)
- Sacın doğrudan aleve maruz bırakılarak ısıtıldığı fırının kendisi. Buradaki sıcaklık 560-750 derece arasında değişiklik gösterir)
- Elektrik veya ışık saçan elementlerin şeriti 830 dereceye kadar ısıttığı ve indirgenmiş atmosferde bu ısıyı koruyan tavlama bölümü.
- Çeliğin sıcaklığının jet soğutma ile 450-480 derece arasına indirildiği farklı soğutma oranlarına sahip iki soğutma bölümü
- Çeliğin galvaniz banyosuna gittiği çıkış bölümü.

Bu tür fırınlar, sac yüzeyini temizler ve daha önce metale yağ giderme işleminin uygulanmasını gerektirmezler. Ancak, yüzeyde kalan yağların yanması ile hava emisyonu oluşur. H₂ ve N₂ yanıcı maddeleri fırından (doğal gaz veya desülfürize kok gazı ile yakılması sonucunda) ortaya çıkar.

Parlak Boru Fırını (RTF)

Parlak boru fırını, dolaylı ısıtmanın farklı bir şeklidir. Yanan gazlar parlak borular içerisinde sirküle eder ve şerit ile temas etmezler. Islak bölgeye parlak boru ile elektrikli ısıtıcı yerleştirilebilir. Alkali yağ giderme ve parlak boru veya elektrikli ısıtıcı, yüksek kalite standartları ve daha sonra yapılacak metal kaplamanın başarılı olabilmesi için gereklidir. Hızlı soğuyan bölgeler, DFF ile benzerlik göstermektedir. Tavlama fırını, alkalın yağ giderme ekipmanı ile birleşmiştir. Kullanılan yakıtlar, desülfire kok gazı ve doğalgazdır. Enerji tasarrufu modern fırın tasarımlarında dikkate alınan en önemli konudur. İnfrared atık gaz ön ısıtıcıları, yanan havanın doğrudan ateşle veya boru fırını yanicıları vasıtasıyla ön ısıtılması, fırın atmosfer gazının ön ısıtılması ve atık ısı kaynatan maddelerin kurulması gibi güçlendirici özellikler gözlenebilir.

B.2.2.4 Sıcak Daldırma (Galvanizleme)

Galvanizleme banyosu, genelde seramik materyalden yapılan bir veya iki tanktan oluşur. Bir yere sabitlenebilen veya hareketli olabilen bu potalar, 440-490 derecede ergimiş metali tutarlar. Banyoda çinko veya kurşun, alüminyum gibi diğer ilave maddeler de bulunabilir. Banyoda, maksimum çalışma koşullarında işletme sıcaklığında oluşabilecek büyük değişikliklerin önüne geçilebilmesi için, yeterli miktarda ergimiş çinko bulunmalıdır. Günümüzde, potaların çoğu elektrikli endüksiyon sistemleri ile ısıtılmaktadır. Ancak, potaların ısıtılmasında doğal gaz da kullanılabilir.

Çelik ergimiş çinko banyosu içerisinde geçerken, yüzeyi kaplanır. Yüksek sıcaklık ergimiş metal banyosunun yüzeyindeki oksidasyonu arttıracığından ve daha fazla kül oluşumuna neden olacağından, banyonun sıcaklığının kontrolü önemlidir. Düşük banyo sıcaklığı ise, ergimiş kaplayıcı metalin kıvamını arttıracak ve bu şekilde ince bir kaplamanın elde edilmesini engelleyecektir. Bu nedenle, banyo sıcaklığı nihai kaplanmış ürünlerin kalite gereksinimlerini karşılayacak şekilde optimize edilmelidir.

Şerit banyodan ayrılırken, yüzeyinde bir miktar sıvı çinko bulunur. İstenilen kaplama kalınlığının elde edilebilmesi için, şerit banyonun üzerine yerleştirilen bir dizi jetten geçirilir. Hava veya nitrojen üfleme suretiyle, şerit üzerindeki çinko fazlalığı kaldırılır. Bu işlemler kaplamanın kalınlığını X-ray veya benzeri bir teknoloji ile ölçen otomatik bir sistem tarafından kontrol edilir.

Tek taraflı kaplamaya yönelik özel galvanizleme prosesleri de uygulanmaktadır. Monogalvanizasyon prosesi buna örnek olarak verilebilir. Bu proseste, normal galvanizasyon sonrasında, çinko kaplama metal fırçalar tarafından fırçalanır ve çinko taşıyıcı merdaneler tarafından uygulanır.

Banyodan çıkışta, şerit hava soğutucular tarafından soğutulur ve su tankına daldırılarak kurutulur.

B.2.2.5 Galva-tavlama

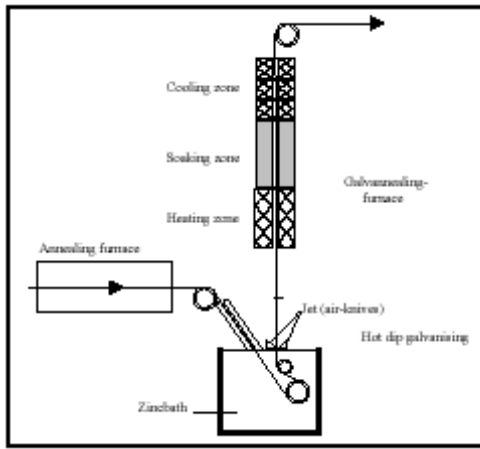
Galva-tavlama bazı tesislerde uygulanan özel bir ilave uygulamadır. Bu uygulamada, galvanizlendikten sonra, şerit çinko-demir alaşımı oluşana kadar ısıtılır (% 10 demir) . Galva-tavlama, ürünün özellikle pürüzsüz bir yüzeye sahip olması amacı ile uygulanır.

Galva-tavlama, çinko kaplamanın çeliğin alt tabakasındaki demirin dağıtılması ile alaşımlandırılmasıdır. Demir difüzyonu, düşük karbonlu çeliklerde, çelik 500 derecede,

yüksek dayanımlı çeliklerde 540 derecede yeteri bir süre tutularak elde edilir. Bu tür fırınlar iki bölüme ayrılır: ısıtma ve ıslatma bölümleri. Fırında sınırlı miktarda boş yer mevcuttur. Bazı fırınlar, ısıtma bölgesinde endüksiyon ısıtma sistemleri, ıslatma bölgesinde ise, elektrik elementleri ve parlak borular ile donatılmışlardır. Endüksiyon ısıtma tekniği, kısa sürede ısıtma, kısa sürede reaksiyon verme ve sıcaklığın doğru olarak yönetme ve bölgede emisyon oluşturmama özelliklerine sahiptir. Bu şekilde, alaşım ve yüzey kaliteleri iyileştirilir.

Diğer galva-tavlama fırınlarının ısıtma ve ıslatma bölgeleri, daha uzun sürede ısıtma özelliğine sahip parlak borular ile donatılmıştır. Bu tür fırınlarda da, düşük NOx yarıcılarının kullanımı nedeniyle emisyon ve enerji tüketiminde avantaj sağlanır.

Şekil B.2-3 galva-tavlama fırınının kaplama bölümünü şematik olarak göstermektedir.



Şekil B.2-3 Galva-tavlama hattının kaplama bölümünün şeması

B.2.2.6 Kaplama Sonrası Uygulamalar

Kaplama sonrasında, yüzey hasarlarının ve çatlakların önüne geçebilmek amacıyla, çelik şeritler bir dizi ilave işleme tabi tutulurlar. Çinko hidroksit gibi güçlü paslanmaz ürünler, boyama gibi sonraki aşamaları etkilemektedir. Bu şekilde, nakliye veya depolama esnasında, ürün üzerinde çığ oluşumu engellenir.

Yağlama, fosfatlama, organik kaplama gibi uygulamalar ile beyaz toza karşı dayanıklılık önemli ölçüde artırılır. Bunların yanında, ilave uygulamalar için ürün ilave uygulamalara daha elverişli hale gelir.

Yağlama

Şeritin yüzeyine ıslak bir yağ filmi uygulamada, wingroll veya elektrostatik yağlama makinaları kullanılır. Yağ kaplama, 0.25-3 g/m²/side aralığındadır.

Pasifleştirme

Pasifleştirme krom asidi içeren solventlerle yapılan, püskürtme veya aplikatör silindirleri ile uygulanan bir işlemdir. Sıcak daldırma yöntemiyle kaplanmış şeritlerde, ürünün her iki kısmının herbiri için, 10-35 mg/m² kaplama uygulanır. Bu nedenle kaplama kalınlığı son derece incedir (yalnızca birkaç nanometre). Pasifleştirme esnasında, Cr+6, Cr+3'e

dönüştürülür. Cr+6'nın ilave solüsyonlarla reaksiyona girerek , Cr+3'e dönüşmesi için, ısının 120 derecenin üzerine çıkartılması sonrasında, tesiste bir miktar ısınma meydana gelir. Şerit, 70-120 derece sıcaklık arasında 0.5-2 % Cr+6 solüsyonu ile işlenir.

Fosfatlama

Fosfatlama işleminde, 1-1.8g/m² fosfat kaplama uygulanır. Fosfatlama prosedürü, asitleme reaksiyonundan dolayı, metal yüzeyindeki PH değerindeki artış sonucunda metal kaplamanın yüzeyinde oluşan çinko fosfat kristallerinin bir çeşit çökeltme reaksiyonuna girmesidir. 3 iyonlu fosfatlama prosesi, kullanılabilir. Bu nedenle, bu süreçle araba ve ev aletleri için gereken yüksek kalitede fosfatlama prosesinde olduğu gibi, bu proses de aynı fosfat kaplama tabakasının oluşturmaktadır.

B.2.2.7 Sonlandırma

Çeliğe müşteriler tarafından istenilen özel bir yüzey görünümü ve pürüzsüzlük kazandırmak veya tolerans derinliklerini karşılamak için, aşağıdaki işlemler uygulanır:

Az Pul veya Pulsuzlaştırmayı Temin için Arıtım (Mini or No Spangle Treatment)

Saf çinkonun üst tabakasının soğuma hızı yeterince düşük ise, “tabaka” görümlü büyük pullar oluşacaktır. Bazı durumlarda, müşteriler tarafından daha küçük çinko pulları oluşturulması istenmekte, bazen de hiç pul oluşmaması talep edilmektedir. Bu durumlarda, şerit mamul ya çok hızlı bir şekilde soğutulur, yada kimyasal katkı maddeleri ile karıştırılan buhar veya çinko tozu üfleyerek pullaşma noktalarının sayısı arttırılır.

Hasır Tesis

Mat bir yüzey elde edebilmek için, şerit haddeden hafif geçirilir.

Çeliğin haddeden hafif geçirilmesi uygulaması üç şekilde yapılabilir: kuru, ıslak (yalnızca su ile) ve ıslak (su ve deterjan ile). Sonraki aşamalarda oluşturulan temper haddesi solüsyonu toplanmalı ve daha sonra kullanıldıktan sonra atık su arıtma tesisine gönderilmelidir.

Kenar Kesme

Bazı uygulamalarda, ihtiyaç duyulan derinlik toleransların karşılanabilmesi için kenar kesimine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu işlemlerin gerçekleştirilebileceği iki yer bulunmaktadır:

- Soğuk haddelemeden önce asitleme hattında,
- Sıcak daldırma galvanizleme prosesinde

Mükemmel ürün tasarımı, hat verimini arttırmak için, bu süreci minimum seviyeye indirmeye çalışmaktadır.

B.2.2.8 Su Devrinin Soğutulması

Kaplama tesislerinde, fırınlardaki ısı fazlalığını boşaltmak için soğutma suyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Isı enerjisinin bir kısmı atık gazlarla birlikte doğrudan havaya karışır, geri kalanı ise soğutma suyuna transfer edilir. Soğutma suyunun temel tüketicileri, fırın ve şeritin nihai soğutma işlemidir.

Kaplama tesisine merkezi soğutma suyu sisteminden aktarılan soğutma suyu ile desteklenir. Bu sistemler, soğutma suyunu tüketicilere taşıyan pompalardır; ısınan su geri döner ve levha ısı değiştiricilerinde endüstriyel su (örneğin nehir suyu) ile yeniden soğutulur.

Kapalı yeniden soğutma su devrelerinin girişi nedeniyle, soğutucu sızıntısı halinde dahi, endüstriyel su, tüketicilerin ekipmanı ile temas etmez. Bu şekilde, kimyasallar ve yağın endüstriyel suya nüfuzu ve kanalizasyon sisteminin kirlenmesi engellenir.

Yeniden soğutmanın pek çok farklı yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan ikisi:

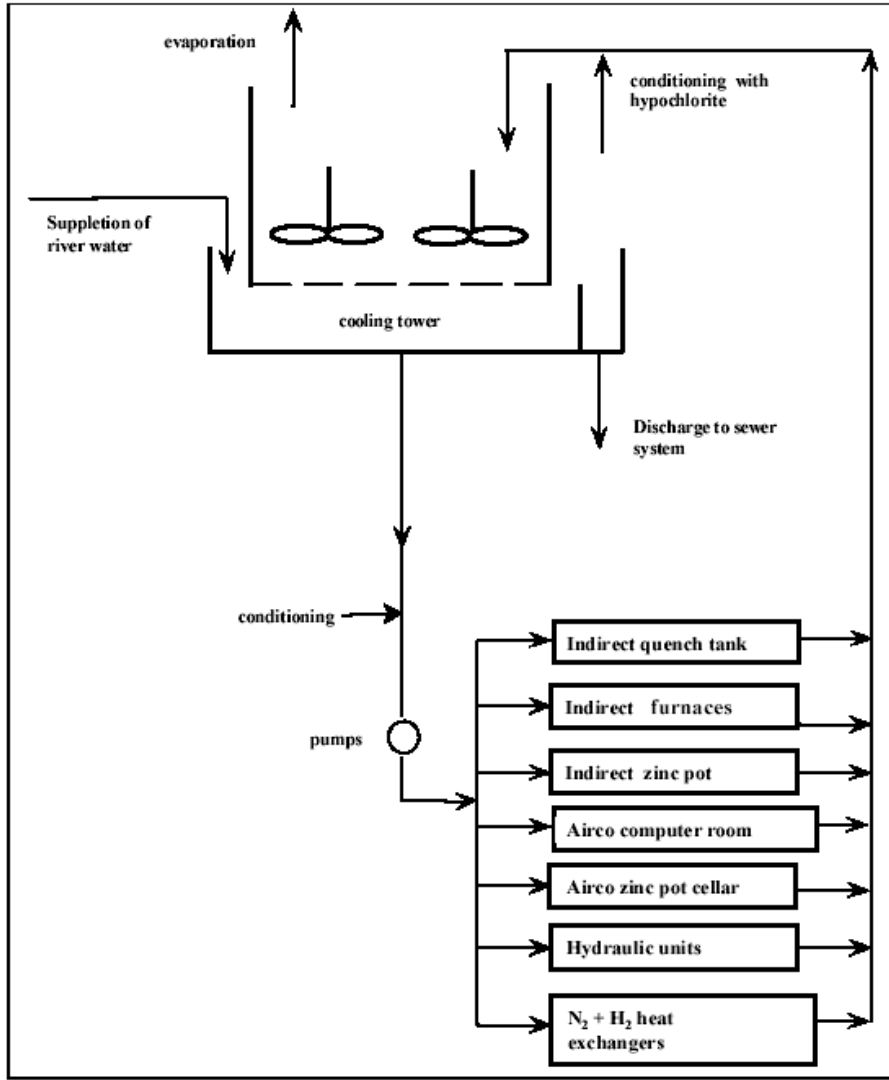
- ısı değiştiricilerde endüstriyel su ile tekrar soğutma,
- soğutma kulelerinde buharlaşma ile tekrar soğutma,

Kulelerde yeniden soğutma işlemi ile kıyaslandığında, plakalı ısı değiştiriciler, soğutma suyu işleme açısından yüksek miktarlarda kimyasaldan tasarruf edilmesine imkân sağlar ve kanalizasyon sistemine boşaltılmazlar. Diğer bir avantajı ise, buharlaşma sonucunda oluşan yüksek tuz oranına sahip suyun kısmi olarak atılması mümkündür.

Soğutma Çevirimi ile Soğutma Kulelerinin Tipik Konfigürasyonu

Kanalizasyon sistemine giden sudaki tuz konsantrasyonu düşük seviyede kalmasını sağlayabilmek için gereken boşaltma işlemi sürekli bir şekilde yapılmaktadır. Algler (su ile hava arasındaki temas bölgesinin doyumundan kaçınmak için) ölçülmelidir. Ölçüm sayısı, hava koşullarına bağlı olarak değişmektedir (haftada 1-3).

Devrede kullanılan suyun kompozisyonuna (sertlik gibi) bağlı olarak, diğer kimyasalların kullanılması da gerekebilir.

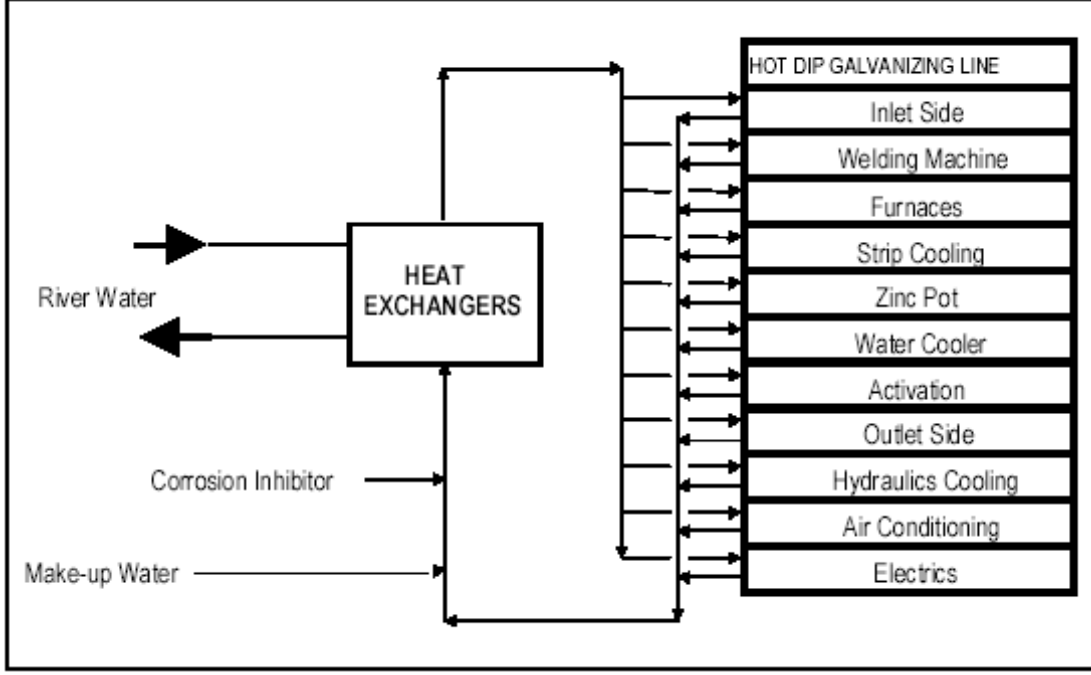


Şekil B.2-4 Soğutma Çevirimi ile Soğutma Kulelerinin Tipik Akış Şeması

Plakalı ısı değıştiricisi kullanan geri dönüşüm suyunun konfigürasyonu

Soğutma suyu pek çok kapalı soğutma sisteminden tekrar sirküle eder ve prosten (makine soğutma, gaz soğutma vb) elde edilen ısı ile ısıtılır. Soğutma suyu, nehir suyu ile plakalı ısı değıştiricilerinde yeniden soğutulur. Isı değıştiricisinin diğerk tarafından duran nehir suyu, hiçbir zaman şeride veya zararlı maddelere temas etmez, bu nedenle kirlenmez. Su sadece ısınır ve tekrar nehre boşaltılır. Temel soğutma suyu kullanıcıları, ön ısıtma ve tavlama fırınları, çinko potaları, daldırılmış su soğutucuları, aktivasyon bölümü, elektrikli ekipmanlar, hidrolikler ve klima sistemidir. Soğutma suyu ile düşürülemeyen sıcaklık, atık gaz veya ortam havası ile düşürülmelidir.

Bu sistemle, alg ve tortu oluşumunu önleyici kimyasal ilavesinden kaçınılır. Çıkan su sadece sıcaktır. Bu durum, proses suyu kirlenmemişse avantaj olabilir.



Şekil B.2-5: Isı dönüştürücülere sahip soğutma suyu sistemi.

B.2.2.9 Su Devresi/Su Yönetimi

Proses suyu kimyasal solüsyonların hazırlanmasında kullanılan veya şerit ile doğrudan temasta bulunan sudur. Bu su, proses sürecinde kirlenebilir ve kirlendikten sonra atık su olarak işlem görmelidir. Galvanizleme hatlarında, aşağıdaki prosesler kullanılır ve işlem sonunda atık su olarak boşaltılır:

- Tamamlama suyu (genellikle iyonsuzlaşmış sudur): Kimyasal şerit işlem bölümünde (ön işlem, elektrolitik işlem, son işlemler) kullanılacak konsantrasyonun hazırlanmasında kullanılır. Şerit üzerine farklı konsantrasyonlarda püskürtülür veya şerit konsantre banyosuna tabi tutulur. Konsantre, genellikle pompalar vasıtasıyla sirküle edilir. Sirkülasyon esnasında, konsantre geri dönüşüm tesislerinde temizlenir ve filtreleme işlemine tabi tutulur. Yalnızca küçük miktarda su yüksek konsantrasyonlu atık su olarak su arıtma tesisine boşaltılır.
- Durulama suyu (genellikle iyonsuzlaşmış sudur): Kimyasal işlem bölümlerinde (ön işlem, elektrolitik işlem, son işlemler) kullanılır. Durulama suyu, şeritte kalan konsantrasyonların temizlenmesinde kullanılır. Su durulama bölümlerine doğrudan dökülür. İşlem sonunda düşük konsantrasyonlu atık su olarak su arıtma tesisine boşaltılır.
- Hafif haddeleme tesisi için püskürtme suyu: Bu su çalışan ruloların temiz kalması için kullanılır. Su, ruloların üzerine dökülür ve daha sonra çinko içeren aşınma tozları ve yağ ile kirlenen su, hafif haddeleme tesisi su arıtma sistemine boşaltılır.

B.2.3 Sacın Alüminyum Kaplanması

Pek çok alüminyum kaplanmış çelik sac sıcak daldırma galvanizleme prosesi ile üretilmektedir. Şekil B.2-6 alüminyum kaplama uygulamasında üretim hattının şemasını göstermektedir. Üretim hattında genellikle, farklı bir proses ünitesi ile bağlantılı çalışan veya bağımsız çalışan bir pasifleştirme bölümü bulunur. Alüminyumun oksijene yakınlığından dolayı, alüminyumun çelik substratına difüzyonunu engelleyecek bir oksit tabakanın

oluşmamasının sağlanması son derece önemlidir. Çelik bazen, tavlama öncesinde klorür gazı ile dağlanır. Oksit tabakasının oluşumu birkaç yöntem kullanılarak engellenebilir:

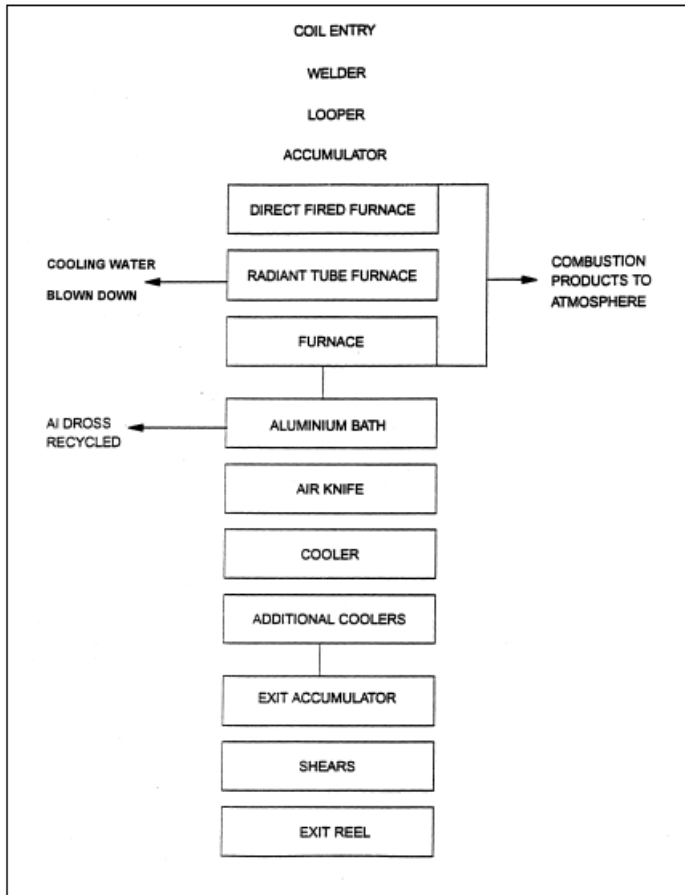
- Yıkanmış ve dağlanmış çeliğin hidrojen atmosferi oluşturularak (absorbe edilen hidrojen, ergimiş alüminyum banyosuna geçecek olan substratı daha fazla korur) fırından geçirmek
- Dağlanmış çeliği, enjekte edilen hidrojenle doymuş halde tutulan ergimiş alüminyum banyosuna daldırmak

Alüminyum banyosu genellikle, 690 derece sıcaklıkta tutulmaktadır. Kaplanmış sac daha sonra 820-930 derecede daha fazla ısıl işleme tabi tutulur. Bu sıcaklıkta, ihtiyaç duyuluyorsa, alüminyum kaplama, çelik-alüminyum alaşımına çevrilebilir.

Kaplamadan sonra, yüzey hasarlarını ve yetersiz hava girişi durumlarında buğu nedeniyle oluşan beyaz toz gibi, çatlakları engellemek için, şerit bazı ilave işlemlere tabi tutulabilir.

Pasifleştirme: Krom asidi içeren solventlerle püskürtme işlemi. Sıcak daldırma metal kaplama işleminde, mamulün her kısmı için 10-35 mg/m² kaplama uygulanır. Bu nedenle, kaplama kalınlığı son derece incedir (sadece birkaç nanometredir). Pasifleştirme sırasında, Cr+6 kısmen Cr+3'ya dönüşür. Şerit Cr+6'nın % 0.5-2'si aralığında ve 50-120 derece sıcaklıkta solüsyona tabi tutulur.

Anti-finger print: şerit yüzeyine uygulanan polimer esaslı kaplamanın sıkma merdaneleri ile işlenmesidir. Bir yüzeyine uygulanan kaplamanın ağırlığı (kurutma sonrası) < 1.5 g/m²'dir.



Şekil B.2-6: Alüminyum kaplama prosesi

B.2.4 Sacın Kurşun ve Teneke Kaplanması

Mükemmel bir kaplama elde edilemiyor olmasından ve kurşun-çelik alaşımı üretmenin mümkün olmamasından dolayı, çelik mamullerde saf kurşun hiçbir zaman kaplama malzemesi olarak kullanılmaz. Ancak, çelik saclar, 'terne' olarak adlandırılan ve % 8-25 oranında teneke içeren kurşun-teneke alaşımı ile kaplanabilir. Terne metal % 3' kadar antimuan içerebilir. Teneke ve antimuan çelik substratı ile alaşım oluşturur ve şeridi kurşun teneke yüzey kaplamaya uygun hale getirir.

Terne kaplama, dışardan gelen paslanma etkilerine karşı yüksek oranda bir koruma sağlar. Kaplama derin çekme ve şekillendirme esnasında bütünlüğünü korur ve bazı durumlarda da yağlayıcı vazifesi görür. Terne kaplamalar, mükemmel derecede lehimlenme özelliğine sahiptirler ve genellikle kaynak yapılır. Bu ürün otomotiv endüstrisinde benzin depolarının üretiminde yaygın olarak kullanılır.

Sacın teneke-kurşun kaplanması (ternex prosesi) Şekil B.2-7'de gösterilmektedir. Öncelikle, soğuk indirgenmiş substrat, (elektrotitik) olarak yağı giderilir ve genellikle ılık ve seyreltilmiş hidroklorik veya nitrik asit ile asitlenir. Daha sonra, nikel flash terne kaplama durumlarında, elektrolitik olarak ince bir nikel kaplama uygulanır. Bu durum, daha sonra takip edecek sıcak daldırma aşamasında substratın alaşım tarafından ıslanmasını kolaylaştırır, sürekli ve bütün bir kaplamaya imkân sağlar. Şerit mamulün her iki tarafındaki sürekli nikel filmi, terne metalde serbest yüzeydeki süresizliğe temel hazırlamak için kolayca teneke ile alaşımlanır. Şerit, nikel peletleri ile doldurulmuş titanyum potalar içeren levha hücrelerinden geçirilir. Watts solüsyonundan oluşan bir elektrolit, (nikel sülfat/klorid) ısıtılır ve levha hücresine doğru yeniden sirküle edilir ve sıcaklığı pH 2.5-5.0 aralığında 65 derecede tutulur.

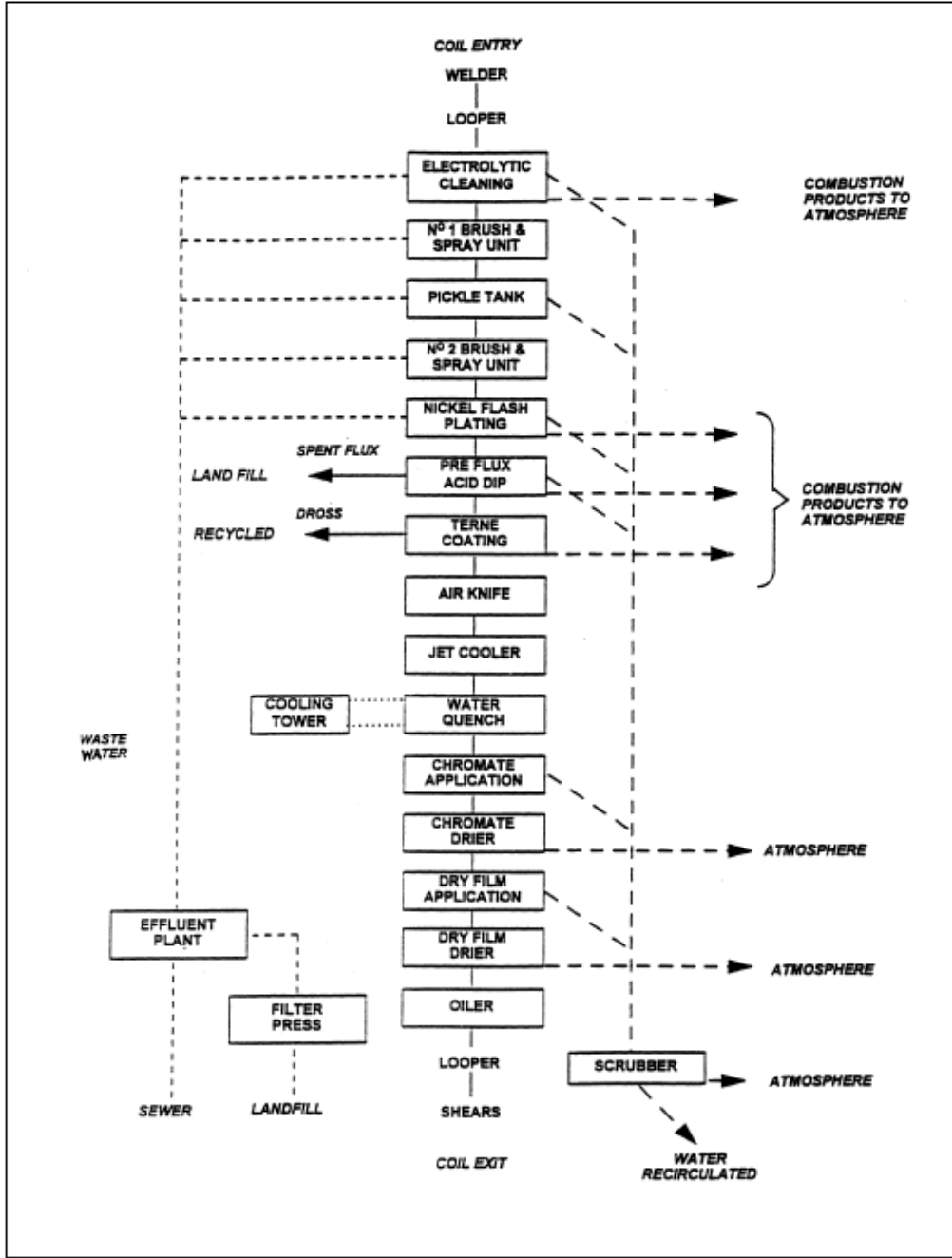
Bir sonraki aşamada, çelik, 310 derece sıcaklıkta çinko amonyum klorür akışı yoluyla ergimiş terne banyosuna girer. Bugünlerde kaplama kalınlığını kontrol altında tutabilmek için hava bıçakları kullanılmaktadır. Bu işlem, şeritin yüzeyinden kurşun fazlalığını alabilmek için süpürme işlemi de içermektedir. Önceleri kaplama kalınlık kontrolünde kullanılan yağ banyoları, olumsuz çevre performansı nedeniyle uygulamadan kaldırılmıştır. Soğutma sonrasında, yağlama veya pasifleştirme ile korumayı arttırmaya yönelik son işlemlere tabi tutulabilir.

Pasifleştirme

Şeritin yüzeyini keçelemek ve substrattaki oksidasyona maruz kalan bölgeleri veya oluşan gözenekleri pasivize etmek için, şerit, genellikle krom asidi tabanlı pasifleştirme ürünü ile doldurulmuş derin bir tanka daldırılır. Tankın çıkışındaki merdane sistemi durarak, film kalınlığını kontrol altında tutar. Gerektiğinde, şeritin sıcaklığını arttırmak ve şeritin yüzeyindeki krom filmi güçlendirmek için bir kurutucu kullanılabilir.

Yağlama

Şerit kaplama sistemlerinin, yüzeyine ıslak bir yağ filmi uygulamak için, püskürtme sistemleri veya elektrostatik yağlama makinaları kullanılabilir.



Şekil B.2-7 Terneks Prosesi

B.2.5 Tel Sıcak Daldırma Kaplama

Tel, temel olarak çinko ve çinko alaşımları (örneğin, Galvanizasyon % 95 Zn, % 5 Al) ile kaplanır. Bu tür kaplamaların temel hedefi, paslanmaya karşı dayanıklılıktır. Sıcak daldırma ile uygulanan diğer kaplamalar teneke ve alüminyumdur. Alüminyum, küçük (niche) ürünlerde paslanmaya karşı koruma amacıyla uygulanır. Teneke parlak bir görünüm ve kolay lehmlenebilir bir tabaka oluşturur. Bu sıcak daldırma kaplama yöntemlerinin uygulanması temel olarak aynıdır. Sürekli sıcak daldırma kaplama hattı aşağıdaki üretim proseslerinden oluşur: tel asitlenir; durulanır; akış banyosuna daldırılır; kurutulur; ergimiş metal banyosundan geçirilir ve tekrar soğutulur. Sonuçta, su tabanlı koruyucu kaplama, sıcak daldırma kaplama aşamasından sonra uygulanabilir.

B.2.5.1 Telin Sürekli Asitlenmesi

Isıl işlemden sonra (bakınız Bölüm A.2.3.5) veya sıcak daldırma kaplamaya başlama aşaması olarak, yüzey görünümünü iyileştirmek ve yüzeyi kaplamaya hazırlamak amacıyla, tel yüzeyindeki çıkıntılarının yok edilmesi için asitleme işlemine tabii tutulur. Bu işlem, telin asit banyosuna daldırılması veya tele doğrudan nötr iki kutuplu elektroliz hücresi ile temas ettirilmesi suretiyle gerçekleştirilir.

Asitle asitlemede, bir veya birden fazla hazırlanan hidroklorik asit banyolarından geçerek temizlenir; bazen H_2SO_4 kullanılır. Asidin yüzeyde uzun süre kalmaması nedeniyle, HCl asiti genellikle 60 dereceye kadar ısıtılır veya konsantre olarak kullanılır. Bu banyo esnasında, telin yüzeyinden kaldırılan pisliklerin türü, bir önceki proses aşamasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir:

- Isıl işlem gören tellerde: metal oksitler, sabun taşıyıcısı atıkları ve muhtemel olarak kurşun kalıntıları.
- Çekilmiş tellerde: sabun, yağ veya diğer yağlama ürünleri kalıntıları ve pas kalıntıları. Bazı durumlarda, bu tür maddelerin kaldırılmasını kolaylaştırmak amacıyla, HCl banyosuna yağ giderme maddeleri ilave edilir.

Daha hızlı asitleme ve telin hızını arttırma, HCl'nın sıcaklığını arttırmak, banyonun konsantrasyonunu arttırmak veya elektrolitik destekli asitleme yapmak suretiyle, banyonun süresi uzatılarak sağlanır. Asitleme banyosundan elde edilen HCl buharı, toplanarak imha edilir.

Asitleme sonrasında, tel durulama şelalesinden geçer.

B.2.5.2 Flakslama

Çinko kaplamanın sağlam bir şekilde tutması için, tel, ısıtılmış sulu $ZnCl_2$ ve NH_4Cl solüsyonundan oluşan curuf banyosuna tabii tutulur (saf $ZnCl_2$ teneke kaplamalarda kullanılır). Tel üzerindeki fazla curuflar silerek kaldırılır. Kaplama öncesinde, tel kurutulur, bu işlem fırında veya tel iç sıcaklığı ile gerçekleştirilir. Tel çapının geniş olduğu durumlarda ve/veya etkisiz silme işlemlerinde, telin iç ısı (curuf banyosundaki ısınmadan dolayı), kuru bir tel elde etmek için yeterlidir. Çinko banyosunun içerisinde fişkırmamanın engellenebilmesi için, tel curuf banyosuna girmeden önce kuru olmalıdır.

Aynı curuf malzeme, toplu galvanizleme işleminde de kullanılır, ancak konsantrasyon oranı çok daha düşüktür. Çinko kaplamalarda, genellikle $ZnCl_2/NH_4Cl$ karışımı kullanılır (saf $ZnCl_2$ teneke kaplamalarda kullanılır).

B.2.5.3 Sıcak Daldırma (Galvanizleme)

Tel, ergimiş bir çinko banyosundan (430-470 derece) geçirilir. Çinko banyosunda, pek çok Fe-Zn alaşımlı alt tabakalardan oluşan bir demir-çinko difüzyon tabakası oluşur. Çinko tabakası bu tabakaların üstünde oluşur ve tel çinko banyosunu terk eder. Galvanizleme, ağır (dikey) galvanizleme (yüksek kaplama kalınlığı; kaplama temel olarak ayrılmış çinkodan oluşur) ve normal (yatay) galvanizleme (düşük kaplama kalınlığı; kaplama genellikle, demir-çinko alaşımı tabakasıdır) olarak iki gruba ayrılır.

Pek çok çinko banyoları alttan ve yan duvarlardan doğalgaz veya başka bir yakıt ile ısıtılır. İstisnai olarak, elektrikle ısıtma ve/veya çinko banyosunun tepesinden ısıtma yöntemi kullanılır.

Çinko oksitlerin oluşumunu ve enerji kayıplarını en aza indirmek için, çinko banyosunda banyo kapağı kullanılabilir.

Çinko banyosundan sonra, tel, hava veya soğutma suyu kullanılarak, ortam sıcaklığına soğutulur.

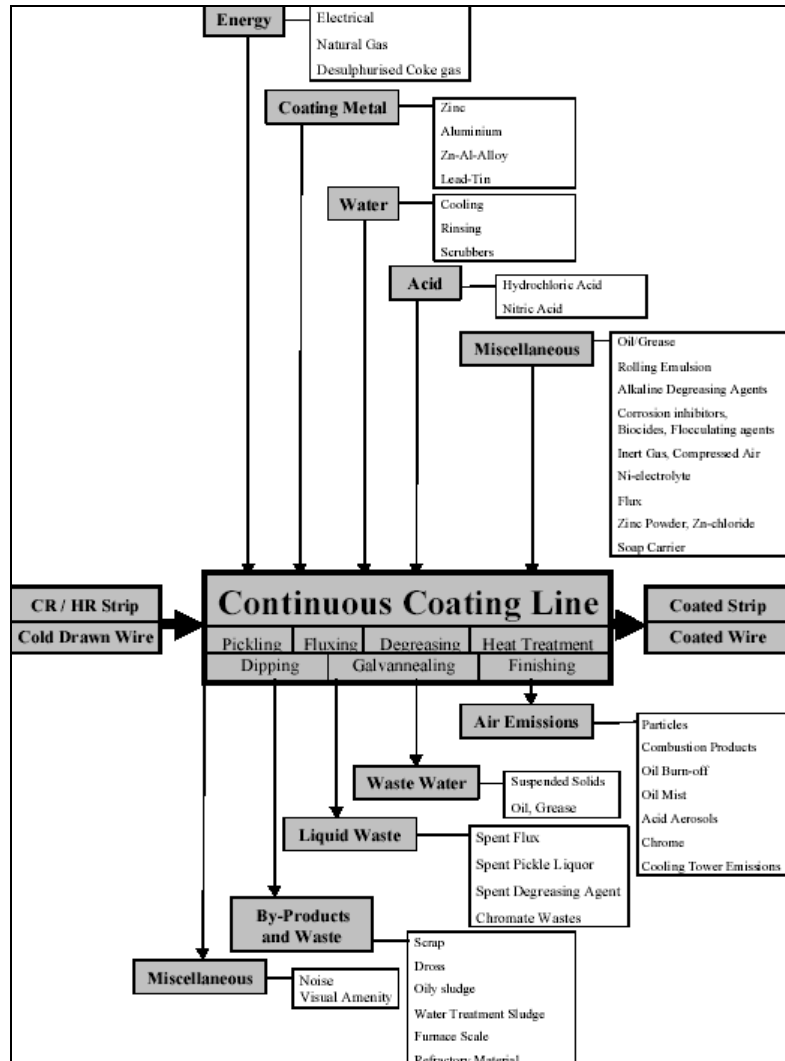
Diğer metallerdeki veya alaşımlardaki sıcak daldırma da aynı şekilde yapılmaktadır.

B.2.5.4 Sonlandırma

Son olarak, beyaz toz olarak bilinen çinko tabakasının yüzeysel paslanmasının önüne geçebilmek amacıyla, tele parafin tabakası uygulanır.

B.3 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARINDA MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ

B.3.1 Sürekli Kaplama Kütle Akışına Genel Bakış



Not: Asitleme sadece sıcak hadde bandı ve tel kaplama için yapılmıştır. Flakslama tel kaplama için

Girdi/Tüketim Seviyeleri		
Çinko (kaplanan metal) ¹	25-48 kg/t	
Enerji		
doğal gaz	800-1300 MJ/t	
elektrik	44-140 MJ/t	
sıcak su	20-44 MJ/t	
Hidrojen	0,75-2,5 Nm3/t	
Nitrojen	13-80 Nm3/t	
Su ²		
giriş bölümü	8-10 m3/saat	
kaplama bölümü	0,5-10,5 m3/saat	
çıkış bölümü	0,5-6 m3/saat	
Toplam su (sisteme eklenen)	0,167-0,4 Nm3/t	
Çıkış/Emisyon seviyeleri		
	Spesifik emisyon	Konsantrasyon
Yakma sisteminden gelen atık hava		
SO₂ ⁴	0-100 g/t	0-80 mg/m ³
NO_x ⁴	0-100 g/t	0,5-700 mg/m ³
Krom ⁴ (kimyasal arıtma bölümünden)	0,001-0,360 g/t	<0,08-1,7 mg/m ³
Asit aerosolleri		
Atık su ⁴	(~0,002)-(~5) m ³ /t	
Toplam askıda katı madde	0,04-11 g/t	0,2-25 mg/l ⁵
KOİ	5-150 g/t	23-750 mg/l ⁵
Atık ³ :		
Yağlı çamur	0,004-0,3 ⁶ kg/t	
Atıksu arıtma çamuru	0,1-1,5 kg/t	
Levha hurda ¹	1,5-36 kg/t	
Çinko içeren malzemeler (tufal, toz, yüzey sıyırma pulları)	0-4,5 kg/t	
Curuf		
¹ Veri kaynağı (Com-CC-2)		
² Kaynak (EUROFER CC)		
³ Bir tesis verisi (EUROFER CC)		
⁴ (EC Çalışması) kaynağı, artırılmamış deşarj suyu, düşük kırılma aralığı (Com-CC-2)		
⁵ Birim mg/m ³ 'den mg/l'ye dönüştü.		
⁶ Veriler 3 tesisten alınmıştır, yağ sızıntıları dahil olup, deşarj ve geri dönüşüm yapılanları içermektedir.		

Tablo: B.3-1: Kaplama hattının tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.2 Çeliğin Galvanizlenmesi

B.3.2.1 Çelik Sacın Asitlenmesi

Soğuk haddeleme tesislerinden elde edilen veriler, bu alan için de geçerlidir.

Girdi/Tüketim Seviyeleri		
HCl		kg/t
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık gaz¹ :		
HCl	0,12 g/t	
Not: Veri kaynağı (EUROFER CC)		
¹ Bir tesis verisi		

Tablo B.3-2: Asitlemede Tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.2.2 Yağ Giderme

Yağ giderme ve yıkama işlemleri sırasında ortaya çıkan duman toplanarak su veya kostik soda solüsyonu kullanılarak arıtılır.

Kullanılan yağ giderme maddesi, durulama ve yıkama işlemleri sonrasında elde edilen atık su, deşarj edilmeden önce arıtılır. Genellikle yağ giderme solüsyonu tekrar üretilerek, yağ giderme banyosuna sirküle edilir. Banyolardan yağlar ayrılır ve alkali solüsyonunun kompozisyonu tekrar ayarlanır. Bazen solüsyon emisyon ayırıştırma merkezinde ayrılır ve daha sonra biyolojik olarak arıtılır.

Alkali solüsyondan ayrılan yağ, ısı üretiminde yakıt olarak kullanılır.

Giriş/Tüketim Seviyeleri		
Su	0,063-0,25	m3/t
Deterjan	< 0,45	kg/t
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Hava:		
NaOH (PO ₄) ²	0,05 g/t	
Atıksu		
NaOH (PO ₄) ²	0,45 kg/t	
Yağ		
Atık :		
Yağlı çamur Fe ₂ O ₃ , FeSO ₄	0,18 kg/t	
Veri kaynağı (Com-CC-2), bir tesis verisi		

Tablo B.3-3 Yağ gidermede tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.2.3 Isıl İşlem

Oksitleme Yapmayan Tür (DFF)

Bazı durumlarda önceden kükürt giderme işlemine tabi tutulmuş olan doğal gaz ve kok gazı, ateşleme için kullanılır. Bu tür fırınlarda çıplak ateş, şeritin yüzeyini doğrudan ısıtır. Yağın yüzde yanması nedeniyle, şeritte yağ giderme işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır. Yanıcı yakıtlar haricinde, ilave hava emisyonu yağın yakılmasıyla elde edilir. Açığa çıkan

kirleticiler: CO₂, CO ve NO_x'dir. Fırının hareketsiz gazların kullanılması ile indirgenmiş şartlarda çalışması nedeniyle, atık gaz H₂ ve N₂ de içerir.

Yakıt olarak kok gazının kullanılması halinde, yakıttaki sülfür içeriğine bağlı olarak, SO₂ konsantrasyonu da oluşacaktır.

Isı yayan tür (RTF)

Alev ile şeritin yüzeyi arasında temas olmaması sebebiyle, yakıt olarak kok gazının kullanılması durumunda, temel olarak CO₂/CO, NO_x ve SO₂'den oluşan hava emisyonu yalnızca gaz yanmasında ortaya çıkar.

Giriş/Tüketim Seviyeleri		
Hidrojen	0,75-2,5 Nm ³ /t	
Azot	13-80 Nm ³ /t	
NH₃ (ayrılmış halde)	0,7 Nm ³ /t	
Enerji		
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık gaz:		
Isıl işleme fırını (R.T.F)¹		
Karbonmonoksit (CO)	1,21-23,3 g/t	
Azot oksit (NO _x)	55,4-105 g/t	
Veri kaynağı (EUROFER CC), (Com-CC-2) bir tesis verisi		
¹ Veriler 3 tesisten alınmıştır.		

Tablo B.3-4: Isıl İşlemden tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.2.4 Sıcak Daldırma (Galvanizleme)

Modern tesislerde, ergimiş banyo elektrikli indüksiyon sistemleri ile ısıtılır. Fuel oil veya gaz kullanan eski türdeki tesisler, tipik emisyon üretirler. Fuel oil veya gazın yanması durumunda, CO₂/CO, NO_x hatta SO₂ emisyonu oluşur. Galvanizleme sırasında oluşan atıklar banyodan sıçrayan sıvılar ve banyo içerisinde oluşan oksit curuftur.

Giriş/Tüketim Seviyeleri		
Çinko (kaplama metali) ^a	25-48	kg/t
Enerji		
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Çinko banyosu ısıtılmasından çıkan atık gaz ¹ :		
CO	5-10 g/t	
NO _x ²	20-40 g/t	
SO ₂ ²	0,2-0,5 g/t	
Hidrokarbon	0,1-0,2 g/t	
İs	0,1-0,2 g/t	
Hurda levha ^a	1,5-36 kg/t	
Çinko içeren malzeme ^a	0-4,5 kg/t	
Not: veri kaynağı (ERM95); a: Veri kaynağı (Com-CC-2)		
¹ Elektrikli ısıtmada uygulanmaz.		
² % 0,3 kükürtlü fuel oil kullanıldığında NO _x 110 g/t, SO ₂ 36 g/t olur (ERM95)		

Tablo B.3-5: Galvanizlemede tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.2.5 Galva-tavlama

Modern tesislerde şerit, indüksiyon fırınında yeniden ısıtılır. Konvansiyonel gaz ateşlemeli fırınlarda yeniden ısıtma işlemi yapıldığında, kullanılan gazın türüne bağlı olarak atık gaz kompozisyonu oluşur.

Giriş/Tüketim Seviyeleri		
Enerji		
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Atık gaz ¹ :		
CO	0,84 g/t	
NO _x	0,93 g/t	
Not: Veri kaynağı (Com-CC-2)		
¹ Fuel oil kullanım durumunda, tek tesis verisi.		

Tablo B.3-6: Galva-tavlama tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.2.6 Son İşlemler

Yağlama

Bugünlerde, yağlı koruma temel olarak elektrostatik yağlama makineleri ile uygulanır. Bu proses önemli sayılamayacak seviyede emisyon üretmektedir.

Pasifleştirme

Cr emisyon verileri, tablo B.3-1'de verilmektedir.

Fosfatlama

Sunulmuş bir bilgi bulunmamaktadır.

B.3.2.7 Sonlandırma

Su + deterjan yöntemi, sıvı içinde çözülmeden dağılmış temper haddesi üretir. Sözkonusu temper haddesi tüketildiğinde, toplanarak, atık su arıtma tesisine gönderilmelidir. Bütün tesisler, emülsiyon kullanmazlar; bazıları solüsyon kullanır, bazıları hiçbirşey kullanmazlar. (Com-CC-2)

Giriş/Tüketim Seviyeleri		
Emülsiyon		
Enerji		
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Yüzey temizleme işlemi atık suyu ¹ : (arıtma öncesi)		
AKM	30 mg/l	
KOİ	60 mg/l	
Hidrokarbon toplamı (yağ+gres)	8,0 mg/l	
Toplam çinko	1 mg/l	
Not: Veri kaynağı (Com-CC-2)		
¹ Tek tesis verisi.		

Tablo B.3-7: Son işlemlerde tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.2.8 Atık Su Arıtımı

Arıtma işleminden sonra, aşağıdaki seçilmiş atık su kirletici konsantrasyonları rapor edilmiştir.

Giriş/Tüketim Seviyeleri		
Korozyon inhibitörü, kısmen Zn esaslı		
Biyosit:sodyum hipoklorür, sodyum bromür		
Flokülasyon sağlayıcı kimyasallar:		
Alüminyum sülfat, polimer		
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Deşarj edilen atıksu miktarı	0,43 ^c m ³ /t	
Atıksu ^{1,2} :		
AKM ³	0,04 ^c - 2,91 ^b g/t	0,2-25 ^c mg/l
Demir	0,09 - 0,54 ^b g/t	0,01 - 6 ^c mg/l
Nikel	0,04 - 0,004 ^b g/t	0,02 ^c mg/l
Çinko	0,05 - 0,005 ^b g/t	0,02 ^a - 1,23 ^c mg/l
Kurşun	0,0084 ^a g/t	0,03 ^a mg/l
Krom		< 0,01 - 0,43 ^c mg/l
Cr+6		0 - 0,02 ^c mg/l
KOİ	5 - 150 ^c g/t	23 - 750 ^c mg/l
TOK	0,19 - 8,5 ^b g/t	
Hidrokarbonlar	0,074 ^a g/t	0,28 ^a - 5 ^c mg/l
Yağ	0,073-2,7 ^b	
Fosfor	0,0008 - 0,07 ^b g/t	0,08 ^a - 10 ^c mg/l
Su arıtma çamuru (kuru bazlı)	0,1-1,5 kg/t	
Kimyasal arıtma çamuru (kromatlama prosesinden gelen çamur ve kuru malzeme)	0,12 ^c kg/t	yüksek konsantrasyonda Cr ve Cr+6
Not: Veri kaynağı a: (Com D), b: (Com-CC-2), c: (EC Study)		
¹ bazı rakamlar tek testisten alınmıştır, bazı veriler 6 tane testisten alınmıştır.		
² spesifik emisyonlar ve konsantrasyonları aynı tesise ait olmak zorunda değildir.		
³ (EC Çalışması) Toplam askıda katı madde 11 g/t olarak raporlanmıştır.		

Tablo: B.3-8: Atık su arıtmada tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.3 Sacın Alüminyum Kaplanması

Alüminyum kaplama prosesi, fırındaki yanıcı ürünler ve oksit curuf gibi yan ürünlerin yanmasıyla, havaya emisyon salınımına neden olur. Bu proses, sıcak daldırma galvanizleme ile oldukça fazla benzerlikler taşımaktadır. Temel yanıcı maddelerde, soğutma suyunda ve oksit curuf gibi yan ürünlerde aynı seviyelerde emisyon oluşur.

Deşarj edilen suyun tipik özellikleri: pH 6.0-8.5, Sıcaklık <25 derece, akış günlük 500 m³

Enerji tüketimi:	Elektrik:	67 kWh/ton
	Gaz	273 kWh/ton
	Su	0.11m ³ /ton

B.3.4 Sacın Kurşun-Teneke Kaplanması

Terne banyosunda (çalışma sıcaklığı 380-450 derece) kurşun emisyonu oluşmaz. Terne metalin ısıtılmasından ve arıtma banyolarından, havaya emisyon salınımı görülmez.

Yağ banyosu ve terne potasının çıkışındaki emisyonlar emilerek, katalitik oksidasyona geçerler. Bu, moleküler ağırlıkları 50 ile 250 arasında değişen hidrokarbonları oksitler ve aynı zamanda dumanın kokusunu alırlar. Temizleyicilerden, asitleme işleminden ve nikel kaplama prosesinden çıkan duman, emisyon öncesinde bir sulu tip yıkayıcıdan geçerler. (ERM95)

Yağ banyolarının artık kullanılmadığına ve son zamanlarda kaplama kalınlığının kontrol altında tutulmasında hava bıçaklarının kullanıldığına dair bazı bilgiler bulunmaktadır. (Com-CC-2)

Bu prosesin sonunda oluşması beklenen diğer çıktılar ise, katı atıklar, oksit curuf gibi yan ürünler ve atık sudur. (EUROFER CC)

Giriş/Tüketim Seviyeleri		
Enerji:	Elektrik	2,43 kWh/t
	Gaz	1490 MJ/t
Su		3,0 m ³ /t
Çıkış/Emisyon Seviyeleri		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Deşarj edilen atıksu miktarı: (arıtma sonrası)		
AKM	30,0 g/t	mg/l
KOİ	90,0 g/t	mg/l
Krom	0,028 g/t	mg/l
Cr+6	veri yok	mg/l
Bakır	0,014	
Kurşun	0,155 g/t	mg/l
Nikel	0,565 g/t	mg/l
Çinko	0,266 g/t	mg/l
Demir	9,86 g/t	
Havaya verilen emisyonlar:		
NO ₂	27,58 g/t	
HCl	10,38 g/t	
SO _x	gaz kullanıldığında ihmal edilir	
Toz	gaz kullanıldığında ihmal edilir	
CO ₂	42,0 kg/t	
Atık:	0,1-1,5 kg/t	
Kekleşmiş arıtma çamuru	7,52 kg/t	
Kostik atıkları	1,47 kg/t	
Çinko klorür	1,96 kg/t	
Kromat	0,73 kg/t	
Yağ	0,49 kg/t	
Atık çamur	10,5 kg/t	

Not: Veri kaynağı (Com-CC-2), tek tesis verisi.

Tablo: B.3-2: Kurşun-teneke kaplamada tüketim ve emisyon seviyeleri

Bir tesisten alınan veriler (UK-5/98):

	Hava bıçağı /ıslak tip yıkayıcı ile toz tutma (modernizasyon sonrası)	Yağ kullanarak soğutma ve basınç kontrolü 7 katalitik oksitleme (eski sistem)
Havaya verilen emisyonlar: tozlar		
Uçucu organik karbon	< 1 mg/m ³	150 mg/m ³
Metaller	< 1 mg/m ³	100 mg/m ³
Asit gazları	< 1 mg/m ³	
	30 mg/m ³	
Atık su:		
AKM	400 mg/l	
KOİ	600 mg/l	
Demir	250 mg/l	
Krom	5 mg/l	
Bakır	2 mg/l	
Nikel	5 mg/l	
Kurşun	2 mg/l	
Çinko	5 mg/l	
pH	6 - 11	
Atık:	arıtma sonrası demir ve klorür oranı yüksek kekleştirilmiş çamur.	

B.3.5 Telin Sıcak Daldırma ile Kaplanması (Galvanizleme)**B.3.5.1 Telin Sürekli Asitlenmesi**

Asitleme kısmen seyreltilmiş HCl ile yapılır. HCl banyosu buhar veya sıcak su ile ısıtılır. Su, durulama ve yıkama suyu şeklinde tüketilir ve tesisi atık su olarak terk eder.

Girdi / Tüketim Seviyesi		
HCl (%32'lik HCl)	10 - 100 kg/t	
Enerji HCl banyosunu ısıtmak için 1	veri yok	
Islak yıkayıcı/yıkama suyu	0,5 - 5 m ³ /t	
Çıktı / Emisyon seviyesi		
	Spesifik emisyon	Konsantrasyon
Harcanan HCl içeriğindeki ² :	5-100 l/t	
Toplam klor		150-275 g/l
Demir		60 - 125 g/l
Yıkayıcıdan çıkan atıksu/durulama	0,5 - 5 m ³ /t	temsili veri yoktur ³
Yıkayıcıdan çıkan emisyonlar:		
HCl		0-30 mg/m ³
Not: Veri kaynağı (Com BG), asitlenen tel tonajı referanstır.		
¹ teldeki kalan ısıyla banyo ısıtılır.		
² diğer karışımlar bir önceki steplerden kaynaklanır. Örneğin sabun artıkları. Kurşun, asitlenmiş sabunlu taşıyıcı...		
³ büyük değişimler		

Tablo: B.3-9: Telin Asitlenmesinde tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.5.2 Flakslama (Eritme)

Flaks banyosu buhar veya sıcak su ile ısıtılır. Flaks banyosundan sonra, telin kurutulması, bir fırında veya telin kendi sıcaklığı ile gerçekleştirilebilir. Genellikle, fırın çinko banyonun ısınmasından elde edilen egsoz gazının sıcaklığı ile ısıtılır.

Girdi / Tüketim Seviyesi		
Flaks tuzu	0,2 - 2,5 kg/t	
Enerji flaks banyosunu ısıtmak için	veri yok	
Su (tamamlama-make-up suyu)		
Çıktı / Emisyon seviyesi		
	Spesifik emisyon	Konsantrasyon
Harcanan flaks	ihmal edilebilir	
Not: Veri kaynağı (Com BG), flakslanan tel tonajı referanstır. ¹ yıkama ve soğutma suyu miktarı ihmal edilebilir.		

Tablo: B.3-10: Telin eritilmesinde tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.5.3 Sıcak Daldırma (Galvanizleme)

Çinko banyosu, doğalgaz veya diğer yakıtlar kullanılarak duvarlardan ısıtılır. Çinko banyosuna çinko parçacıkları ilave edilir. Oksidasyon yoluyla oluşan oksit curuf atılmalıdır.

Çinko banyosundan sonra, tel su ile soğutulur.

Girdi / Tüketim Seviyesi		
Çinko	15 - 150 kg/t	
Çinko banyosunu ısıtmak için enerji	veri yok	
Soğutma suyu	0,2 - 1 m ³ /t	
Banyo kaplama malzemesi	veri yok	
Çıktı / Emisyon seviyesi		
	Spesifik emisyon	Konsantrasyon
Çinko içeren atıklar (yüzey ve dip curufu, atık banyo kaplama malzemesi)	5 - 25 kg/t	
Çinko banyosu ısıtma ekzos gazı ¹		
Çinko banyosu emisyonları:		
Zn ²		0 - 1 mg/m ³
Toz ²	ihmal edilebilir	0 - 15 mg/m ³
Not: Veri kaynağı (Com BG) ¹ tipik doğal gaz yanması sonucu çıkan emisyonlar (başka enerji kaynakları kullanılmadığı sürece) ² birçok ülkede küçük kaynakların konsantrasyonları daha yüksektir. Bunlarda kütleli akışlar için sınırlama getirilmiştir.		

Tablo: B.3-11: Telin sıcak daldırma işleminde tüketim ve emisyon seviyeleri

B.3.5.4 Tel Tesisinde Gürültü Konuları

Yüksek seviyede gürültü, aslında bir iş sağlığı konusudur. Bu tür tesislerde genellikle işçileri gürültüden korumaya yönelik önlemler alınır, ancak gürültüyü kaynağından kesmek veya önlemek gibi çözümler pratik değildir. Bazı durumlarda, prosesin yerine ve gürültünün

karakteristiğine, tesisin bulunduğu bölgenin gürültü durumuna (bölgedeki diğer gürültü kaynakları) ve tesisin durumuna (inşaat yapısı) bağlı olarak, gürültü problemi artabilir.

Tel işleminde temel gürültü kaynakları:

- Dönen ekipmanlar, örneğin ıslak çekme makinaları; kuru çekme makineleri; kaplama hatlarındaki çekme üniteleri.
- Sıkıştırılmış hava kullanılarak teli yüksek frekanslı bir gürültü ile temizleyen hava siliciler veya fırçalayıcılar.
- Filmaşinin pay-off üniteleri sürekli gürültü kaynağıdır.
- Fırınlara yanma bölgeleri.

Bu operasyonlar tipik olarak sürekli devam ederler ve bir binanın içerisinde gerçekleşirler. Bu şekilde, binanın içerisindeki gürültünün dışarıya etkisi az olur.

Çalışmalar, havalandırma ve tesis hizmetleri gibi binanın dışındaki proses ile ilgisi olmayan kaynakların, yerleşime yakın bölgelerde kurulu bulunan tesislerin en büyük endişe kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Bu kaynaklar için, yer değiştirme, izolasyon ve kapatma gibi önlemler düşünülebilir.

B.4 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARI İÇİN BAT'IN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER

B.4.1 Sacın Galvanizlenmesi

B.4.1.1 Genel Öneri/Tesisin Tamamı

B.4.1.1.1 Yağ Tutma Tavaları veya Çukurları

Tanım:

Pek çok hidrolik istasyonları, yağ veya gres yağı ile yağlanan ekipmana, galvanizleme hatlarında ihtiyaç duyulmaktadır. Bu üniteler, sızıntı durumunda yağın yüzeye temas etmesini engellemek için, genellikle yağ tutan tava veya çukurlarla konumlandırılmıştır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Toprağın kirlenmesi riski en aza indirgenmiştir.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkileri: Yok

İşletme Verileri:

Ekonomi: IC ve OC'nin her ikisi de düşüktür.

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Çevre gereksinimleri.

Referans literatür:

B.4.1.1.2 Yağ İçeren Atığın Geri dönüşümü

Tanım:

Tava veya yağ haznesinde toplanan atık yağ ve su arıtma tesislerinde yağ ayırıcıdan elde edilen çamurlu birikinti gibi yağ içeren atıklar, diğer atıklardan ayrı olarak toplanmalı ve depolanmalıdır. Toplanan yağlı atık, toprağa boşaltılmak yerine, entegre bir tesiste yüksek fırın yakıtı olarak kullanılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atıkta azalma.
- Atık geridönüşüm oranında artış

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislerde.

Referans Tesis: Pek çok tesis.

Diğer etkileri: Yok

İşletme Verileri:

Ekonomi: IC ve OC'nin her ikisi de orta seviyededir.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler: Çevre gereksinimleri.

Referans Literatür:

B.4.1.2 Çelik Sacın Asitlenmesi

Sac galvanizleme tesislerindeki asitleme işlemine yönelik BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler, soğuk haddelemedeki asitleme işlemleri ile aynıdır. Bu teknikler ile ilgili tanım ve değerlendirmeler için Kısım A, Bölüm A.4.2.1.1, A.4.2.1.5'ten A.4.2.1.10'a kadar, A.4.2.1.16, A.4.2.1.17, A.4.2.1.22'den A.4.2.1.25'e kadar olan bölümlere bakınız.

B.4.1.3 Yağ giderme**B.4.1.3.1 Ardışık (Çoklu) Yağ Giderme Solüsyonlarının Kullanılması****Tanım:**

Elektrolitik yağ giderme bölümünden elde edilen solüsyon, belli bir yağ seviyesine ulaştığında, püskürtme bölümünde tekrar kullanılır. Püskürtme bölümünde kullanılan yağ giderme solüsyonu, iyileştirilmesi için boşaltılır. İyileştirme teçhizatındaki yağ atıkları, tesisin dışında bir yerde yakılır ve durulama suyu ana su arıtma tesisinde arıtılır. Sızıntılar ve döküntüler toplanarak arıtma işlemine tabi tutulur.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük yağ giderme solüsyonu tüketimi (taze su tüketimi)
- Atık su ve su arıtma tesisinde oluşan çamurda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut hatlarda (yeterli alanın bulunması halinde).

Referans Tesis: Pek çok tesis.

Diğer etkiler:

- Yüksek enerji tüketimi

İşletme Verileri:

15 m³ /h mineralleri alınmış su gerekmektedir. (68h/h üretim verimliliğine ulaşmak için)

Ekonomi: Yatırım maliyetleri orta seviyede, işletme maliyetleri ise düşük seviyededir.

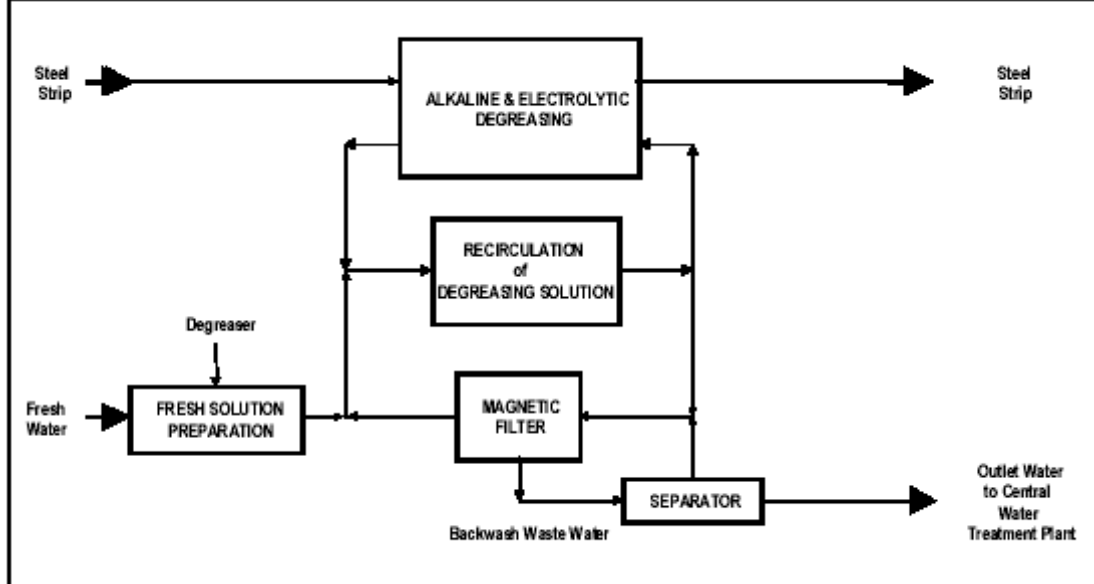
Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.3.2 Yağ giderme banyosunun temizlenmesi ve sirkülasyonu**Tanım:**

Daha fazla bilgi için Bölüm D.4.3'e bakınız.

Kullanılan yağ giderme solüsyonu, ultra filtreleme cihazında veya manyetik filtrede temizlenir. Yağlı çamur, yüksek fırında redükleyici malzeme olarak kullanılabilir. Arıtılan yağ giderme banyosu yağı geri kullanılabilir. Şekilde, yağ giderme solüsyon devresinin bir örneği gösterilmektedir.



Şekil B.4-1: Yağ giderme solüsyonu geri dönüşüm sistemi örneği

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Alkali kimyasal tüketiminde azalma.
- Su arıtma tesisinde oluşan su ve çamur birikintisi miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

- Pompa, boru tanklar vb. için yer problemi olmayan mevcut tesislerde ve yeni tesislerde.

Referans Tesis: Voest-Apine 1 ve 2. hatlar, Aceralia 2. hat, Galtec 1 hat ve diğerleri

Diğer etkiler:

- Yüksek enerji tüketimi.

İşletme Verileri:

Saatte 5m³ su tüketimi

Ekonomi: Yüksek yatırım ve işletme maliyetleri

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler: Çevre gereksinimleri

Referans Literatür:

B.4.1.3.3 Isıl İşlem Fırınında, Yağın Yakılarak Giderilmesi

Tanım:

Çeliğin yüzeyinde bulunan yağ, ısıl işlem fırınlarında yakılır. Alkali yağ giderme işlemi uygulanmaz.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Suya deşarj yok.
- Atık oluşumu yok.
- Alkali sıvı yağ gidermeye kıyasla, havaya emisyon daha düşük seviyede.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislerde
- Yüzey temizliği ve çinko yapışma gereksinimleri yüksek olmadığına,

Referans Tesis: Galtec 1

İşletme Verileri:

Bazı durumlarda, yüksek kalite uygulamalarına yönelik fırınlardan önce, bir yağ giderme ünitesinin bulunması gerekebilir. Parlak boru fırını olarak, fırının kontrolü çok kolay değildir. Fırından, buhar oluşur.

Ekonomi: Önceki aşamalara ihtiyaç olmaması sebebiyle, yatırım ve işletme maliyetleri düşüktür. İşletme ve yatırım açısından ucuzdur.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.3.4 Kullanılan Yağ Giderme Banyolarının Arıtımı

Tanım:

Bakınız Bölüm D.4.4

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atıklarda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislerde

Diğer etkileri:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Referans Literatür:

B.4.1.3.5 Alkali Atık Suyun Arıtılması

Tanım:

Bakınız Bölüm D.4.5

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Suyu daha düşük oranda deşarj söz konusudur.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislerde

Diğer etkileri:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Referans Literatür:

B.4.1.3.6 Yağ Giderme İşleminde Buharın Toplanması ve Arıtımı

Tanım:

Yağ giderme işlemi esnasında oluşan buhar, bir eksoz fanıyla toplanır, yıkama kulesi veya buğu önleyiciden geçirilir. Temizleme işlemi sonucunda ortaya çıkan atık su, su arıtma işlemine tabii tutulur.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Kaçak emisyonunda azalma

- Yağ giderici buhar emisyonunda azalma

Uygulanabilirlik:

- Yağ giderme cihazları ekipmanları yeni ve mevcut tesislerde
- Yer sıkıntısı bulunmayan mevcut tesislerde

Diğer etkileri:

- Yıkama kulesi: Su arıtma tesisinde, su tüketimi (buharlaştırma) ve çamur oluşumu
- Buğu önleyici: Kullanılan temizleme tekniğine bağlı olarak, boşaltılan suyun ve solventlerin arıtımı.

Referans Tesis: Pek çok. Jen An, Tayvan (Danieli)

İşletme Verileri: 66 ton/saat üretim verimliliği için, saatte 5m³ su sirkülasyonu sağlanır.

Ekonomi: Orta seviyede.

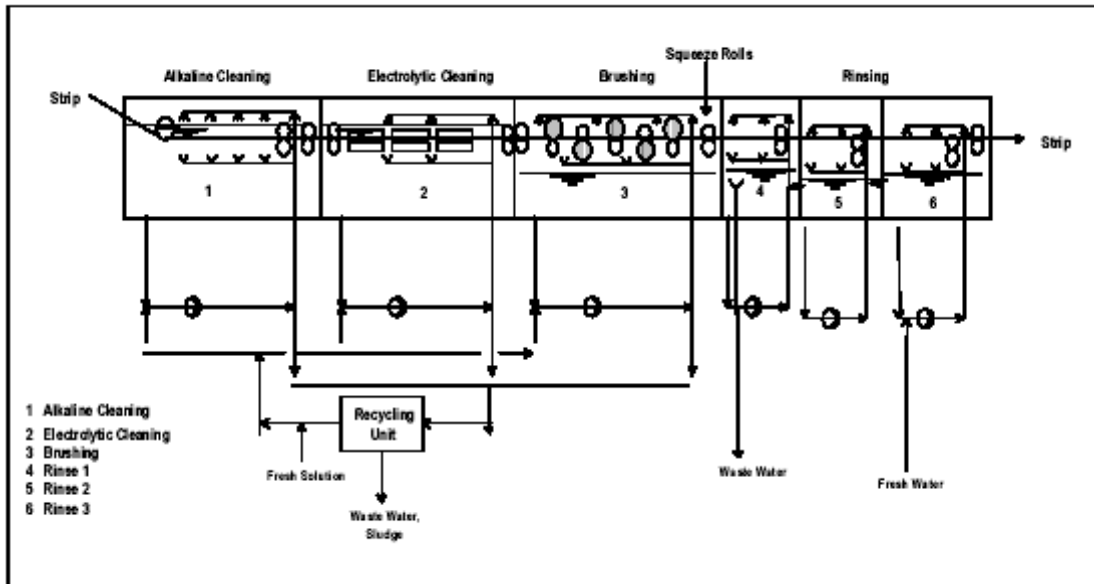
Referans Literatür:

B.4.1.3.7 Sıkıştırma Merdanelerinin Kullanılması

Tanım:

Çeliğin yüzeyinde kalan yağ giderme solüsyonu veya durulama suyu, her bir işleme ünitesinden ayrılmadan önce, sıkıştırma merdanelerinin yardımı ile şerit üzerinden alınır. Bu işlemle, solüsyonun diğer üniteye geçmesi ve kimyasalların kaybı ve durulama suyunun kirlenmesi minimum düzeye indirilir.

Şekilde, sıkıştırma merdaneleri ve ardışık durulama kullanan sac galvanizleme hattının kimyasal ön işlem bölümüne bir örnek gösterilmektedir.



Sekil B.4-2: Sac sıcak daldırma kaplama hattının kimyasal ön işlem bölümü (örnek)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Hammadde tüketiminde düşüş
- Atık su arıtma tesisinde, atık su miktarı ve çamurda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yağ giderme ve durulama bölümleri bulunan yeni ve mevcut tesislerde

Diğer etkileri:

Referans Tesis: Pek çok tesis

İşletme Verileri:

Ekonomi: Başlangıç yatırımı yüksek seviyelerde değildir, işletme maliyetleri ucuzdur.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:
Referans Literatür:

B.4.1.4 Isıl İşlem

B.4.1.4.1 Düşük-NOx Yakıcı

Tanım:

Bakınız, Bölüm D.2.1

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük CO ve NOx emisyonu

Uygulanabilirlik:

- Bazı durumlarda, gazın gaz ile ön ısıtılmasının mümkün olmadığı durumlarda, yeni ve mevcut tesislerde

Diğer etkileri: Yüksek enerji tüketimi.

Referans Tesis: Voest Alpine HDG hatları 1-2, Acentralia hat 2, Galtec 1 ve diğerleri.

İşletme Verileri:

300-500 mg/Nm³ arasında NOx konsantrasyonu ve 10-20 mg/m³ arasında CO konsantrasyonu. Diğer kaynaklar, 250-400 mg/Nm³ olarak rapor etmişlerdir.

Ekonomi: Yüksek tüketim nedeniyle işletme ve yatırım açısından pahalı bir tekniktir.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler-:

Referans Literatür:

B.4.1.4.2 Yanma Havaasının Ön Isıtması ve Isının Geri Kazanımı

Tanım:

Bakınız, Bölüm D.1.1 ve D.1.2

Eksoz gazları ısısı, ısı dönüştürücüsü vasıtasıyla kazanılır (bakınız bölüm D) ve kısmi olarak buharlaşan havaya transfer edilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde düşüş

Uygulanabilirlik:

- Büyük modernizasyonların yapıldığı yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkileri: NOx emisyonunda artış.

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi: IC= orta, OC düşük maliyetli.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.4.3 Şeridin kazanılan ısıyla ön ısıtılması

Tanım:

Şeridin kaynakla tutturulduğu bölümünde şerit, atık gazdan kalan ısının kullanıldığı ön ısıtma bölümünden geçer.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde düşüş

Uygulanabilirlik:

- Büyük modernizasyonların yapıldığı yeni ve mevcut tesisler. Buhardaki ısı duruma bağlıdır.

Diğer etkileri:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi: IC= orta, OC düşük maliyetli.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.4.4 Isı Geri Kazanımıyla Buhar Üretimi

Tanım:

Sunulmuş bir tanım ve teknik bilgi bulunmamaktadır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Enerji tüketiminde düşüş

Uygulanabilirlik:

- Büyük modernizasyonların yapıldığı yeni ve mevcut tesisler. Buhardaki ısı duruma bağlıdır.

Diğer etkileri:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Suda oluşabilecek muhtemel yoğuşma nedeniyle, paslanma riski artmaktadır. Bu teknikte, tesisin yanında bir buhar emici bulunması önemlidir.

Ekonomi: IC= orta, OC düşük maliyetli.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.4.5 İndüktif ısıtma sistemi

Tanım:

Sunulmuş bir tanım ve teknik bilgi bulunmamaktadır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkileri:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

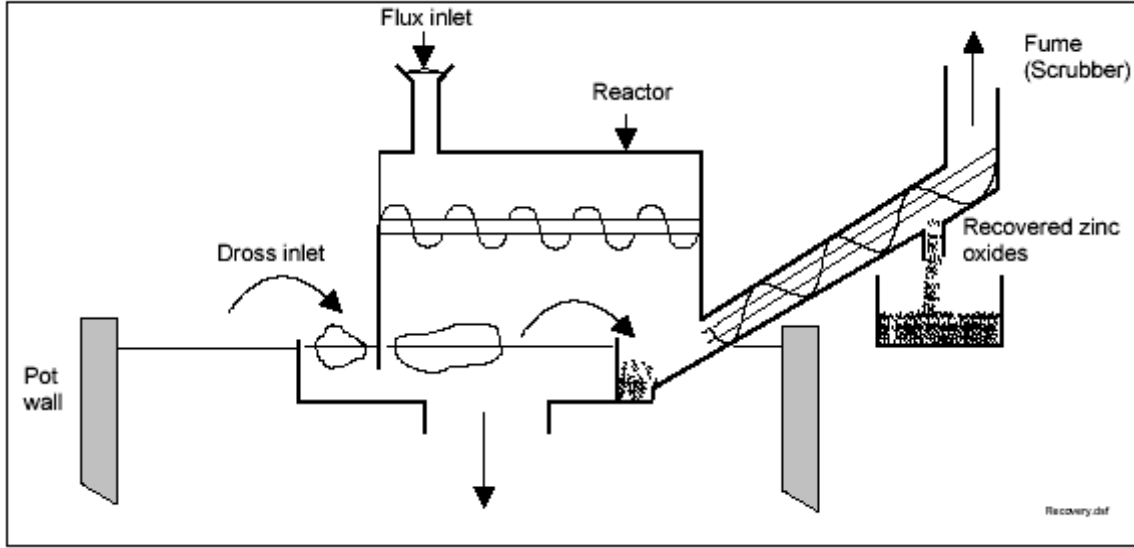
B.4.1.5 Sıcak Daldırma (Galvanizleme)

B.4.1.5.1 Curuf (Dross) Arıtımı

Tanım:

Sıcak daldırma galvanizleme hatlarında, tüketilen çinko metalin % 10'dan daha fazla bir bölümü, başta Zn ve ZnO olmak üzere, ergitilmiş çinko banyosunun yüzeyinde oksit curuf

olarak görünür. Galvanizli çelik sac üzerinde yaratacağı muhtemel ters etkilerinden dolayı, söz konusu oksit curuf manuel olarak temizlenir. Bu işlem sonucunda toplanan atık, çinko ergiticilerine satılabilir veya doğrudan arıtılarak çinko külü elde edilebilir ve daha yüksek bir fiyattan çinko üretim endüstrisine satılabilir. Şekil B.4-3'te çinko iyileştirme tesisi diyagramı olarak gönderilmektedir.



Şekil B.4-3: Çinko oksit curuftan ayırma sisteminin diyagramı olarak görünüşü

Ulaşılan çevresel faydalar:

Atık miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

Diğer etkileri:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.5.2 Kaplama metal curufunun geri dönüşümü

Tanım:

Çinko curufu toplanarak, çinkoya geri dönüştürülmesi için çinko satıcısına geri verilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık miktarında azalma.
- Doğal kaynaklardan tasarruf.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkileri: Yok

Referans Tesis:

İşletme Verileri: IC ve OC'nin her ikisi de düşüktür.

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler: Çevresel ve ekonomik gerekçeler.

Referans Literatür:

B.4.1.6 Galva-tavlama

B.4.1.6.1 Endüksiyon Elektrik Ocakları

Tanım:

Endüksiyon elektrik ocakları, sıcak daldırma kaplama prosesinde kullanılan oldukça yeni bir tekniktir. Bu tekniği, kaplanmış şerit mamulün galva-tavlama ve son aşamalarda yer alan organik kaplamanın kuru kısımlarında da kullanılabilir. Aslında, bu teknik yeni değildir ve 5 yıl önce ortaya çıkmıştır. Ancak sürekli bir şekilde yenilenmektedir.

Bu uygulama, sıcak daldırma prosesi söz konusu olduğunda, bu aşamada gaz emisyonunun oluşmaması nedeniyle, konvansiyonel fırınların çevre performanslarını arttırabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük hava emisyonu

Uygulanabilirlik:

Diğer etkileri:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.7 Son işlemler

B.4.1.7.1 Şerit yağlama makinasının kaplanması

Tanım:

Sunulmuş bir tanım ve teknik bilgi bulunmamaktadır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Yağ buharının atmosfere emisyonunda azalma.

Uygulanabilirlik:

Şerit yağlama teçhizatları bulunan yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri: IC düşük, OC orta seviyede.

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.7.2 Elektrostatik yağlama

Tanım:

Hafif ısıtılan yağ, çinko yüzeyine elektrostatik olarak kaplanır. Makina çevrelenir ve dökülen yağ toplanarak yeniden enjekte edilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük yağ tüketimi

- Düşük yağ emisyonu

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler: Yok

Referans Tesis: Bütün SIDMAR hatları

İşletme Verileri: Kuru yağlayıcı koruma özelliğine sahip değildir.

Ekonomi: Yatırım maliyetleri yüksek, işletme maliyetleri orta seviyededir.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.7.3 Fosfatlama Solüsyonunun Temizlenmesi ve Yeniden Kullanılması

Tanım:

Fosfat solüsyonu, sirkülasyon esnasında filtreler vasıtasıyla filtrelendir. Bazen yalnızca küçük miktarlarda eksoz solüsyonu atılır ve dışarda arıtılır. Durulama bölümünde oluşan atık su da, su arıtma tesisinde arıtılabilir. Bu arıtma işlemleri, tesisin dışında kurulu sistemlerde yapılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük fosfatlama kimyasalı tüketimi
- Su çıkış noktalarında ve su arıtma tesisinde oluşan çamur miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler: Enerji tüketimi

Referans Tesis: Voest-Alpine

İşletme Verileri: IC= orta seviyede, OC=orta seviyede

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür: Voest-Alpine tesis içi dokümanları

B.4.1.7.4 Kromatlama Solüsyonunun Temizlenmesi ve Yeniden Kullanılması

Tanım:

Kromatlama solüsyonu, sirkülasyon esnasında filtreler vasıtasıyla filtrelendir. Bazen atılan eksoz solüsyonu dışarıda su arıtma tesisinde arıtılır. Bu arıtma işlemi, tesisin dışında kurulu sistemlerde de yapılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük krom kimyasalı tüketimi
- Su çıkış noktalarında ve su arıtma tesisinde oluşan çamur miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

Yer problemi olmayan mevcut tesisler ve yeni modernize edilmiş tesisler

Diğer etkiler: Enerji tüketimi

Referans Tesis: Voest-Alpine

İşletme Verileri: IC= orta seviyede, OC=orta seviyede

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür: Voest-Alpine tesis içi dokümanları

B.4.1.7.5 Proses banyoları ve depolama tankları

Tanım:

Depolama tankları ve kimyasal arıtma banyolarının etrafı, buhar emisyonlarını ve agresif atık havayı toplamak üzere kapatılır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Kimyasal buharların kaçacağı engellenir.
- Eksoz hava miktarında düşüş

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler:

Referans Tesis: Voest-Alpine 1 ve 2. hatlar, Aceralia 2. hat

İşletme Verileri:

Ekonomi: IC= orta seviyede, OC=düşük

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.7.6 Sıkıştırma Merdanelerinin Kullanılması

Tanım:

Çelik şeritin üzerinde kalan solüsyon, şerit her bir arıtma bölümünden ayrılmadan önce, sıkıştırma merdaneleri yardımıyla temizlenir. Bu işlem, solüsyonun bir sonraki bölüme geçmesini ve kimyasalların kaybını asgari düzeye indirir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Hammadde tüketiminde düşüş

Uygulanabilirlik:

Pasifleştirme prosesi bulunan yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler: Yok

Referans Tesis: Pek çok tesis.

İşletme Verileri:

Ekonomi: Başlangıç yatırımı çok yüksek değildir ve işletme maliyetleri düşük seviyededir.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.7.7 Demineralize Su Üretiminde Ters Ozmoz Kullanımı

Tanım:

Kimyasal arıtma solüsyonlarının hazırlanmasında ve durulama suyunda demineralize suya ihtiyaç duyulmaktadır. Demineralize su, önceki aşamalarda iyon değiştirme filtrelerinde gerçekleşen tuz giderme işlemiyle üretilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Kimyasal tüketiminde düşüş ve kaynak sularında yüksek emisyonun engellenmesi

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler: Yok

Referans Tesis: Voest-Alpine 1 ve 2. hatlar

İşletme Verileri:

Ekonomi: Başlangıç yatırımı yüksek ve işletme maliyetleri orta seviyede.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler: Çevre ve tasarruf
Referans Literatür:

B.4.1.8 Son İşlemler

B.4.1.8.1 Hafif Haddeme/Temper solüsyonunun toplanması ve arıtılması

Tanım:

Çinko parçacıkları ve paslanmayı önleyen bileşimler içeren kullanılmış solüsyonlar, su arıtma sistemlerine gönderilirler. Su aynı veya farklı bir amaç için geri dönüştürülebilir. Temperleme işlemiyle oluşan ve kullanılan emülsiyon toplanmalı, su arıtma sistemine gönderilmelidir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Su kirleticilerinde azalma (% 95)

Uygulanabilirlik:

Hafif haddeme kullanan yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler: Yok

Referans Tesis: Galtec, Aceralia 2. hat, Voest-Alpine 1 ve 2. HDG hatları

İşletme Verileri:

Ekonomi: Başlangıç yatırımı yüksek ve işletme maliyetleri orta seviyede.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler: Çevre ve maliyet gereksinimleri, verim artışı ve kalite ihtiyaçları

Referans Literatür:

B.4.1.9 Atık su arıtımı

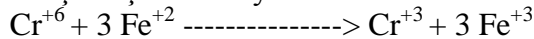
Atık su arıtma tesisleri, genellikle yalnızca kaplama tesislerinden gelen suyu değil, haddeme tesislerinde oluşan atık suların tamamını arıtmaktadır. Genellikle, bu tesisler, üç farklı devreden oluşurlar: kromik su hattı, yağlı su hattı ve genel atık su hattı.

B.4.1.9.1 Kromik su hattı

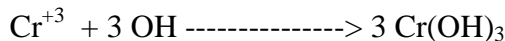
Tanım:

Bu sistemin amacı, su içerisinde bulunan ve toksik özelliği olan Cr (VI) ve Cr (III) bileşiklerini sudan almaktır. Arıtma tesisinde, Cr(VI), sodyum bisülfid veya demir klorür ile Cr (III)'e indirgenir. Ancak demir klorür ile olan reaksiyon daha çok tercih edilir. Zira sodyum bisülfid ile olan reaksiyonda pH'ın düşük olması, bu da tüketilen asit miktarının fazla olmasını gerektirir.

Gerçekleşen reaksiyon:



Kireç ilavesi ile yükselen pH, Cr⁺³'ün çökmesi sağlanır.



Demir hidroksit, krom hidroksitle birlikte kendiliğinden çöker. Elde edilen ince çamur, dekanterde kireç ilavesiyle sudan ayrılır. Gerekirse polimer ilave edilerek flokülasyon işlemi gerçekleştirilir. Kalınlaşan çamur preslenerek kek haline getirilir. [EUROFER CC],

[Com-CC-2]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atıkla birlikte krom deşarjında azalma.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.9.2 Yağlı su devresi

Tanım:

Şeridin kaplanmadan önce yağ giderme işlemine tabi tutulduğu tesislerde oluşan sulu atıklar, nötrleştirme tankına transfer edilirler. Nötrleştirme, hidroklorik asit ilavesi ile mümkündür. Asitli atık suyun sirküle edilemediği durumlarda, nötrleştirme için bu işlem kullanılabilir. Bu aşamadan sonra, atık su homojenleştirme tankına ve daha sonra pıhtılaşma ve çökeltme bölümlerine girer.

Koagülasyon (pıhtılaştırma), demir klorür ve hidrolik asit ilave edilmesiyle, çökeltme ise, alüminyum polyklorür ve diğer polimer türleri ilavesiyle elde edilir.

Atık su, çökeltme tankından, yüzdürme tankına gider. Buradaki işlemlerde, 3 farklı ürün elde edilir:

- a) Çökelmiş yağlı çamurlar
- b) Tortulu çamurlar,
- c) Geri dönüştürülecek su

Çökelmiş yağlı çamurlar, aero-floater'in altından basınçlı su sıkılması sonucunda, bir köpük gibi yüzerler. Su tarafından absorblanan hava, basıncın düşürülmesi ile bırakılır ve oluşan küçük baloncuklar, çökelmiş yağlı çamurlara yapışarak onların bir köpük gibi yüzmesini sağlarlar. Bu köpükler daha sonra uygun bir mekanizma ile toplanırlar. (EUROFER CC)

Diğer Alternatifler/Kullanılan Yağ Giderme Solüsyonlarının Arıtımı

Yağlı solüsyon aynı zamanda merkezi arıtma tesisinde arıtılır. İlk olarak solüsyon çökeltme ile üç ayrı faza ayrılır. Üstteki faz yağ arıtım merkezinde arıtılır. Ortadaki bölüm emülsiyon merkezinde, altta kalan kısım ise çamur arıtım merkezinde arıtılır. Ultrafiltrasyon ile emülsiyonlar yağ ve su olarak ayrılırlar. Su, konvansiyonel biyolojik arıtma tesisinde içeriğindeki KOİ'yi düşürmek için arıtılır. (Com-CC-2)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık su ile birlikte, yağ emisyonunda azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi: Yatırım ve işletme maliyetleri yüksek, ancak çevre performansı çok iyi.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler: Çevre ihtiyaçları
Referans Literatür:

B.4.1.9.3 Genel atık su devresi

Tanım:

Atık su arıtım prosesi, flokülasyon sonra filtreleme ve soğutma proseslerini içerir. Yağ ve katı maddeleri ayırmak için pıhtılaştırıcı ve polimer ilave edilerek mikroflokülasyon yapılır. Flokülasyondan gelen su iki katmanlı kum ve antrasit filtresinden geçirilir ve içerisindeki katı maddeler ayrılır. Filtre edilmiş su soğutma kulesinde soğutulduktan sonra sisteme geri verilir. Filtrelerde biriken atık malzemeler, çamurlar ise preslenerek kek haline getirilir. (EUROFER CC)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık su içerisindeki kirleticilerde azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

Madde	Konsantrasyon (mg/l) ¹⁾	Numune alma şekli	1998 Yılı Ölçümleri İşletmeci/Yetkili Kurum
Fe	1,5	Düzenlemiş rastgele örnekleme	28/5
Yağ	0,2	Düzenlemiş rastgele örnekleme	28/5
AKM	10	Düzenlemiş rastgele örnekleme	28/5
Cr	< 0,006	Düzenlemiş rastgele örnekleme	28/5
Ni	0,01	Düzenlemiş rastgele örnekleme	28/5
Zn	0,04	Düzenlemiş rastgele örnekleme	28/5

Not: Veri kaynağı: Senator für Bau und Umwelt, Bremen. Tesis:BREGAL, Bremen.
¹⁾ Ortalama değerler, 1998 yılına ait olup, düzenlenmiş rastgele alınan örneklerdir. Atıksu miktarı 135549 m³'dür.

Tablo: B.4.1 Galvanizleme tesisindeki atık su arıtma tesisinden çıkan sudaki kirletici madde konsantrasyonları

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.1.10 Soğutma suyu sistemleri

B.4.1.10.1 Kapalı soğutma suyu halkası

Tanım:

Bakınız Bölüm D.9.2. Suyu buharlaştırıcı kuleler veya levha ısı dönüştürücüleri ile ısıtan ayrı ve kapalı soğutma suyu sistemleri.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Doğal kaynaklardan tasarruf
- Enerji tüketiminden tasarruf

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi: IC=yüksek, OC=düşük

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler: Tesisin bulunduğu bölgeye has özellikler ve koşullar, soğutma sistemi seçiminde ve mevcut tesislere uygulanabilmede belirleyici olacaktır.

Referans Literatür:

B.4.1.10.2 Soğutma suyunun yeniden kullanılması

Tanım:

Soğutma suyunu bu proseste yeniden kullanmak veya başka amaçlar için kullanmak amacıyla tasarlanmış bir su devresidir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Doğal kaynaklardan tasarruf
- Enerji tüketiminde düşüş

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis: Pek çok tesis.

İşletme Verileri: Soğutma suyunun geri dönüşüm oranı rahatlıkla % 90'ı aşabilmektedir.

Ekonomi: IC=yüksek, OC=düşük

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.2 Alüminyumlaştırma ve Kurşun-Teneke (Terne) Kaplama

BAT'ın belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler, aynı proses aşamalarının uygulanması halinde, temel olarak galvanizlemede kullanılan teknikler ile aynıdır. Kurşun-teneke (terne) kaplama için birkaç ilave önlem aşağıda sıralanmıştır:

B.4.2.1 Nikel Kaplama

Tanım:

Elektrolitik nikel kaplama tesisi kapalıdır ve eksoz havası emilerek, ıslak gaz yıkayıcıya gönderilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Havaya ve ortama verilen emisyonunda azalma.

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.2.2 Sıcak Daldırma

B.4.2.2.1 Kalınlık Kontrolü İçin Hava Bıçakları

Tanım:

Kaplama kalınlığının kontrolünde, şeridin yüzeyindeki kurşun fazlalığını toplayan, süpürme fonksiyonu da sağlayan hava bıçakları kullanılır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- VOC ve hidrokarbonların havaya emisyonu engellenir. (yağ banyosunda olduğu gibi)
- Atık yağ oluşumu yoktur.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler:

Referans Tesis: British Steel, Brierley Hill, İngiltere

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3 Sıcak Daldırmalı Kaplama (Galvanizleme)

B.4.3.1 Telin Sürekli Asitlenmesi

B.4.3.1.1 Kapalı Asitleme Banyoları /Sıkıştırılmış Havanın Arıtımı

Tanım:

Asit banyosu, bir başlık veya kapakla donatılarak basınç altında tutulmalıdır. Tutulan hava, ıslak tip plakalı veya dolgulu yıkayıcıdan geçirilerek temizlenir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asitlemede oluşan emisyon kaçaklarında azalma (asit buharı ve aerosol)
- Temizleme işlemi sayesinde, daha düşük miktarda asit buharı ve aerosol oluşumu.

Uygulanabilirlik:

- Özellikle ısıtılmış ve konsantre HCl asitin kullanıldığı yeni ve mevcut tesisler.
- HCl temizleme hattı bulunan sürekli tavlama ve patent hatlarında da uygulanabilir.

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

Sürekli tavlama hattı bulunan, yüksek HCl asitte veya yüksek sıcaklıkta çalışan tesislerin büyük bir bölümü.

İşletme Verileri:

Tipik emisyon limitleri (konsantrasyonu): <20'den < 30 mg HCl/Nm³. Bu seviye, su kullanılan yıkayıcılarla elde edilebilir (NaOH ilavesine ihtiyaç yoktur).

Plakalı yıkayıcılarla < 30 mg HCl/Nm³ seviyesi yakalanır. Düşük su tüketimine sahiptirler ve bu nedenle sınırlı miktarda atık su oluşur. Bazı uygulamalarda (örneğin, yüksek asit tüketimi, yüksek asit sıcaklığı), taze asidin seyreltilmesi için yıkayıcı atık suyunun tamamen yeniden kullanılması mümkündür.

Dolgu malzemeli yıkayıcılarla < 20 mg/Nm³'ün altına inilir, ancak plakalı yıkayıcılar gibi çok su tüketildiği için çok atıksu da çıkar.

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.1.2 Kademeli Asitleme

Tanım:

Kademeli asitleme, bir seri olarak iki veya daha fazla banyoda gerçekleştirilir. Asit akışı (sürekli olabilir veya olmayabilir) bir banyodan diğerine devam eder. Bu işlem, asidin verimli bir şekilde kullanılmasına imkân sağlar ve bu esnada, iyi bir asitleme kalitesine yaklaşır. Bu şekilde, asitin daha yüksek oranlarda metal tuzuna dönüşmesi sağlanır ve asit tüketiminin düşük seviyede kalmasına imkân verilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminde düşüş
- Kullanılan asit tüketiminde düşüş (atık).

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.
- Mevcut tesislerde boş yer bulma sıkıntısı sınırlayıcı bir faktör olabilir.

Diğer etkiler:

Referans Tesis: British Steel, Brierley Hill, İngiltere

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Kademeli asitleme işleminde, ekstra bir asitleme tankına ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut tankı ikiye bölmek yeterli değildir. Asit geçirmeyen zemin yüzeyine ve ekstra pompa sistemine sahip daha büyük bir bina (ilave bir bina) gerekmektedir. Uygulamaya bağlı olarak, ekstra tank için, ilave eksoz sistemi, kapak ve yıkama sistemi gereklidir.

Ekstra maliyetler, hattın kapasitesine bağlıdır. Tahmini: 0.2-0.5 milyon Euro'dur.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.1.3 Hidrolik Asitin İyileştirilmesi

Tanım:

Bakınız Bölüm D.5.9.2

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminde ve üretiminde düşüş (kaynak, enerji)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler:

HCl için, yüksek seviyedeki yatırım ve enerji maliyetleri, HCl'nın buharlaşması, teknik olarak mümkün fakat nadiren kullanılan bir tekniktir.

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.1.4 Serbest Asidin Geri Kazanımı

Tanım:

Bakınız Bölüm D.5.9.1

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminde düşüş
- Kullanılan asit miktarında düşüş (atık)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.1.5 Kullanılan Asitin Dışarıda Rejenere Edilmesi

Tanım:

Bakınız Bölüm D.5.10

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asitli atıkta azalma

Uygulanabilirlik:

- Rejenerasyon tesisleri, minimum kapasiteye ve arıtılacak minimum miktarda aside ihtiyaç duyarlar. Bu da bir tek tel üretim tesisinden çıkan asit miktarı kadardır. – tek bir tel tesisinde üretilen kullanılmış asitten çok daha yüksek miktarda olan arıtılacak kullanılmış asitin minimum miktarı - ihtiyaç duyarlar.
- Tel endüstrisi, kullanılan asitin geri dönüştürülmesi işleminde, dışarıya bağımlıdır.

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.1.6 Kullanılan Asidin İkincil Hammadde Olarak Yeniden Kullanımı

Tanım:

Kimya endüstrisi, kullanılan asidi ikincil hammadde olarak $FeCl_3$ ve nadiren de pigment üretiminde kullanmaktadır. Kullanılan asidin değerli kimyasal maddeler üretimi için geri dönüştürülebilme imkânı Avrupa'nın pek çok bölgesinde bulunmaktadır. Bazı alıcılar, kullanılan asit içerisindeki metal empüriteler konusunda katı sınırlar getirmektedirler. Yalnızca birkaç firma, bazı kullanılmış asit türlerinden Zn ve Pb gibi empüriteleri temizlemek için özel prosesler geliştirmişler ve bunun patentini almışlardır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asitli atıkta azalma

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:**Referans Tesis:****İşletme Verileri:****Ekonomi:****Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:****Referans Literatür:****B.4.3.1.7 Geliştirilmiş Durulama Prosedürü ve Kademeli Durulama****Tanım:**

Ters akışlı kademeli yıkayıcıyla birlikte kurulan fırçalama sistemi (hava bıçağı, tamponlu ve damlatmalı yıkama sistemi) sayesinde yıkama suyu kalitesi sürekli kontrol altında tutulur, geri kazanılan suyun farklı amaçlar için kullanılması sağlanır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük su tüketimi, düşük su arıtma maliyetleri
- Demir iyonlarının curuf yapıcı malzeme banyosuna karışmasını azaltılır (curuf yapıcı banyonun ömrünün uzatır ve demirin çinko banyosuna taşınma oranını düşürür)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler
- Mevcut tesislerde, boş yer problemi, sınırlayıcı bir etki yaratabilir.

Diğer etkiler:**Referans Tesis:****İşletme Verileri:****Ekonomi:****Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:****Referans Literatür:****B.4.3.2 Eritme (Fluxing)****B.4.3.2.1 Banyo Bakım ve İşletmesi****Tanım:**

Curuf yapıcı madde banyosunda aşırı miktarda demir konsantrasyonu bulunması, demirin çinko banyosunun içerisine sürüklenmesine neden olur. Çinko banyosuna dahil edilen her 1 kilogramlık demir, oksit curuf oluşması nedeniyle, 25-30 kg çinkonun kaybolmasına neden olur. Bu nedenle, demir içeriği düşük bir seviyede ve dikkatli bir şekilde kontrol altında tutulmalıdır.

Curuf yapıcı madde banyosunda, taşma olmamalıdır. Curuf yapıcı madde banyolarında, bakım ve temizlik amacıyla, yılda bir veya birkaç kez atık oluşumu sınırlandırılmalıdır. Bu işlem, durulama suyunun miktarını azaltmak suretiyle kolaylıkla yapılabilir. Bu şekilde, amonyakın arıtılacak atık su üzerine taşması engellenir. (Not: Amonyak, tel tesisinde gerçekleştirilen tipik fizyokimyasal atık su arıtma yöntemiyle temizlenemez)

Curuf yapıcı madde tüketimi, doğru tel hazırlama, banyo içerisindeki curuf yapıcı madde/tuz oranını sıkça kontrol etme yoluyla optimize edilebilir. Bir parçacık yerine bir tel üzerine

sürekli curuf yapıcı madde koymanın daha kolay olması nedeniyle, tel galvanizleme işleminde, grup galvanizlemeye kıyasla, curuf yapıcı madde konsantrasyonu ve tüketimi çok daha düşük seviyededir. Bunun sonucunda, bakımlı bir tel galvanizleme hattında, aşırı miktarda toz ve duman oluşumu önlenir ve filtre kullanmadan, düşük seviyede toz ve metal emisyonu elde etmek mümkündür.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Curuf yapıcı madde banyosunun ömrünü uzatır
- Bir sonraki galvanizleme aşamasında, atık ve emisyon oluşumu azalır

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.2.2 Curuf Yapıcı Madde Banyolarının Yenilenmesi

Tanım:

Curuf yapıcı madde banyosunun içerisine, durulama suyu ilave edilerek ve tel aşındırılarak, Fe(II) curuf yapıcı madde banyosu içerisine getirilir. Havadaki oksijenin absorbe edilmesiyle oluşan oksidasyon yoluyla Fe(II), Fe (III)'e dönüştürülür. Fe(III), Fe(OH)₃'e dönüştürülür. Birkaç hafta veya aydan sonra, hat durdurulur ve oluşan Fe (OH)₃'ün çökmesi sağlanır. Sonunda çıkan çamur atılır; sıvı kısmı ise curuf yapıcı madde banyosuna geri gönderilir.

Çevre havasından oksidasyon yetersiz ise, ya Fe(II) girişi azaltılır (Bakınız B.4.3.1.7), yada diğer oksidasyon metodları (Bakınız D.7.1.1 veya D.7.1.2) kullanılabilir.

Eğer hattı aralıklı bir şekilde durdurarak Fe (OH)₃ oluşumu çok hızlı gelişirse, çamur bir ayırıcı içerisinde ayrılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Curuf yapıcı madde kullanımında düşüş
- Bir sonraki galvanizleme aşamasında, atık ve emisyon oluşumu azalır

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri ve Ekonomi:

Buradaki amaç, kullanılan curuf yapıcı maddeyi son derece düşük bir seviyeye indirmek veya kullanılmış curuf yapıcı madde üretimini elimine etmektir. Pek çok tel tesisi, bunu önlemeyi, yenileme teknolojilerine yatırım yapmak yerine, (Fe(II) girişini minimize ederek başarır. Tipik bir toplu galvanizleme ve tel galvanizleme tesisindeki curuf yapıcı madde banyoları arasında karşılaştırma sonrasında, tel tesislerinde galvanizlenecek her m²'lik yüzey için Fe(II) girişi, toplu galvanizleme tesisindeki kabaca % 2-5'i arasında kalır. Kullanılan curuf yapıcı maddenin, girişini minimize etmek suretiyle son derece düşük seviyelerde tutulduğu durumlarda, yenileme ünitesine yatırım yapmak makul olmayabilir.

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.2.3 Kullanılmış Curuf Yapıcı Madde Banyolarının Yeniden Kullanılması

Tanım:

Kullanılan curuf yapıcı madde banyoları tesis dışına çıkartılarak, geri dönüştürülmek üzere curuf yapıcı madde üreticilerine verilir. Kullanılan curuf yapıcı madde solüsyonu içerisindeki tuz, curuf yapıcı madde üretiminde yeniden kullanılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Curuf yapıcı madde banyosunun ömrünü uzatır
- Bir sonraki galvanizleme aşamasında, atık ve emisyon oluşumu azalır

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler

Diğer etkiler:

Referans Tesis: Th. Goldschmidt, Almanya

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.2.4 Curuf Yapıcı Madde Banyolarının Kapatılması

Curuf yapıcı madde solüsyonu ($ZnCl_2$, NH_4Cl ve diğer tuzların karışımından oluşan ısıtılmış sulu bir solüsyon), yalnızca su buharını emer.

Curuf yapıcı madde banyosu, bir baca veya örtü ile kapatılabilir. Bu işlemin, curuf yapıcı madde banyosu ısıtıldığında, ısı kaybını en aza indirme avantajı bulunmaktadır.

Banyodan yükselen buharın tehlikeli olmaması ve maliyetlerle kıyaslandığında, çevre avantajının son derece küçük olması nedeniyle, kapalı curuf yapıcı madde banyoları BAT olarak kabul edilmez.

B.4.3.3 Sıcak Daldırma (Galvanizleme)

B.4.3.3.1 Çinko Banyosu: Doğru Bakım

Tanım:

En önemli bakım metodları:

- Çinko banyosunun üzerinde, koruyucu bir tabaka veya bir örtü uygulayınız. Bu işlem, oksidasyon sonucunda çinko kaybını, curuf yapıcı madde buharının oluşmasını ve çinko banyosundan enerji kaybını minimize eder.
- Çinko banyosu içerisine giren rutubet patlama şeklinde buharlaşır. Bunun sonucunda oluşan çinko tozu, çinko banyosunun içerisinde kuru bir tel bulundurulması engellenebilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

İyi bakım metodları sayesinde, bir sıcak daldırma galvanizleme banyosunu Zn ve toz (Çinko, 5 mg/Nm³ seviyesinin altında; toz, 10 mg/Nm³ seviyesinin altında) açısından son derece düşük emisyonlarda çalıştırmak mümkündür.

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.3.2 Emisyonun Tutulması ve Çıkan Havanın Arıtımı

Tanım:

Ne sebeple olursa olsun, iyi bir bakım sonucunda, düşük Zn ve toz emisyon seviyelerine ulaşmak mümkün değildir. Çinko banyosunun üzerine, bir baca veya örtü uygulanabilir ve filtre takılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.3.3 Dumanı Alınmış Curuf Yapıcı Madde

Tanım:

Dumanı alınmış curuf yapıcı madde yapımında, amonyum klorür yerine kısmen diğer alkali klorürler (örneğin potasyum klorür) kullanılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Düşük hava emisyonu
- Katı çinkoda azalma

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans Tesis:

İşletme Verileri:

Ekonomi:

Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:

Referans Literatür:

B.4.3.3.4 Çinko İçeren Atıkların Depolanması

Tanım:

Dumanı alınmış curuf yapıcı madde yapımında, amonyum klorür yerine kısmen diğer alkali klorürler (örneğin potasyum klorür) kullanılabilir. Bu atıklar ayrı ayrı depolanmalı, yağmur ile rüzgardan korunmalıdır. Tel endüstrisi, bu atıkların satışı ve geri dönüşümünde alt yüklenicilere bağlıdır. Normalde Zn-içeren atık, demir dışı metal endüstrisinde (Çinko eritme prosesinde) geri dönüştürülür.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:
Diğer etkiler:
Referans Tesis:
İşletme Verileri:
Ekonomi:
Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:
Referans Literatür:

B.4.3.3.5 Çinko Banyosundan Sonra Soğutma Suyu

Tanım:

Soğutma suyu, ıslak tip soğutma kulesi, hava soğutucu veya benzeri bir ekipmanla kapalı bir devrede kullanılabilir. Bu suyun kalitesi oldukça yüksek olduğundan, bu devreden ayrılan suya başka işlevler de yüklenebilir.

Söz konusu soğutma suyu devresinden çıkabilecek atık su, deşarj edilmeden önce büyük ölçüde çinko içeriğinden dolayı yeterli seviyede arıtılmış olması gerekmektedir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:
Diğer etkiler:
Referans Tesis:
İşletme Verileri:
Ekonomi:
Uygulamaya İten Zorlayıcı Nedenler:
Referans Literatür:

B.5 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARI İÇİN MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER

Bu bölümü ve içeriğini anlamada, okuyucunun dikkati bu kitapçığın önsözüne, özellikle önsözün beşinci bölümü olan “Bu belge nasıl anlaşılır ve kullanılır?” kısmına çekilmektedir. Bu bölümde sunulan teknikler ve bu tekniklerle ilgili emisyon ve/veya tüketim seviyeleri veya seviyelerin dağılımı aşağıdaki aşamaları da kapsayan tekrarlayıcı bir süreçle değerlendirilmiştir.

- Sürekli kaplama hatlarının kilit çevre konularının tanımlanması. Bu konudaki önemli hususlar arasında: asitli hava emisyonu, atıklar ve atık su; fırınlardan hava emisyonu; fırınların enerji tüketimi; Zn-kaplama atıkları, yağ, ve krom içeren atık su bulunmaktadır.
- Söz konusu kilit konuların çözümüne yönelik en uygun tekniklerin incelenmesi.
- Avrupa Birliği ve dünya çapındaki mevcut veriler ışığında, en iyi çevre performans seviyelerinin tanımlanması.
- Bu performansın elde edildiği koşulların değerlendirilmesi (örneğin, tekniğin uygulanmasında kullanılan maliyetler, diğer etkileri, temel itici güçler)
- Mevcut tekniklerin (BAT) en uygun olanının ve bu sektör için genel anlamda, Direktifin Ek 4 ve Madde 2 (11) doğrultusunda, ilgili emisyon ve/veya tüketim seviyeleri seçilmesi.

Avrupa IPPC Bürosu'nun ve ilgili Teknik Çalışma Grubu uzmanlık görüşünün, bu aşamaların her birinde ve bilginin buradaki sunulma biçiminde önemli rolü bulunmaktadır.

Bu değerlendirme doğrultusunda, sektörün geneli için uygun olduğu düşünülen ve pek çok durumda, sektör içerisindeki bazı tesislerin mevcut performansını yansıtan BAT'ın kullanımı

ile ilgili teknikler, emisyon ve tüketim seviyeleri bu bölümde verilmektedir. Mevcut en iyi teknikler ile ilgili emisyon ve tüketim seviyelerinin verildiği yerlerde, BAT'ın tanımı içerisinde yer alan sabit maliyet ve avantaj dengesi göz önünde bulundurularak, bu tekniklerin kullanılması sonucu elde edilmesi muhtemel çevre performansına ilişkin beklentiler yer almaktadır. Ancak, bu veriler ne emisyon ne de tüketim için sınır seviyeler değildir ve bu şekilde de anlaşılmalıdır. Bazı durumlarda, daha iyi emisyon ve tüketim seviyelerini elde etmek mümkündür, ancak maliyetler ve diğer etkilerinden dolayı, bunlar sektörün geneli için uygun BAT olarak kabul edilmezler. Ancak, bu seviyeler özel itici güçlerin bulunduğu özel durumlarda “uygun” olarak kabul edilebilir.

BAT'ın kullanımı ile ilgili emisyon ve tüketim seviyeleri, tanımlanmış referans koşulları ile birlikte değerlendirilmelidir

Yukarıda tanımlanan “BAT ile ilgili seviyeler” kavramı, bu dokümanın bazı yerlerinde kullanılan “ulaşılabilir seviye” terimi ile karıştırılmamalıdır. Bir seviyenin, belirli bir teknik veya tekniklerin birleşiminin kullanılması halinde “ulaşılabilir” olarak tanımlandığı durumlarda, bakımlı ve bu teknikleri kullanan bir tesiste belirli bir süre içerisinde, söz konusu seviyeye ulaşılmasının beklendiği anlamı çıkartılmalıdır.

Mevcut ise, bir önceki bölümde sunulan tekniklerin tanımı ile birlikte, maliyetler ile ilgili veriler de verilmektedir. Bu bilgiler, maliyetlerin boyutu konusunda kabaca fikir vermektedir. Ancak, bir tekniğin uygulanmasının gerçek maliyeti, vergiler, ücretler, ilgili tesisin teknik özellikleri gibi spesifik durumlara göre değişmektedir. Bu tür tesise has özelliklerin tamamını bu belge içerisinde değerlendirmek mümkün değildir. Maliyetlere ilişkin verilerin olmadığı durumlarda, tekniklerin ekonomik anlamda geçerliliği konusundaki sonuçlar, gözlem yoluyla veya mevcut tesisler incelenerek çıkartılabilir.

Bu bölümdeki genel BAT'ın, mevcut bir tesisin performansını ölçmek veya yeni bir tesis önerisini değerlendirmek için bir referans noktası olarak kullanılması amaçlanmıştır. Bu şekilde, tesis için uygun BAT tabanlı koşulların belirlenmesine veya Madde 9(8) kapsamında genel bağlayıcı kuralların oluşturulmasına yardımcı olunması hedeflenmiştir. Yeni tesislerin, burada sunulan BAT seviyelerinden daha iyi performans gösterecek şekilde tasarlanacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, mevcut tesisler de, her durumdaki tekniklerin, teknik ve ekonomik uygunluğu doğrultusunda, genel BAT seviyelerini yakalayabilirler ve hatta onları geçebilirler.

BREF'ler yasal olarak bağlayıcı standartlar uygulamamasına rağmen, belirli teknikler kullanıldığında ulaşılabilir emisyon ve tüketim seviyeleri konusunda endüstriye, üye ülkelere ve kamuya yol göstermek için bilgi sağlamayı hedeflemektedir. Spesifik bir duruma ilişkin uygun limit değerler, IPPC Direktifinin amaçları ve yerel koşullar dikkate alınarak belirlenmelidir.

Bu bölümde, sürekli kaplama hatlarının çevre etkilerini azaltmaya yönelik mevcut en iyi teknikler incelenmektedir. Mümkün olduğunca üretim hatlarındaki genel işleyiş mantığı, bu hatlar için BAT'lar birim bazında verilmektedir. Ancak bazı önlemler, - özellikle birincil ve önleyici önlemler – tek bir proseste uygulanmamalı, tesisin genelinde uygulanmalıdır. Mümkün olduğu durumlarda ve mevcut veriler imkân verdiğinde, emisyon seviyeleri, verimlilik veya sirkülasyon oranları, tekniğin uygulanması sonucunda elde edilmesi beklenen iyileşmenin göstergesi olarak verilmektedir. Pek çok teknikte, açık bir olumlu etki, sayılar ile tanımlanamayabilir.

Aksi belirtilmediği sürece, ilerideki BAT bölümlerinde sunulan emisyon rakamları, günlük verilerdir. Havaya emisyonlarda, bu veriler 273 K, 101.3kPa ve kuru gaz standart koşullarına dayanmaktadır.

Suya yapılan deşarjlarda 24 saatlik kompozit numuneler sonucu elde edilen günlük ortalama değerler verilmiştir. Üç vardiya çalışmayan tesislerde ise tesisin çalıştığı sürlerdeki kompozit numunelerden alınan sonuçlar verilmiştir.

B.5.1 Sacın Galvanizlenmesi

Asitleme uygulamasında mevcut en iyi teknik için BAT bölümü, Kısım A/Soğuk Haddeleme Tesisleri'ne bakınız.

Sürekli galvanizleme tesislerindeki yağ giderme işleminde, aşağıdaki teknikler BAT olarak ele alınır:

- Ardışık yağ giderme
- Yağ giderme solüsyonunun temizlenmesi ve yeniden sirküle edilmesi; temizlik için uygun metodlar: mekanik metodlar ve Bölüm A.4'te tanımlandığı gibi membran filtreleme.
- Yağ içeriğini azaltmak için, kullanılmış yağ giderme solüsyonunun, elektrolitik emülsiyon ayırma veya ultrafiltreleme yoluyla arıtılması. Ayrılan yağ tekrar kullanılmalıdır. Örneğin, ısı amaçlı kullanım. Ayrılan su ise, arıtılmalıdır (nötralizasyon gibi).
- Emilen havanın, yıkayıcılarda yıkanması veya zerre tutuculardan geçirilmesi.
- Sızıntıyı en aza indirmek için, sıkıştırma merdaneleri kullanılır.

Isıl işlem fırınlarının emisyon ve enerji tüketimlerinin azaltılmasında kullanılacak mevcut en iyi teknikler aşağıda verilmektedir:

- Ön ısıtma olmadığı ve CO için 100-200 mg/Nm³ olduğu durumlarda, NO_x (% 3 O₂) için 250-400 mg/Nm³ emisyon seviyesine sahip düşük-NO_x yakıcılar.
- Yanma havasının, geri dönüşüm yakıcılarda (recuperative burners) ön ısıtılması.
- Havanın ön ısıtılmasında NO_x konsantrasyonları ile ilgili herhangi bir veri sunulmamıştır. Ancak yeniden ısıtma fırınlarına ilişkin veriler bir gösterge olarak kabul edilebilir. Ön ısıtma sıcaklığının sınırlanması NO_x azaltma önlemi olarak da görülebilir. Ancak, azalan enerji tüketimi ve SO₂, CO₂ ve CO'daki azalmalar, muhtemel NO_x emisyonundaki artışın yaratacağı olumsuzluklar karşısında incelenmelidir.

veya

- Şeritin ön ısıtılması
- Atık gazdan ısı elde etmek için buhar üretimi.

Sıcak daldırma çinko banyosu, bir tür çinko kaplayıcı kalıntı, curuf veya katı çinko kaynağıdır.

Galva tavlama yapılan tesislerde, emisyon ve enerji tüketimini azaltacak BAT aşağıda verilmektedir: Regenerative or recuperative burner systems.

- Hava ön ısıtmaya sahip olmayan NO_x (% 3 O₂) için 250-400 mg/Nm³ emisyon seviyelerine sahip düşük-NO_x yakıcılar.
- Geri kazanılabilen yakma sistemleri
- Havanın ön ısıtılması sonrasında çıkan NO_x konsantrasyonları ile ilgili herhangi bir veri sunulmamıştır. Ancak yeniden ısıtma fırınlarına ilişkin veriler bir gösterge olarak kabul edilebilir. Ön ısıtma sıcaklığının sınırlanması NO_x azaltma önlemi olarak da görülebilir.

Ancak, azalan enerji tüketimi , SO₂, CO₂ ve CO'daki azalmalar, muhtemel NOx emisyonundaki artışın yaratacağı olumsuzluklar karşısında incelenmelidir.

Yağlama, fosfatlama ve kromlama gibi çeliğe uygulanan son işlemler, koruma amaçlıdır. Yağlama işleminde yağ buharları oluşur ve bu buharlar en iyi;

- Şerit yağlama makinasının etrafının çevrilmesi veya
- Elektrostatik yağlama ile azaltılabilir.

Fosfatlama ve pasifleştirme/kromlamanın çevresel etkileri, aşağıdaki BAT'lar uygulanarak azaltılabilir:

- Etrafı kapatılmış proses banyosu,
- Fosfatlama solüsyonunun temizlenmesi ve yeniden kullanılması
- Pasifleştirme solüsyonunun temizlenmesi ve yeniden kullanılması
- Sıkıştırma merdanelerinin kullanılması
- Temper solüsyonunun toplanması ve atık su arıtma tesisinde arıtılması.

Soğutma işleminde (makina gibi) kapalı çevirimlerde çalışan ayrı soğutma suyu sistemleri, BAT olarak kabul edilir.

Atık su, sacın galvanizlenmesi esnasında kimyasal işlem bölümlerinde ve durulama suyunda oluşmaktadır. Ayrıca, şerit soğutma işleminde de, atık su oluşmaktadır. Atık su oluşumunda, aşınma tozu ve çalışan merdanelerin temiz kalmasını sağlamak için kullanılan suyun çinko içeren aşınma tozu ve yağlama yağı da etkilidir. Söz konusu atık su; çöktürme, filtreleme, ve/veya yüzdürme/çökeltme/katılaştırma yöntemlerinden uygun kombinasyonlar kullanılarak arıtılmalıdır. Bölüm 4'te tanımlanan teknikler veya bağımsız arıtma önlemlerinin eşit verimli kombinasyonları (ayrıca Bölüm D'de açıklanmıştır) BAT olarak kabul edilir. Atık sudaki ortalama kirletici konsantrasyonu:

SS:	<20	mg/l
Fe:	<10	mg/l
Zn:	<2	mg/l
Ni:	<0,2	mg/l
Cr _{tot} :	<0,2	mg/l
Pb:	<0,5	mg/l
Sn:	<2	mg/l

Mevcut su arıtma tesislerinin bazılarında, çinko seviyesi en fazla 4 mg/l'ye indirilebilmektedir. Bu durumlarda, en iyi seçenek Kesikli (batch) arıtım yapmak en uygun seçenektir.

B.5.2 Sacın Alüminyum Kaplanması

BAT'ların büyük bir bölümü, sıcak daldırma galvanizleme işlemindeki ile aynıdır. Ancak, yalnızca soğutma suyunun atılıyor olması nedeniyle, atık su arıtma tesisine ihtiyaç duyulmamaktadır.

Isıtma amaçlı BAT:

Gazın ateşlenmesi ve yanma kontrol sistemi.

B.5.3 Sacın Kurşun-Teneke Kaplanması

- Asitleme tankları kapatılır ve buradan emilen hava, pH kontrolüne sahip ıslak yıkayıcılara verilir. Ulaşılan HCl emisyon seviyeleri $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 'ün oldukça altındadır. Kule ve tanktan gelen atık su, atık su arıtma tesisine gönderilir.
- Nikel kaplama prosesinden emilen hava ıslak tip yıkayıcıya verilir.
- Sıcak daldırmada, kaplama kalınlığının kontrolünde kullanılan hava bıçakları BAT olarak kabul edilir. Bu bıçakların kullanımı emisyon çıkışına neden olmazlar.
- Pasifleştirmede, durulama sistemi BAT olarak kabul edilmez ve bu nedenle bu sistemden çıkan suyun arıtılmasına ihtiyaç duyulmaz. Bir kurutucuya ihtiyaç duyuluyorsa, bu bir gaz ateşlemeli fırın olmalıdır. Atık su çıkışı olmaz.
- Elektrostatik yağlama makinası ile yağlama
- Asitleme işlemi sonucunda oluşan asitler ile yıkayıcılardan çıkan atık suların arıtımı için, bir su arıtma tesisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür prosesler için uygulanacak BAT'te, sodyum hidroksit solüsyonu, pH kontrollü otomatik dozlama sistemiyle iki aşamalı nötrleştirme prosesine ilave edilir. Daha sonra, bir tank içerisinde, tortunun oluşması için, çöktürme kimyasalı ilavesi yapılır. Çöken çamur, presli filtreden geçirilerek susuzlaştırılır ve land-fill'e atılır. Su ise tanktan kanalizasyon sistemine veya nehre deşarj edilir. Bir geri dönüşüm sistemi kurmak BAT olarak kabul edilebilir, ancak bugüne kadar bu amaca yönelik bir sistem kurulamamıştır.

B.5.4 Telin Kaplanması

Asitleme hatlarından çıkan hava emisyonlarının azaltılması için hatların uygun kapaklı ve davlumbazlı sistemlerle kapatılması, emilen havanın yıkayıcılarda yıkanması BAT olarak ele alınır. BAT'den çıkan emisyonun seviyesi $2-30\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 'dür. Asitleme hatlarındaki asit tüketiminin azaltılması için aşağıda tarif edilen teknikler BAT olarak ele alınır:

- Belli kapasitenin üzerindeki yeni tesislere kademeli asitleme sisteminin kurulması. Küçük hatlar için ikinci tank içerisine yatırım yapılır, borulama ve proses kontrol ekipmanları uyarlanmaz. $15000\text{ ton}/\text{yıl}$ kapasiteli hatlara önerilir. Mevcut tek hatlı banyonun kademeli asitlemeye dönüşmesi pahalıdır. Avantajlarının yanı sıra fiyatı oldukça fazladır.
- Serbest asidin geri kazanımı
- Bütün tesisler için kullanılan asidin harici olarak geri kazanımı.
- Kullanılan asidin yardımcı ham madde olarak geri kazanımı.

Su tüketimini azaltmak için aşağıdaki teknikler BAT olarak ele alınır:

- Su tüketiminin azaltılması için diğer metodlarla birlikte kademeli yıkama sisteminin kullanımı. Bütün büyük mevcut ve yeni tesisler için ($>15\ 000\text{ ton}/\text{yıl}$). Küçük hatlar için, bütün yeni hatlarda kademeli yıkama diğer metodlarla kombineli bir şekilde kullanılmaktadır. Amaç yıkama suyu tüketimini en aza indirmektir. Küçük mevcut hatlarda alternatifler çok sınırlıdır. Örneğin, ekstradan bir kademeli yıkama sisteminin monte edilmesi yer problemi nedeniyle imkansızdır.

Kalan atık sular için atık su arıtma sistemi gereklidir. Sıcak daldırmalı tel kaplama tesisinde uygulanacak olan atık su arıtma tesisi fiziksel ve kimyasal arıtma proseslerini (nötralizasyon, flokülasyon) içerecektir. Çıkan atık suyun içeriği:

AKM: $< 20\text{ mg}/\text{l}$

Fe: $< 10\text{ mg}/\text{l}$

Zn: $< 2\text{ mg}/\text{l}$

Ni: $< 0.2\text{ mg}/\text{l}$

Cr_{top} : $< 0.2\text{ mg}/\text{l}$

Pb: < 0.5 mg/l
Sn: < 2 mg/l [Com BG3]

Atık ve atıksu miktarını düşürmek için aşağıdaki teknikler BAT olarak ele alınır.

- İyi işletme pratikleriyle demirin taşınmasını önlemek ve bakıma önem vermek.
- Banyo solüsyonunun yerinde rejenere edilmesi (demirin uzaklaştırılması)
- Kullanılan solüsyonun harici olarak geri kazanımı.

Sıcak daldırma için önerilen iyi işletme teknikleri Bölüm B.4'de BAT olarak verilmiştir. Bu tesislerden çıkan emisyonları, toz < 10 mg/Nm³, çinko < 5 mg/Nm³ dür. Ayrıca çıkan çinko içeren tozların ayrı olarak depolanması, yağmur ve rüzgardan korunması, demir dışı endüstrilerde geri kazanılması BAT olarak ele alınır.

Çinko banyosundan sonra soğutma suyu gerekliyse ve bu suyun kapalı çevrim içerisinde kullanılması veya başka uygulamalarda tamamlama suyu olarak kullanılması da BAT olarak ele alınır.

B.6 SÜREKLİ KAPLAMA HATLARI İÇİN GELİŞEN TEKNİKLER

B.6.1 Levha Kaplama

B.6.1.1 Rulolu Kaplayıcılar

Günümüzde kromaj işlemlerinin yerini alan boya ve organik kaplamalarda kullanılan rulolu sistemlerdir. İstenilen kaplama hızlarına ulaşılabildiği takdirde kromlu atıkları olmayan bu yöntem çevresel performansı önemli ölçüde geliştirecektir. [Com-CC-2]

B.6.1.2 Vakumlu Buhar Kaplama

Vakum ortamında baz metal üzerine buharlaşan malzemenin kaplanması yöntemidir. (< 50 Pa). Metalik buhar, rezistanslı ısıtma veya elektron huzmesi kullanılarak elde edilmektedir.

Japonya'da Nisshing Steel Company ve Mitsubishi Heavy Industry Company tarafından geliştirilen çinko buhar kaplama hattı 1987 yılından beri ticari ölçekte kullanılmaktadır. Bu Rezistans ısıtma yönteminin kullanıldığı proses akışı şu şekildedir : ön işleme fırını, rulo, kaplama kamarası ve buhar banyosu. Ön işlem fırını galvaniz hatlarında bulunan redükleyici firından uyarlanmıştır. [Com-CC-2]

Fiziksel Buhar Kaplama (PVD)

Yukardaki proses bu yönteme dahildir. Ancak bugünlerde PVD'den gelen çeşitli prosesler araştırılmaktadır.

PVD prosesi saf seramik kaplamalarda kullanıldığı gibi metaller ve alaşım kaplamalar için de uygundur. İşlemden en azından bir malzeme katı halden vakum kamarasında buharlaştırılmaktadır. Gelişmiş örneklerde kaplanacak malzeme buharlaşan malzemenin kor halindeki huzmesi altında katot olarak çalışır. Örneğin titanyum azot altında buharlaştırılarak titanyum nitrat oluşturulabilir. Kor halinde deşarj yönteminin en önemli avantajı artı yüklü malzeme parçacıklarının hızlandırılarak yüksek bir enerji seviyesi ile yüzeye ulaşması sonucunda yoğun ve tutunma kabiliyeti olan bir kaplama tabakası elde edilmesidir. Aynı zamanda enerjinin yüzeyde aktarılması nedeniyle proses daha düşük yüzey sıcaklıklarında (<500 °C) gerçekleştirilebilir. Böylece sertleştirilmiş yüksek hız takım çeliklerinin özelliklerini yitirmeden saf seramik filmleri ile kaplanmaları mümkün olur. Metal buharlaştırıcısının oluşturulması için elektron tabancası, sputter kaynağı ve ark kaynakları gibi çeşitli yöntemler vardır. PVD prosesi herhangi bir malzemenin diğer herhangi bir malzeme üzerine kaplanmasını olanak sağlayan oldukça esnek bir yöntemdir.

Bu metot, buhar oluşturma yöntemine göre bir sürü evrim geçirmesine karşın, hemen hemen tümü deneysel aşamada kalmıştır. [Com-CC-2]

B.6.1.3 Kromsuz Ürünlerle Pasifleştirme

Kromsuz pasifleştirme ürünlerinin kompozisyonunu değiştirmek üzere çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar pasifleştirme çözeltilerinin kompozisyonlarında bazı değişikliklerin olabileceğini göstermektedir.

Alternatiflerin performansı iyi olmasına karşın, kesin koruma için çok etkin değildir. [Com-CC-2]

B.6.1.4 Değişken Profilli Hava Bıçakları

Bu teknik her biri ayrı olarak ısıtılabilen metal lamellerden oluşmaktadır. Hava bıçaklarının her iki tarafında ısı farkı yaratılarak bıçak ara mesafeleri ayarlanabilmekte ve kaplama profili daha rahat kontrol edilebilmektedir. Bu yöntemle kaplama malzemesinin tüketimi azaldığı gibi, kesit boyunca kaplama kalitesi ile veriminin artması söz konusudur. [Com-CC-2]

B.6.1.5 Hava Bıçaklarının Kontrolü için Fuzzy-logic Uygulamaları

Artificial Neural Networks (ANN) yazılımı sayesinde, kaplama kalınlık ölçümleri ile bıçak mesafelerinin sürekli olarak izlenmesi ve sürecin optimizasyonu sağlanır. Sistem, geçmiş deneyimlerinden öğrenebilen bir bilgi sistemi olarak tasarlanmıştır. Bu yöntem, kaplama malzemesi tüketimini azaltacak, kalınlık boyunca kaplama kalitesini geliştirecek ve sonuç olarak malzeme verimini arttıracaktır. Bu da daha iyi enerji verimliliği demektir. [Com-CC-2]

B.6.1.6 Pot-roll'un Temizlenmesi (Catenary)

Levha rulodan çıkarken , mümkünse kontrol edilerek pot-roll önlenbilir.

Üst Rulonun Temizlenmesi (hava-yastığı)

Banyodan sonra, levha soğutma bölgesine girer. İlk aşamada kaplama sıcaklığının çok yüksek olması ve malzemenin çizilmemesi için levhanın diğer aletlere temasının önlenmesi önerilir. Bu amaçla soğutma bölgesinin giriş bölümünde hava yastıkları kullanılır. Böylece kaplama hattının kalite ve verimliliği artırılmış olur. [Com-CC-2]

B.6.1.7 Çekirdeksiz Çanak

Bu kendi başına indüksiyon sistemine sahip bir çanaktır.

B.6.1.8 Soğutma Kulesinde Mikro Su Spreyi ile Soğutma

Bu cihazla soğutma kulesinin ölçüleri ufaltılabilir. Böylelikle, rulo vb. gibi mekanik aksamaların azalması sağlanır. Aynı zamanda çizik, yağ kaçağı gibi olasılıkları da azalmaktadır.

B.6.2 Tel Kaplama

B.6.2.1 Ultrason Temizleme

Aşırı dozda aside yatırılma sonucunda, yüksek karbonlu tellerin yüzeyinde ince taneli karbon parçacıklarının oluşturduğu lekenin temizlenmesi için kullanılır.

B.6.2.2 Yüzey tufalinin Temizlenmesi için Kombine Elektrolitik- Ultrasonik Yöntem

Gelişim:

Asid dağlamaya karşı bir alternatif .

sodyum sulfat, sodyum klorid ve sodyum tripolifosfat çözeltileri ile Anodik veya katodik D.C. elektroliz veya P.R. (periyodik akım değiştirme) yöntemi.

B.7 SONUÇ NOTLARI

Aşağıdaki sonuçlar ve öneriler, çalışmanın zamanlamasını, bilgi kaynaklarını, verilerin bulunabilirliğini ve doğruluğunu, TWG uzmanları arasında görüş birliğini ve gelecek çalışmalar için önerileri ilgilendirir.

Çalışmanın Zamanlaması

Yaklaşık 2 ½ yıl süren bu BREF'in ana aşamaları :

- İlk TWG toplantısı (başlama toplantısı) 11 - 12.12.97
- TWG tarafından ilgili bilgi ve verilerin teslim edilmesi:
 - 2. bölüm için Şubat- Ekim '98
 - 3. bölüm için Nisan - Ekim '98
 - 4. bölüm için Haziran - Ekim '98
- Birinci Taslak Aralık 1998
- Birinci Konsültasyon 16.12.98 - 12.2.99
- Değerlendirme ve taslak düzeltme: (yorumlara yanıt, yeni verilerin istenmesi ve klarifikasyon) May - July '99
- Ek veri/bilgilerin teslimi: Eylül - Kasım '99
- İkinci Taslak Aralık 1999
- İkinci Konsültasyon 17.12.99 - 17.02.00
- İkinci TWG Toplantısı 22 - 24.03.00
- 2. TWG toplantısında gündeme gelen tartışmalı konular hakkında sunuş: 28.03.00 - 19.07.00
- Yeni bölümler üzerinde konsültasyon (değişen bölüm 5, 21.07.00 - 18.08.00
- Bölüm 7 Sonuçlar ve Öneriler Özet, Bölüm 4: SCR and SNCR)
- Son Taslak

Bilgi kaynakları

Demir-çelik ürün imalatının çeşitli yönlerine ilişkin olarak 65 rapor verilmiştir. Bu raporlarda istatistik veriler, üretim teknolojilerinin anlatımı, bazı uygulamalardan örneklerinde yer aldığı çevresel önlemler, emisyon / tüketim değerleri gibi değişik bilgiler içermektedir. Çeşitli bakış açıları tarafından hazırlanan bu raporların büyük bölümünde, tek bir konuda detaylı çalışmalara yer verilmiş, çok az sayıda çalışmada çevresel etkilerin tümüne değinilmiştir.

Bu konudaki BREF çalışmasında, sıcak haddeleme, soğuk haddeleme ve sürekli kaplama gölge komiteleri oluşturulmuş, ayrıca Avrupa Genel Galvanizciler Derneği (EGGA) sektörel üretim teknikleri ve çevresel önlemlere ilişkin rapor ve çalışma sunmuşlardır. Almanya, Alman Demir Çelik İşleme süreçleri konusunda En İyi Teknolojiler (BAT) sunmuştur.

Hazırlanan raporun kalitesi açısından gerekli olan bu çalışmaların başlangıç aşamasına yetişmemesi ve özellikle En İyi Teknolojiler'in (BAT) belirlenmesinde hayati önem taşıyan bilgilerin gecikmesi, taslak BREF hazırlama çalışmalarını geciktirmiştir.

En İyi Teknolojiler (BAT)

BAT'lar demirli metal işleme yöntemlerinin her üç alt grubu için proses aşamaları detayında tamamlanmıştır. Bu süreçler 5. Bölümde gerekli ön bilgi ve emisyon seviyelerini de içeren uygunluk değerlendirmeleri ile birlikte detaylıca anlatılmaktadır. Özet bölümünde tüm BAT sonuçları yer almaktadır.

Fikir birliği

Bu BREF'in A bölümünde bazı görüş ayrılıkları yer almaktadır. Bunlar TWG'nin mutabakata varamadığı üç alandır:

- BAT-filtre torba / elektrostatik uygulamalarına ilişkin toz seviyeleri
- Ön ısıtma fırınları için SCR and SNCR NOx azaltıcı önlemler

- Fuel-Oil’de kükürt seviyesi

Toz emisyonlarında TWG fitre torbalarının BAT olduğunu kabul ederken bu yöntemin performansına yönelik iki değişik görüş açısı gündeme gelmiştir. Sanayiciler kendi deneyimlerinden hareketle erişilen tozluluk sınırını 20 mg/Nm³ olarak belirtirken, bazı üye devletler ve çevreci kuruluşlar filtre torbaları için uygun toz sınırının 5 mg/Nm³ ’ün altında olmasının uygun olacağını belirtmişlerdir. Ancak uygulamaların büyük bir bölümü için bu seviyeyi destekleyecek hiç veri sunulamamış, sadece birkaç değer gösterilebilmiştir. (bkz. Gelecek çalışmalar için öneriler).

Ön ısıtma fırınlarındaki SCR ve SNCR’ye ilişkin veriler, ancak 2. TWG toplantısının bitimine doğru hazır hale getirilmiştir. Bazı TWG üyeleri bu tekniklerin BAT olduğunu kabul ederken, bazıları da eldeki bilgi, teknik detay ve işin ekonomisine ilişkin değerlendirmelerin BAT yorumu için yeterli olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bu çelişki, çalışmanın sonlarına doğru ortaya çıktığından kesin bir karar için yeterli zaman kalmamıştır. (bkz. Gelecek çalışmalar için öneriler).

Diğer bir görüş ayrılığı da Fuel-Oil’in S miktarının sınırlanması üzerinde ortaya çıkmıştır. S < 1% miktarı bile 1700 mg SO₂ /Nm₃ , gibi oldukça yüksek emisyon seviyelerine neden olmasına rağmen bazı TWG üyeleri bunun BAT olması gerektiği görüşüne sahiptirler. Diğerleri ise Fuel-Oilde daha düşük S sınırlarının veya SO₂ emisyonlarını önleyici ilave önlemlerin BAT olmasını savundular.

Bu BREF’in B ve C bölümleri üzerinde daha fazla mutabakat sağlanmıştır. Fikir paylaşım sürecinden tüm taraflar memnun ayrılmıştır.

Gelecek Çalışmalar için Öneriler

BAT kararına esas olacak tekniklerin özellikle erişilen emisyon seviyeleri, tüketim değerleri ve ekonomik performansı hakkında yeterince bilgi bulunamaması bu BREF için kayda değer bir eksiklikdir. Gelecek BREF çalışmalarında tarafların bu verileri toplaması ve sürecin başlangıcında hazır bulundurması gerekmektedir.

BAT değerlendirmeleri sırasında tekniklerin büyük bir bölümünde teknik tanımların dışında bilgi yoktu. Referans işletmelere ait gerçek işletme parametreleri oldukça azdı. Bu dökümanın yenilenmesi için eksik bilgilerin tamamlanması gerekmektedir. İlgili bazı tekniklerden bazıları şunlardır:

Bölüm A:

- Laminar akış için en uygun pompalar
- Yağ temizleme banyo uygulamaları
- Sıcak su ile ön yağ temizleme
- Yağ giderme tanklarının ısıtılması
- Elektrostatik yağlama
- Yağ sprey optimizasyonu
- Tamamlama işlemlerinin optimizasyonu
- Öğütme emülsiyonlarının temizlenmesi ve yeniden kullanımı
- Gaz atma (egzoz) sistemleri (PRETEX/SBT)
- Kullanılmış dağlama asidin dışarıda kullanımı

Bölüm C:

- Hammadde ve yardımcı malzemelerin depolanması ve taşınması
- Boru işlem hatlarından çıkan emisyonun toplanarak arıtılması

Bölüm D:

- Yağ temizleme tank uygulamaları
- Sıcak su ile ön yağ temizleme
- Yüzey etkin maddelerin ve yağın adsorpsiyonu (çökeltme sonrası filtreleme)
- Elektrolitik dağlama
- İyon değişimi, elektrolitik demir giderme, ters osmoz, oksitleyici demir giderme yöntemleri ile durulama suyunun arıtılması

Gelişen Teknikler Bölüm 6’da bazı teknikler sunulmaktadır. Bunların gelişiminin incelenerek Bölüm 4 (BAT’ların oluşumunda gözden geçirilen teknikler) veya Bölüm 5’e (BAT) kaydırılması olasılığının

değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bazı tekniklerin hakkında satıcılardan gelen bilgilerle sadece avantajlarının gösterilmesi ile gereğinden fazla olumlu sunumlar yapıldığı eleştirisi alınmıştır. Burada işletmelerden gerçek uygulamalar ve karşılaşılan problemlere ilişkin bilgi talep edilmiştir.

Genel olarak emisyon ve tüketim değerleri için daha fazla veriye gerek yoktur; yakma havasının ön ısıtıldığı veya ısıtılmadığı fırınlardaki NOx konsantrasyonu ve spesifik emisyon değerleri üzerinde durmak gerekir. Bu veriler sayesinde, azaltma yöntemleri değerlendirilebilecek ve enerji tasarrufu - NOx emisyon karşılaştırmasının avantaj ve dezavantajları belirlenebilecektir.

Bu BREF'te sıcak ve soğuk haddelemenin (Bölüm A) çeşitli aşamalarında erişilen emisyon seviyeleri hakkında çelişen görüşler öne sürüldüğünden bu konuda daha fazla veriye gerek duyulmaktadır. Özellikle 5 mg/Nm³ gibi düşük değerlerin savunucuları görüşlerini destekleyici veri sunmak zorundadır.

SCR (itmeli tip fırınlar) kullanan işletmelerin artacağı belirtilmiştir. Bu BREF gözden geçirildiğinde, SCR ve SNCR'nin ön ısıtma fırınlarına uygulanabilirliği hakkında daha fazla bilgi bulunabilecektir. Mevcut SCR ve SNCR sistemleri çalıştıkça, verilerinin çok kısa işletme sürelerine ait olmasına yönelik eleştirilere karşı uzun dönem veriler sunulabilecektir. Böylece bu sistemlerin BAT değerlendirmesi üzerindeki görüş ayrılıkları kaybolacaktır.

2. TWG toplantısında induksiyon ısıtmanın bazı uygulamalarda BAT olabileceği görüşü sunulmuştu. Bu BREF'te induksiyon ısıtma göz önüne alınması gereken bir teknik olarak değerlendirilmiştir; ancak BAT yorumu konusunda eldeki bilgiler yetersiz olduğundan daha fazla veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

Tartışılan diğer bir konu ise galvaniz işleminde çıkan tozun dioksin miktarı ve bunun yeniden kullanımında dioksin zenginleşme riski olmuştur. Daha fazla veri toplanması gerekmektedir. Bu verilerin IPPCB ve TWG'ye ulaştırılarak bu konuda karara varılmalı ve olası tehlikelerin önlenmesi gerekmektedir.

Bu BREF'in 2005 yılında yeniden gözden geçirilmesi önerilir.

BÖLÜM C

Kesikli Galvanizleme

C.1. KESİKLİ GALVANİZLEME GENEL BİLGİLERİ

Genel olarak galvanizleme; çelik konstrüksiyon üreticileri ve kullanıcılarına yönelik olarak, çeliğin, korozyona karşı koruyucu çinko tabakası ile kaplandığı işleme yöntemidir. Sektör hizmet düzeyini arttırmak üzere, genel olarak, çok kısa termin süreleri ile çalışır. Dağıtım önemli olduğu için işletmeler pazara yakın yerlerde konuşlandırılmıştır. Bunun doğal sonucu olarak sektör dağıtım giderlerini azaltmak, verimliliği arttırmak üzere yerel pazarlara hizmet eden bir sürü işletmeden oluşmaktadır. Çok az sayıda işletme özel ihtisas alanlarındaki imalatlarını uzak pazarlara göndermek suretiyle çalışmaktadır. Bu özel işletmelerin yeni pazar fırsatları oldukça azdır.

Tablo C.1-1'de görüldüğü üzere AB'de 600 işletmede 30000 çalışanlı bir sektör bulunmaktadır.

Üye Ülke	İşletme Sayısı (1997)	Galvanizli Çelik (t/yıl)
Avusturya	17	132916
Belçika	22	263268
Danimarka	17	122500
Finlandiya	19	73360
Fransa	69	690105
Almanya	185	1428610
Yunanistan	4	verilmedi
İtalya	74	810716
Lüksemburg	1	verilmedi
Hollanda	21	242717
Portekiz	9	42368
İspanya	35	314509
İsveç	34	1200000
Birleşik Krallık (+ İrlanda)	88	738928
Toplam:	595	4979997
Not: Veri kaynağı [EGGA5/98], [EGGA/99]		

Tablo C.1-1: AB'de galvaniz hatlarının dağılımı

AB Galvaniz endüstrisinde Yunanistan ve Lüksemburg hariç toplam çinko tüketimi 1997 yılında 381188 ton idi. Ülke sıralaması ise Almanya 27.5 %, İtalya with 15.6 %, Birleşik Krallık/İrlanda 14.2 % ve Fransa 13.3 %. [EGGA/99] şeklindedir.

Son yıllarda galvaniz pazarında, hızlı bir gelişme yaşanmıştır. Bu pazarda sektörel pay dağılımı Tablo C.1-2.'de sunulmaktadır.

Sektör	Ton (t)	Yüzde (%)
Konstrüksiyon	2022886	39.0
Alt yapı ve yollar	832634	16.1
Enerji nakil hatları	531042	10.2
Mimarlık	524586	10.1
Taşıma	308786	6.0
Bağlayıcılar	254056	4.9
Diğer	712264	13.7
Toplam	5186254	100.0
Not: Veri kaynağı (EGGA/99)		

Tablo C.1-2: Galvanizli çelik pazar dağılımı

Sektörün yıllık cirosu 1800 milyondur. Ekonomik ölçeklerde çalışan işletmelerin kapasiteleri işlenen çelik parçaların büyüklüğüne ve erişilebilir pazar taleplerine bağlıdır. İşletmelerin çoğu küçük ve orta

ölçekli özel kuruluşlardır. Çinko veya çelik üretimi ile entegrasyon yoktur. Avrupa kapasitesinin yaklaşık yarısı birden fazla tesise sahip işletmecilerin elindedir. Bazı üye ülkelerde 20'ye kadar tesise sahip olan işletmeler bulunmaktadır. Bu durumda bile şirketlerin gelirleri yerel pazarlara hizmet verebilmek amacıyla oldukça bölünmüş durumdadır ve üretim kapasitesinin belirli bölgelerde toplanması şansı oldukça sınırlıdır [EGGA5/98].

Son yıllarda sektörde yaşanan teknolojik gelişmeler ve artan çevre kontrol yöntemleri neticesinde finansman ihtiyacı artmış bunu sonucunda da sektöre giriş maliyeti yükselmiştir. Bu da, küçük yatırımcıları caydırıcı bir etki göstermiştir. Bunun yanı sıra sektörde fiyat ve hizmet kalitesi odaklı rekabet oldukça fazladır. [EGGA5/98]

Genel olarak sektörde ekonomik bir başarıdan söz edilse de, zaman zaman bazı pazarlardaki kapasite fazlalığı ile çinko fiyatlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanan baskılar yaşanmaktadır.

Yeni yatırım harcamalarının önemli bir bölümü emisyon kontrolüne aktarılmaktadır. Sıcak daldırma prosesinde çinko curufu, posası gibi çinko içeren atıklar ve yan ürünler oluşmaktadır. Bunlar çinko geri dönüşüm tesislerine gönderilmektedir. Çinko içeren sıvı banyoları ise alıcı ortama verilmeden önce ya yerinde ya da uygun araçlarla geri dönüşüm tesislerine gönderilerek, çinko geri kazanımında kullanılmaktadır. [EGGA5/98]

C.2. GALVANİZLEMEDE UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER

C.2.1 Kesikli Sıcak Daldırma Kaplamaya Genel Bakış

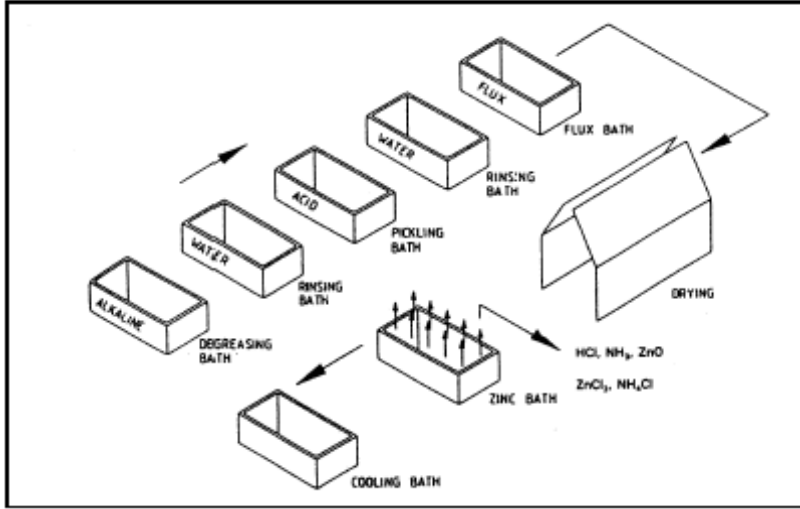
Sıcak daldırma yöntemi ile galvanizleme, demir ve çelik imalatların korozyona karşı korunması amacıyla çinko ile kaplanmasıdır. En yaygın olan yöntem bir çok müşteriden gelen farklı ürünlerin galvanizlendiği sipariş odaklı çalışmadır. Yarı veya tam otomatik boru galvanizleme ise, bu kapsamda sipariş galvanizleme veya parça galvanizleme olarak kabul edilmez.

Parça galvanizlemeye tabi tutulan parçalar çeşitli çelik imatlardan oluşmaktadır; çivi, cıvata, konstrüksiyon, çeşitli direkler, fens telleri vb. Borular da bazen konvansiyonel yöntemle galvanizlenebilir. Galvanizlenen imalatlar konstrüksiyon, taşıma, tarım, enerji nakil hatları ve yüksek korozyon dayanıcı ile uzun ömür beklentisinin olduğu bir sürü uygulamada kullanılır. [EGGA5/98]

Şekil C.2-1'de aşağıdaki aşamalardan oluşan parça galvanizleme iş akış şeması gösterilmektedir :

- Yağ giderme.
- Dağlama.
- Flakslama.
- Galvanizleme (ergimiş metal kaplama)
- Sonlandırma

Galvanizleme tesisi bir dizi işlem ve proses tankından oluşmaktadır. İşlenen parçalar tavan vinçleri yardımıyla sırayla tanklar arasında dolaştırılmakta ve daldırılmaktadır.



Şekil C.2-1: Galvanizleme Tesisi Proses Akış Şeması (Galva94-1)

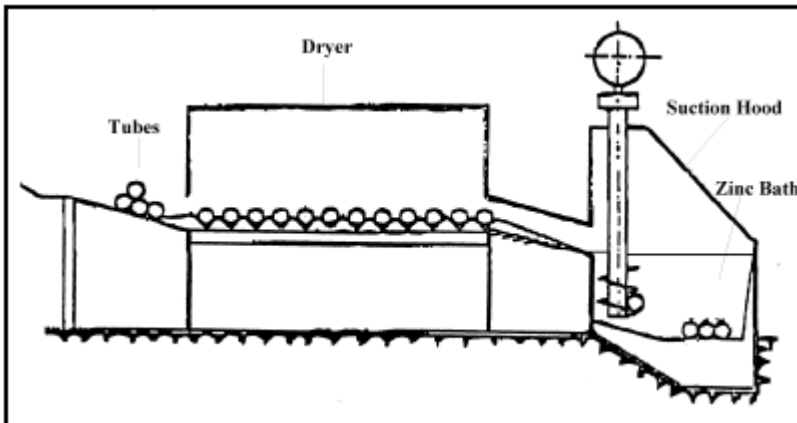
Ön işlem bölümünün tasarımına göre tanımlanan iki farklı tesis yerleşimi bulunmaktadır; kapalı ve açık ön işlem.

Açık ön işlemli galvaniz tesisleri ön işlem tankları ve diğer proses üniteleri tek bir hole yerleştirilir. Bu durumda, dağlama tankları, hava emisyonlarını (asid buharı) ve bunların kurulu tesise korozyon tahribatını engellemek amacıyla oda ısısında çalıştırılır.

Özel olarak ayrılmış ve iyice izole edilmiş ön işlem bölümleri dağlama tanklarının daha yüksek sıcaklıklarda çalıştırılmasını sağlar. Böylece tank sayısı ve ısıtma süresi azaltılabilir. Asid tanklarından çıkan emisyonlar toplanır ve bazı işletmelerde özel yöntemlerle arındırılır.

Bazı özel uygulamalarda çelik tanklar yerine seramik astarlı tanklar kullanılarak galvaniz banyosu daha yüksek sıcaklıklarda çalıştırılmaktadır. (yüksek sıcaklık galvanizi)

Boruların galvanizlenmesinde ise, sürekli kaplamaya benzer bir yöntem uygulanmaktadır. Bu işletmelerde boruların taşınmasında kısmen veya tam otomasyon uygulanmaktadır. Şekil C.2-2'de bu işletmelerdeki daldırma ilkeleri görülmektedir.



Şekil C.2-2: Galvanizlemenin ilkeleri [Welzel]

Temel ön işlem aşamaları aynı olmakla birlikte kaplama sonrasında boruların üzerinde kalan fazla çinko basınçlı hava püskürtülerek temizlenmektedir. İç cidarda kalan fazla çinko ise, basınçlı su şoku ile temizlenmektedir.

Temel teknolojik ilkeler son 150 yılda aynı kalmıştır, reaktif çeliklerin veya küçük parçalarda

kaplama kalitesinin iyileştirilmesine yönelik gelişmeler yaşanmıştır. Çinko banyolarına V ve Tİ eklenmesi ile çinko-kalay kaplama geliştirilmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Çinko banyolarına % 0.03 ile 0.08 düzeyinde Ni eklendiği Technigalva yöntemi uzun zamandan beri endüstriyel ölçekte uygulanabilmektedir. Küçük parçaların çinko-alüminyum ile kaplandığı Zinkopal yöntemi Almanya'da geliştirilmiş olup bir işletmede uygulanmaktadır. [Galva-97-1], [Com EGGA]

C.2.2 Hammadde Taşıma

Çinko yığın halde alınarak, galvanizleme ünitesine yakın noktalarda depolanır. % 28 HCl gibi kimyasallar plastik veya cam konteynerlerde veya tankerlerle işletmeye gelir ve imalatçı talimatları doğrultusunda depolanır. Buhar bastırıcı veya yağ giderici gibi diğer solüsyonlar da fiçiler içinde taşınır ve yine imalatçı talimatları doğrultusunda depolanır. Çeşitli çelik imalatlardan oluşan işlenecek malzemeler ise genel olarak karayolu ile taşınır ve forklift veya vinç vasıtasıyla indirilir. [EGGA5/98]

C.2.3 Girdilerin Hazırlanması

Çelik imalatlar galvanizleme işlemine uygunluk açısından giriş kontrolüne tabi tutulur. Döküm parçalar ile dişli parçalar, dağlama öncesinde kumlama ile temizlenir. Parçalar işlem süresince boyutlarına göre sapanlarla sıkıştırılıp kancalara asılmış olarak veya sepetler içinde taşınır. [EGGA5/98]

C.2.4 Yağ Giderme

Galvanizleme işleminin sağlığı ve filtre seperatörlerinin performansı açısından çelik imalatların üzerinde kalan imalat yağları alkalik yağ giderme banyolarında temizlenir. Bunlar imalat parçaları üzerindeki gres ve yağı emülsiyon haline getirmek suretiyle temizler. Oluşan emülsiyon köpükleri banyo yüzeyinde yüzer ve gravometrik seperatörler, yüzey sıyrıcılar, mikro veya ultra-filtre vb. vasıtasıyla banyodan arındırılırlar.

Yağ giderme işleminin verimliliği banyo bileşimine, sıcaklığına ve daldırma süresine bağlıdır. İndirek ısıtmalı banyoların çalışma sıcaklıkları 30 - 70 °C, 'dir, banyo sıcaklığının 85 °C olduğu yüksek sıcaklık uygulamaları da bulunmaktadır. Yağ giderme banyoları, sodyum-hidroksid solusyonuna (1 - 10 %) ilave olarak soda, sodium silikat, alkalik fosfat ve borax konsantresi emülsiyon yapıcı ve ayrıştırıcı kimyasallardan oluşur.

Diğer bir alternatif yöntem ise asidik yağ gidermedir. Bu durumda banyo hidroklorik asid ve/veya fosforik asid ile diğer katkılardan oluşur. Asidik yağ gidermede ortaya çıkan kararlı yağ emülsiyonları banyonun sıyırılması, ayrıştırması, separasyon, sentrifüj ve ultra-filtreleme süreçlerini zorlaştırır. [ABAG]

Yağ giderme aşamasının atlandığı veya yeterince yapılmadığı durumlarda organik kirleticilerin bir sonraki sürece taşınarak; çinko banyosuna daldırma sırasında çıkan dumanın organik kirleticilerce zenginleşmesi riski bulunmaktadır. Atık gazdaki organik kirleticiler filtre çökticilerinde tıkanma gibi işletme sorunlarına yol açtığı gibi çöken tozun geri dönüşümünü zorlaştırır hatta olanaksız kılar. [EGGA5/98], [ABAG]

Yağ giderme aşaması ancak işlenecek parçalar yağsız olduğunda atlanabilir ki buda galvaniz işlemi için oldukça sıra dışı bir durumdur.

Yağ giderme solüsyonlarının izleyen aşamada asit banyolarının ömrünü veya yeniden kullanımını azaltmaması için imalat parçalarının durulanması gerekir.

C.2.5 Asitleme

İmalat parçaları, üzerindeki döküm, hadde izlerini çapak vb. yüzey artıklarından temizlenmek üzere seyreltilmiş hidrolik asit banyosuna daldırılır. Bu nedenle proste, asid bileşimi % 2 ila 16 arasında değişen bir dizi ardışık asid banyosu bulunur. (bu çözeltilerin bileşimi ilk hazırlandıklarında % 12 – 16'dır) Yüksek mukavemetli imalat parçalarının aşırı asidlenmesi ve tankların korunması amacıyla, banyoya, asidlenmeyi yavaşlatıcılar (Örneğin: hexamethylenetetramine) ilave edilir. [EGGA5/98], [ABAG], [Com EGGA]

İşlem sürecinde, demirce zenginleşen banyonun serbest asit miktarı azaldığından zamanla taze asid ilave edilmesi gerekir. Ancak HCl'de sınırlı çözünürlüğü olan demir-klorürün çözünürlük sınırına erişildiğinde sürecin devamı olanaksızlaşır. Fakat genellikle asid banyosunun daha düşük FeCl₂ konsantrasyonlarında değiştirilmesi gerekir. Sınır kullanma konsantrasyonları olarak 170 g FeCl₂/l (=75 g Fe²⁺/l) ve 100 ila 120 g Fe/l rapor edilmiştir. [EGGA5/98], [ABAG], [Com EGGA], [Com DK]

Banyonun sıcaklığı arttırılarak daha yüksek FeCl₂ konsantrasyonlarında da (175 ila 200 g/l 35 °C, banyo sıcaklığında) süreç devam ettirilebilir ancak bu durumda emisyon seviyesi daha yüksek olmaktadır. Com2 EGGA]

Bazı operatörler az miktarda yağlı parçaları asid tanklarında yağ giderme işlemine tabi tutarlar bu durumda dağlama süresi uzar, ton parça başına asid kullanımı ve çinko tüketimi artar. Bu çevre dostu bir yöntem değildir.

Açık ön işlemler tesislerde dağlama ortam sıcaklığında yapılırken kapalı ön işlemler tesislerde daha sıcak asid banyoları kullanılabilir. Asid banyosunun konsantrasyonu ve sıcaklığına bağlı olarak asidik bazlı gaz emisyonlar çıkabilir. Bazı durumlarda asidik içerikli damlacıklar da oluşabilir. [EGGA5/98], [VDI-RL 2579]

C.2.6 Sıyırma

İmalat parçaları üzerindeki çinko kaplama hatalarının temizlenmesi veya yeniden galvanizlenmek üzere eski kaplamanın temizlenmesi gerektiği durumlarda seyreltilmiş asid banyoları kullanılır.

Dağlama ve sıyırma işlemlerinin aynı tankda yapılması halinde demir ve çinko klorid içeren asid likörü oluşur. Bazı galvanizciler ise ayrı tanklar kullanmak suretiyle daha teknik ve çevre duyarlı çalışırlar. (bu yöntem çinkonun geri dönüşümüne olanak sağlar) Atık sıyırma likörü çinko geri dönüşümü amacıyla işletme içinde işlenebileceği gibi dışarıya da gönderilebilir..

Bu sıvıların nötralize edildikten sonra, bertaraf edilmek üzere, dışarıya gönderilmeleri de söz konusudur. [Com2 Wedge]

C.2.7 Durulama

Durulama; izleyen proses aşamalarındaki banyoların ömrü, atık miktarının azaltılması ve yan ürünlerin yeniden kullanılabilirliği açısından oldukça önemli bir aşamadır. Yağ giderme ve aside yatırma aşamalarından sonra, imalat parçaları durulanmak üzere, su banyosuna daldırılır. (sıcak suda olabilir)

Solüsyonların bir banyodan diğerine taşınması doğrudan işlenen parçanın cinsine (sıvı tutma kapasitesi vb.), taşınma biçimine ve özellikle daldırma sonrasında banyo üzerinde tutulma süresine bağlıdır. Tanklar arasında taşınan sıvı miktarı, her bir işlenen çelik parça tonu başına

5 ila 20 l /t düzeyindedir. Yağ giderme solüsyonunun asid banyosuna taşınması nötrilizasyona, asid veya demir tuzlarının flaks banyosuna veya bir sonraki çinko havuzuna taşınması hem çinko tüketimini hemde çinko curufu miktarını arttırır. 1 g demirin taşınması neticesinde, yaklaşık 25 g çinko posası oluşur. [Com EGGA], [ABAG], [Com2 EGGA]

Atık durulama suyu geri dönüşüm amaçlı olarak, taze asit ve yağ giderme çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılır. Böylece sıvı atık deşarjı da azaltılmış olur.

C.2.8 Flakslama

Flakslamanın amacı galvanizleme reaksiyonlarının ön şartlarından biri olan çinkonun imalat parçasını tam olarak ıslatabilmesini sağlamaktır. Amonyum klorür içerikli flakslar ise ilave olarak sıcak daldırma sırasında yüzeyin daha da temizlenmesini sağlar. 200 °C'nin üzerindeki ısılarda amonyum klorür NH₃ ve HCl'ye çözünerek ilave temizleme etkisi yaratır. [EGGA5/98], [ABAG]

Flakslama kuru ve yağ olmak üzere iki ayrı yöntemle yapılır.

Kuru yöntemde parça 40 – 80 °C sıcaklığında çinko klorür, amonyum klorür solusyonuna daldırılır. Soğuk flakslama mümkündür; fakat flaks banyosundan sonra parçanın havada kuruması potansiyeli azalır. Tipik banyo analizi:

ZnCl₂ 150 - 300 g/l

NH₄Cl 150 - 300 g/l

Yoğunluk: 1.15 - 1.30 g/ml

Çözünmüş demir: < 2 g/l

Flaks banyolarının pH'ı 1 ila 5 arasında olabilir ancak çökelen demirin, demir(III)-hidroksid olmasını sağlamak üzere normalde 4.5'e ayarlanır.

Toplam flaks tuzunun konsantrasyonu (çinko klorür veya amonyum klorür) ve bunların birbirlerine oranları çok önemlidir. İyi bir tuz karışımı için % 40 - 60 düzeyinde amonyum klorür hedeflenir. [Com DK]

Amonyum klorür kurutma süresini hızlandırır ve tufal/pasın parça yüzeyinden daha kolay temizlenmesini sağlar ancak proseste daha fazla posa, kül ve duman çıkmasına neden olur. Ön işlemin yetersiz olduğu durumlarda amonyum klorür tüketimi artar. Çinko klorür parça yüzeyinin oksitlenmesini önler bu da kuruma süresinin uzun olduğu hallerde oldukça önemlidir. En uygun flaks bileşimi ve konsantrasyonu her şarta göre özel olarak ayarlanmalıdır. [Com DK]

Proses kontrolü, ekonomisi ve çevre performansı açısından flaks banyosunun demir içeriği oldukça fazla önemlidir. Flaks da yüksek demir içeriği (asid banyosundan parça ile taşınmış olabilir) aynı zamanda kaplama kalitesini de etkiler. Flaks banyosundan çinko havuzuna demir taşınması ise posa miktarını ve bir çok çelik kalitesi için kaplama kalınlığını arttırır. [Com DK]

Amonyum klorürün çevresel etkilerini azaltmak üzere, bazı galvanizciler kısmen veya tamamen az duman çıkaran potasyum klorür flaksları kullanmaktadır. [ABAG]

Parçalar flaks banyosundan çıkartıldıktan sonra parça üzerindeki flaks sıvısından kısmen su buharlaşması olur. Buharlaşma hızı flaks banyosunun sıcaklığına bağlıdır eğer yeterince sıcak ise parçanın banyodan çıkartma seriliğine bağlıdır. (çıkartma temposu yavaşladıkça daha fazla buharlaşma olur) Daha hızlı kurutma özel yöntemlerle sağlanır. Galvaniz

kazanından çıkan gazlar kurutma için dolaylı ısı kaynağı oluşturabilir ancak yine de yardımcı brülörler sıklıkla kullanılır. Kurutma parçanın çinko banyosuna daldırıldığında metal sıralamalarının azalmasını sağlar bu avantaj parçanın kurutucudan çıktıktan sonra ısıyı tutma kabiliyeti ile artar (ön ısıtma yapıldığı örneklerde olduğu gibi). [Com2 EGGA]

Özellikle çok özel flakslama şartları gerektiren karmaşık parçaların kaplandığı işletmelerde yaş flakslama denilen alternatif bir proses uygulanır. Bu proseste flaks ergimiş bir tuz tabakası olarak galvaniz banyosunun üzerinde yüzer. Parçalar bu tabakadan geçerek çinko banyosuna dalar. Daha sonra banyo yüzeyindeki flaks tabakası taraklanarak sıyrılır ve parçaların banyodan çıkarken yeniden flaks tabakası ile teması önlenmiş olur. [EGGA5/98]

C.2.9 Sıcak Daldırma

Parçalar yavaşça ergimiş çinko banyosuna daldırılır. Çinko kazanına sığmayacak kadar büyük parçalar tüm yüzeylerinin kaplanmasını sağlamak üzere iki kez daldırılır. Çelik çinko reaksiyonu sonucunda malzeme üzerinde bir dizi demir çinko alaşım katmanları oluşur ve en dıştaki katman saf çinko olduğunda parça banyodan çıkartılır. Hafif parçalar için birkaç dakika olan daldırma süresi ağır yapı parçalarında 30 dakikaya kadar çıkabilir. [EGGA5/98]

Ergimiş çinko banyosu 440 - 475 °C °C civarındadır. Kazan ölçüleri ise hedef pazar eğilimleri ve işlenen malzemeler göre değişkenlik göstermektedir. Ortalama kazan boyutları 7 m uzunluk, 1.4 m genişlik ve 2.6 m derinlik olmakla birlikte uzunluğu 20 m ve derinliği 4 m kadar olan kazanlarda kullanılmaktadır. Dış kısmı fırın sacı ile çevrelenmiş kazanlar, bir çukur içine veya zemin üzerine yerleştirilebilir. Zemin üstü uygulamalarda merdiven ve çalışma platformları bulunur. Kazanlar, genellikle, gaz veya sıvı yakıtlı harici brülörlerle ısıtılır. Dalgıç brülörler veya kanopi brülörlerde çinko sıcaklığının 460°C'nin üstünde olduğu uygulamalarda (bu durumda çelik kazanlar kullanılamaz) veya kazan yüzey alanının ısı transferi için yetersiz olduğu donanımlarda kullanılır. Ekonomik olduğu sürece elektrik kullanılabilir (çoğunlukla yanlardan ve üstten radyasyon nadir olarak rezistans veya endüksiyon ile [EGGA5/98],[Com2 EGGA], [Com2 Fin])

Çinko banyosunda hammaddeki safsızlıklardan gelen veya alaşım elementi olarak özellikle ilave edilen diğer metallerden az miktarda bulunur. Tipik banyo kompozisyonu :

- Çinko 98.9 wt-%
- Kurşun 1.0 wt-%
- Demir 0.03 wt-%
- Alüminyum 0.002 wt-%
- Kadmium 0.02 wt-%
- Bazı iz elementler (kalay, bakır gibi.)

Alüminyum ve kurşun kaplama kalınlığına ve görünümüne olan etkileri nedeni ile eklenir. % 0.1 ila 0.15 kurşun ilavesi çinkonun vizkozite ve yüzey gerilimi gibi fiziksel özelliklerini etkiler. Çeliğin galvanizleme öncesinde iyice ıslanmasını ve işlem sonrasında çinkonun yüzeyden rahatça akmasını sağlar. Kurşun aynı zamanda kazanı korumak amacıyla da kullanılır. Bu durumda, çinko; ağır olduğu için, tabana çökerek bir tabaka oluşturan kurşunun üzerinde, toplanır. Kazan sac kalınlığı herhangi bir yırtılma/patlamayı önlemek amacıyla düzenli aralıklarla ölçülür. [ABAG], [Com2 EGGA]

Kazan malzemesi olarak çelik seçiminde çinkonun etkisi, işlem sıcaklığına ısıtılma sırasında

oluşan termal ve hidrostatik yükler göz önüne alınmalıdır. (genel olarak düşük karbonlu az miktarda Si gibi elementler içeren çelikler) Pahalı bir uygulama olmakla birlikte astarlı çelik kazanlar çinko etkisine karşı daha dayanıklıdır. [Com2 EGGA]

Az sayıda işletmede, kullanılan refrakter astarlı kazanlar ile 530 °C banyo sıcaklığına erişilmektedir. (yüksek ısı galvaniz işlemi) Bu proses, bazı çelik kaliteleri ve özel parçalar için uygulanmaktadır. [EGGA5/98]

Çinko banyo sıcaklığından daha düşük süblimleşme sıcaklığı olan amonyum klorür ile birlikte diğer bazı reaksiyonlar sonucunda sıcak daldırma işlemi sırasında gaz çıkışı olur. Galvaniz kazanları genellikle, havalandırması uygun yerlerde veya duman emme sistemi ile birlikte çalıştırılır. Ventilasyon havası filtre torbalarından geçirilerek temizlenir ve toplanan toz içindeki değerli malzemelerin (özellikle flaksların) geri kazanımı amacıyla dışarıya gönderilir. Bazen dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. [Com2 Wedge] Venturi sukruberlerin bulunduğu bazı işletmeler temizlenen malzemeyi flaks solüsyonu yapımında değerlendirirler. [EGGA5/98], [Com2 EGGA]

Çinkonun gerek işlenen parça, gerekse çelik kazan ile reaksiyonu banyoda posa veya sert çinko olarak anılan çinko-demir alaşımlarının birikimine neden olur. Posa kazan cidarlarına yapışabilir ancak genellikle tabana çöker ve buradan kepçe veya polip vasıtası ile temizlenir. Fazla posa birikimi galvaniz işlemi etkileyebilir ve dışardan ısıtılan kazanın aşırı derecede ısınmasına neden olabilir. Toplanan posa geri kazanım amacıyla ikinci çinko sanayisine veya çinko oksit üretmek amacıyla kimya sanayisine gönderilir. [EGGA5/98], [Com EGGA], [Com2 EGGA] Çinkonun havadaki oksijen veya flaks malzemeleri ile reaksiyonu sonucunda oluşan kül banyo yüzeyinde toplanır. Bu malzeme doğrudan işletmede değerlendirilebilir veya geri kazanım amacıyla ikncil çinko sanayiine gönderilir. [EGGA5/98], [GE6], [Com2 FIN]

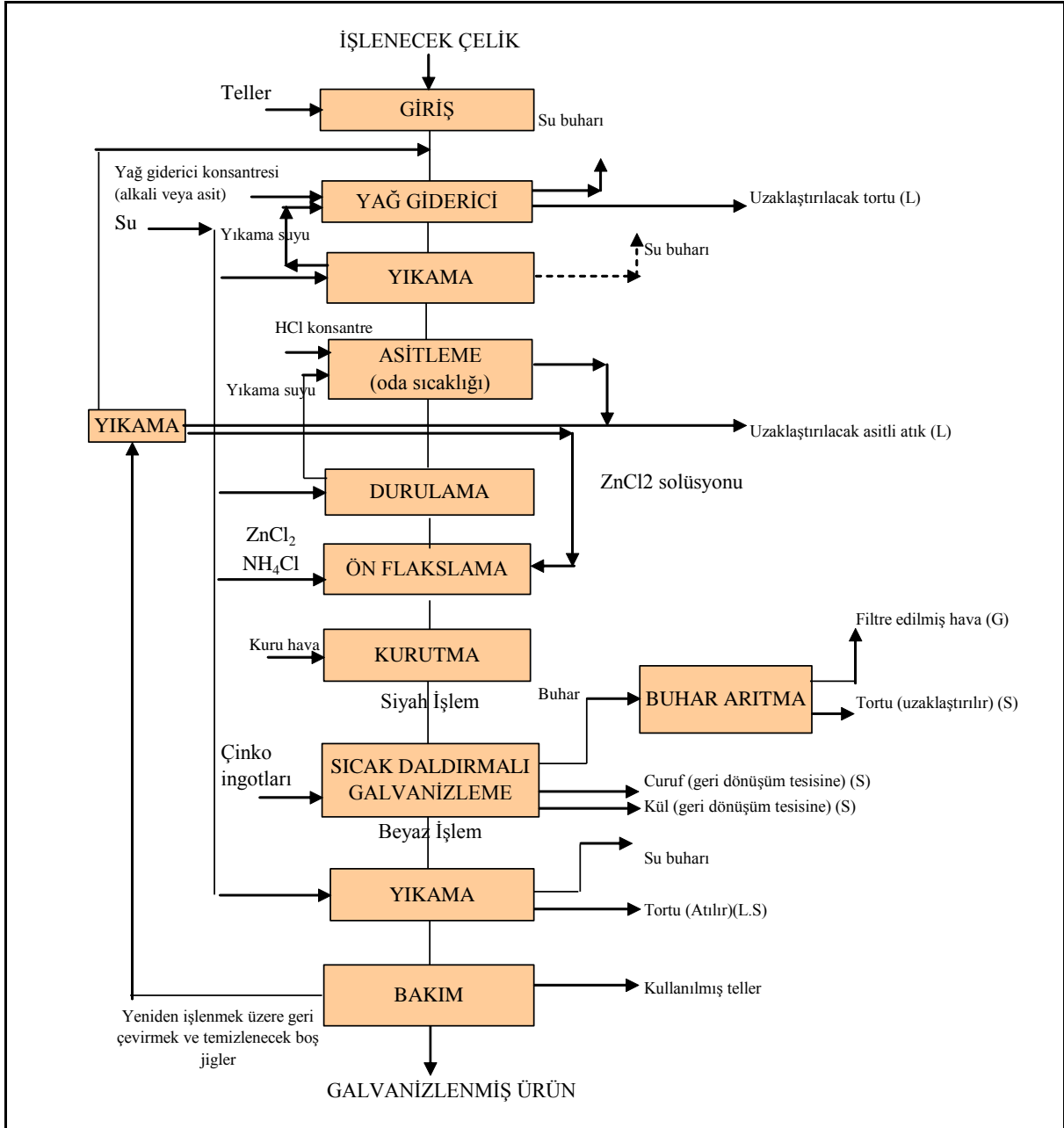
C.2.10 Sonlandırma

İmalat parçaları, çinko banyosundan çıkartıldıktan sonra fazla çinko silinerek veya sallanarak temizlenir. Daha sonra soğuma ve inceleme aşamaları gelir. Parçalar üzerindeki ufak yüzey kusurları tamir edilir ve sevke hazır hale getirilir. Sıcak daldırma sonrasında bazı parçalara su verilerek daha üstün özellikler kazandırılabilir. Beyaz pasa karşı, parçalar yağlı çözeltilerle kaplanabilir veya kromajlanabilir.

Küçük parçaların galvanizlenmesi, delikli sepetler yardımıyla yapılır. Çinko banyosundan çıkartılan sepet, sentrifuj sistemine yerleştirilerek, çinko artıkları, sentrifuj kuvveti ile temizlenir. Parçalar sepetten çıkartılarak, soğutulur. Özel tasarlanmış veya geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. [Com2 EGGA]

Galvaniz banyosundan çıkartılan boruların dışı basınçlı hava, içleri ise buharla temizlenir. Buharla temizleme sırasında oluşan toz toplanarak, çinko banyosuna geri döndürülebilir veya geri kazanım amacıyla dışarıya gönderilebilir. [EGGA5/98], [GE6]

C.3. GALVANİZLEMEDE MEVCUT EMİSYON VE TÜKETİMLER



1) Atıklar S: KATI, L: SIVI, G: GAZ olarak gösterilmiştir

2) Yağ giderme, asit ve önflaks banyolarına az miktarda asitlemeyi yavaşlatıcı kimyasallar ilave edilir

Şekil C.3-1: Galvanizleme prosesi iş akış seması

Genel olarak galvanizleme işleminde kaynak kullanımını, kirletici emisyon ve atık seviyelerini etkileyen bir sürü etmen bulunmaktadır. İşletmelerdeki farklılıklar ise ; işlenecek parçaların boyutu, özelliği ve temizliğindeki farklılıklar, kullanılan kazan, ısıtma sistemleri, proses akışı ve süreç içinde yeniden kullanım/rejenerasyon çeşitliliğinden kaynaklanır.

Bu işletmelerin çevresel etkisi, çoğu zaman zararlı olarak sınıflandırılan emisyon ve atıklardır. Bugün neredeyse, sıfır atık su ile çalışan sistemler bulunabildiği için atık suya ilişkin sorunlar gittikçe azalmaktadır. [DK-EPA-93] Finlandiya’da, çinko içeriği 5 - 25 mg/l ve pH-değerleri 6 – 10 olan atık su deşarjları rapor edilmektedir.[Com FIN] Atık su küçük bir sorun olmakla birlikte yüzey sularındaki çinko dikkate alınmalıdır.

Havaya bırakılan emisyon kaynakları ise: ön işlem bölümü, aside yatırma işlemleri; özellikle

daldırma sırasında ergimiş çinko banyosu ve çinko kazanları ile diğer tankların ısıtılmasında kullanılan yakma sistemleridir.

Galvanizleme işleminin atık ve yan ürünleri ise, çinko içeren posa ve kül, kullanılmış çözeltiler ve banyolardan temizlenen tortulardır. [DK-EPA-93] Parçaların bir işlemde diğerine transferi sırasında asit, flaks vb. damlamaları olabilir. Damlama tavaları ile toplanan bu sıvılar, sisteme geri beslenebilir veya kimyasal atık olarak biriktirilir.

Galvanizlenen çelik parçalar için toplam ısı tüketimi ton ürün başına 300 - 900 kWh'dir ve büyük bölümü çinkonun ergitilmesi ve ısıtılması için harcanır. [DK-EPA-93] İzleyen bölümlerde galvanizleme işleminde kaynak kullanımı ve emisyon seviyelerine ilişkin daha detaylı bilgiler verilmektedir.

C.3.1 Yağ Giderme

Yağ giderme banyoları yağ temizleyici çözeltiler ve sudan meydana gelmektedir. Tanklar çalışma sıcaklıklarına buldukları bölgenin şartlarına bağlı olarak, sıvı yakıt, gaz veya elektrikle ısıtılır. Bir çok uygulamada yağ giderme üniteleri atık ısı geri kazanımı ve eşanjörlerle ısıtılır.

Yağ gidermede kullanılmış solüsyon veya tortu şeklinde kimyasal atık çıkar. Kullanılmış yağ temizleme çözeltisi miktarı, temizlenen malzeme miktarına ve kirliliğine göre değişir. Bu durum, yağ giderme çözeltisinin 1-2 yıl olan maksimum kullanım süresi ile ilişkilidir. [ABAG] Bazı kaynaklarda ise 7 yıla varan çözelti ömürleri rapor edilmiştir. [Com EGGA], [Com2 EGGA]

Kullanılmış alkalik yağ giderme banyolarında sodyum hidroksid, karbonatlar, fosfatlar, silikatlar, yüzey etkin maddeler ile serbest halde yağ gres emülsiyonları bulunur. Asit bazlı kullanılmış yağ giderme banyoları ise serbest veya emülsiyon halinde gres yağ karışımlarının yanı sıra seyreltilmiş hidroklorik ve fosforik asit emülsiyonları ile korozyona karşı inhibitörler içermektedir.

Kullanılmış yağ giderme banyoları, atık şirketlerinde kimyasal ve fiziksel arıtma işlemlerine tabi tutulur. Emülsiyon yağca zengin ve fakir iki faza ayrılır, az yağlı kısım arıtma işlemlerinden geçirilir, yağca zengin kısım ise atık yönetmeliklerine uygun olarak bertaraf edilir. [ABAG]

Girdi/Tüketim		
Yağsızlaştırma kimyasalı	0-4	kg/t
Su	0-20	l/t
Enerji	0-44,6	kWh/t
Çıktı/Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Sıvı ve çamur 1,2	0-5,4	kg/t
Yağlı çamur	0,16	kg/t
Atılan banyo solüsyonu	1-2	kg/t
Not: Veri kaynağı (EGGA5/98), (DK-EPA-93)		
¹ Atılan banyo solüsyonunu içerir.		
² %30-40 katı madde.		
³ Çamur düzenli olarak yağsızlaştırma banyosundan alınır, tek bir tesis (ABAG)		

Tablo C.3-1: Yağ giderme prosesi tüketim ve emisyon seviyesi

C.3.2 Asitleme

Asit banyosu fabrikaya 28 - 32 % w/w (veya yaklaşık 320 - 425 g/l HCl) konsantrasyonunda gelen HCl'nin 15 % w/w (veya yaklaşık 160 g/l HCl) düzeyine seyreltilmesi ile hazırlanır. Bazı durumlarda asit inhibitörleri kullanılabilir. Ton ürün başına asit tüketimi, 20 kg civarındadır. Ancak işlenen çelik parçanın kalitesine göre değişir: temiz imalatlar için oldukça düşük tüketim seviyeleri olasıdır (10 kg/t'dan daha az) paslı parçalar için tüketim miktarı çok daha yüksektir. (40 kg/t) Asit tankları normal şartlarda, oda sıcaklığında çalıştığından ısıtma gereksinimi yoktur. Kapalı ön işlem asit tanklı sistemlerde banyo sıcaklıkları 40 °C'ye kadar çıkabilir. Bu durumda tankların ısıtılması gerekir. İhmal edilebilir düzeyde olmakla birlikte pompa ve vinçler diğer enerji tüketim noktalarıdır. [EGGA5/98], [Com2 EGGA]

Hidrojen klorür emisyon seviyesi ise, sıcaklık ve banyo konsantrasyonuna bağlı olarak değişir. Bunlar genelde seyreltik emisyonlar olup, toplama ve temizleme sistemleri uygulanmaz. Zira çalışma sahasının genel havalandırma şartları, HCl seviyesinin izin verilen sınır değerlerin altında kalmasını sağlayabilmektedir. [ABAG]. Bazı durumlarda asidin ısıtıldığı kapalı ön işlemler tesislerde oluşan emisyonun toplanarak, arıtılır.

Bu süreçte ortaya çıkan atıklar, kullanılmış asit likörü ve tortudur. Kullanılmış asit likörü serbest asit, demir klorür, (140-170 g Fe/t seviyelerine kadar) çinko klorür, çelik parçanın alaşım elementleri ile bazı durumlarda asit inhibitörleridir. Sıyırma ve asit işlemlerinin aynı tankta yapıldığı işletmelerde, yüksek çinko ve demir içerikli karışık asit likörü oluşur. Asit banyosunda yağ giderme yapıldığı durumlarda ise serbest ve emülsiyon halinde yağ ve gres bulunur. Atık asit banyolarının ortalama bileşimi Tablo C.3-2'de sunulmuştur.

	Asitleme	Asitleme (yıkama dahil)
Demir (FeCl ₂) ¹	<140 g/l	<140 g/l
Çinko	5-10 g/l ²	20-40 g/l
HCl (serbest asit)	30-50 g/l	30-50 g/l
Asit inhibitörü	yaklaşık 50 ppm (1 l inhibitör/20 m ³ asitleme sıvısı)	
Yağ, gres, köpük kırıcılar	verilmemiş (banyo suyu ile taşıyor)	
Not: veri kaynağı (ABAG)		
¹ (ABAG)'a göre FECl ₃ oranı: FeCl ₂ oranı 1:50 , COM DK ise FECl ₃ :FeCl ₂ oranını 1/1000 olarak raporlamıştır.		
² Geri kazanım firmaları tarafından sıkı değerler talep edilmektedir.		

Tablo C.3-2: Kullanılmış asit banyolarının bileşimi

Girdi/Tüketim		
Hidroklorik asit ¹	9,2-40 ²	kg/t
İnhibitör	0-0,2	kg/t
Su ³	0-35	l/t
Enerji ⁴	0-25	kWh/t
Çıktı/Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Havaya verilen emisyon: ^a		
Hidroklorik asit		0,1-5 mg/m ³
Toz		1 mg/m ³
Atık asit ve çamur ^{5,6,7}	10-40 l/t	
Atılan asitleme solüsyonu		

Not: Veri kaynağı (EGGA5/98), a (DK-EPA-93) hariç.
¹ % 30'luk HCl tüketimidir.
² FLEM BAT raporuna göre 70 kg/t'a kadar.
³ Düşük aralıklar asidin düşük konsantrasyonda olduğunu gösterir (yak.% 16)
⁴ Kapalı arıtma tesisindeki enerji ihtiyacı.
⁵ Atılan asitleme banyosu suyunu içerir.
⁶ Kullanılan FeCl₂ şeklindeki banyo solüsyonu 140 g/l Fe içerir.
⁷ Asitli atıklar DK tarafından 15-50 kg/t olarak raporlanmıştır. (DK-EPA-93)

Tablo C.3-3: Dağlamada tüketim ve emisyon

C.3.3 Yıkama

Red edilmiş galvanizli parçalar, taşıma donanımları, kaplaması yenilenecek parçalardan oluşan sıyrılacak malzeme miktarı 1 -15 kg/t civarındadır.

Sıyırma işlemi dağlamada kullanılan daha seyrek ve az reaktif hidroklorik asit banyosunda yapılır. Bazı işletmelerde kullanılmış asit likörü veya asit banyoları bu amaçla kullanılır. Ancak daha ileride anlatılacağı gibi bu yöntemler, çevresel açıdan sakıncalıdır.

Hidroklorik asidin kullanıldığı sıyırma işlemlerinde, dağlama işleminden çıkana göre daha farklı bileşime sahip atık asit çıkar. Sıyırma ayrı bir tankda yapılırsa, demir klorür ile daha az kontamine olmuş çinko klorür oluşur. Bu solüsyon, ön flaks banyosuna (çinko amonyum klorür) geri döndürülebilir. [Com FIN], [Com2 EGGA]

Kombine asit-sıyırma tanklarında oluşan demir klorür ve çinko klorür içerikli solüsyonlar gübre endüstrisinde kullanılabilir. Ancak tarım topraklarındaki çinko seviyesine dikkat edilmeli ve yasal sınırlar aşılmamalıdır. [Com FIN], [Com2 UK Galv]

	Yıkama
Demir (FeCl ₂ şeklinde)	Çinko içeriği < % 10'dan küçük ¹
Çinko (ZnCl ₂ şeklinde)	160-200 g/l
HCl (serbest asit)	< 10 g/l
Asitleme inhibitörü	Yak. 50 ppm (1 l inhibitör/20 m ³ asitleme sıvısı)
Yağ, gres, köpük kırıcı	Verilmemiş (banyo sıvısıyla taşınır)
Not: Veri kaynağı (ABAG)	
¹ Geri kazanım firmaları tarafından istenir, sadece asitleme inhibitörleri kullanılarak ulaşılır.	

Tablo C.3-4: Kullanılan yıkama banyoları kompozisyonları

Girdi/Tüketim		
Hidroklorik asit	0-6	kg/t
Su ¹	0-7	l/t
Çıktı/Emisyon Seviyesi		
	Spesifik Emisyon	Konsantrasyon
Harcanan yıkama solüsyonu ²	1,2-15	kg/t

Not: Veri kaynağı (EGGA5/98)
¹ Asitleme banyosunu ayarlamak için.
² Örnek kompozisyon: çinko 200 g/l, demir 130 g/l, 10 g/l (DK-EPA-93)

Tablo C.3-5: Yıkama prosesi tüketim ve emisyon seviyeleri

C.3.4 Flakslama

Flaks çözültisi (genellikle $ZnCl_2 \times NH_4Cl$) ve bir miktar sudan meydana gelen flaks banyosu, uygun konsantrasyonu oluşturmak üzere, hazırlanır. Çözülti, bazen NH_4Cl yerine, kısmen veya tamamen KCl kullanılarak da hazırlanabilir. Çoğu zaman, flaks banyolarının ısıtılması için, ısıya ihtiyaç vardır ve bazı işletmeciler, bu amaçla atık ısı değerlendirirler.

Flaks banyolarında uçucu maddeler bulunmadığı için havaya büyük bölümü su buharı olan ihmal edilebilir düzeyde emisyon yayılır. Ortaya çıkan diğer atıklar kullanılmış flaks likörü ve tortudur. [DK-EPA-93]

Kullanılan flaks banyoları, sürekli bir şekilde, yenilenmez ise, demir ve asit açısından zenginleşir. Flaks banyoları, flaks türüne bağlı olarak, amonyum klorür, çinko klorür ve /veya potasyum klorür içerir. Ön flaksın yeniden kullanımı genellikle, uygulanan bir yöntemdir. Bazı durumlarda, kullanılmış solüsyonlar, düzenli olarak önflaks üreticilerine gönderilir. [Com EGGA], [Com2 EGGA]

Girdi/Tüketim		
Flaks kimyasalı	0-3	kg/t
Su ¹	0-20	l/t
Enerji		kWh/t
Çıktı/Emisyon Seviyesi		
Harcanan flaks	1-6	kg/t
Atık su ve çamur ¹	0-20	l/t
Demir hidroksit çamuru ²		

Not: Veri kaynağı (EGGA5/98)
¹ Düşük aralık ıslak flakslamaya ait.
² Sürekli flaks banyosu rejenerasyonundan alınma.

Tablo C.3-6: Flaks işleme tüketim ve emisyon seviyeleri

Ön flakslama banyosunun çıkışına yerleştirilen kurutucular havayı ısıtır ve kuruturken enerji tüketirler. Bu enerjinin bir kısmı veya tamamı galvanizleme fırınının baca gazından sağlanabilir. Kurutucu atmosferini terk eden nemli hava (fabrikanın içinde veya dışında) beraberinde klorürleri de taşır. Ön flaks çözültisinin fazlası, kurutucuda damlayarak kristal formunda kurur ve düzenli olarak uzaklaştırılır. Kurutucuda hava üfleme için kullanılan büyük fanlar önemli miktarda enerji gerektirir ve gürültüye neden olabilir. [Com2 EGGA]

C.3.5 Durulama I + II

Genel olarak galvanizleme fabrikalarındaki durulama işlemlerinde 0-20 l/t galvanizlenmiş çelik tüketilir, bunun sonucunda yaklaşık aynı miktarda atık su ve çamur ortaya çıkar.

[EGGA5/98]

C.3.6 Sıcak Daldırma

Daldırma işlemi için temel hammadde girdisi, doğal olarak kaplama metali çinkodur. Ortalama çinko tüketimi 1 ton galvanizli çelik için 75 kg dır. Tüketim değerlerinin olağanın dışında olması – yüksek veya düşük – çelik parçanın şekline ve kaplamanın kalitesine bağlı olabilir. Çinko tüketimi, pek tabii ki, kaplanan yüzey genişliği ve kaplama kalınlığı ile orantılıdır. [EGGA5/98]

Çinkoyu ergetmek ve banyo sıcaklığını sağlayabilmek için gerekli enerji, gaz, fuel-oil veya elektrikten sağlanır.

Galvanizleme haznesi, başlıca hava emisyon kaynaklarından birisidir. Daldırma esnasında, çinko banyosundan yükselen buhar, gaz ve havayı kirleten partiküller, beyaz bir duman olarak görünürler. Flakslara bağlı olarak ortaya çıkan bu emisyon, klor iyonları, amonyak ve çinkonun yanı sıra, çinko oksit, çinko klorür ve amonyum klorür bileşikleri içeren son derece ince, gazlaşmış ve buharlaşmış ürünlerden oluşur.

Emisyonun türü ve miktarı flaks tüketimine, bileşimine, galvanizlenecek parçaların belirlediği etkenlere (tipi, sayısı, yüzey alanı/kalitesi) ve bunların ön işlemlerine (yağ giderme, asitle temizleme, durulama, kurutma) bağlıdır. Bazı kaynaklarda belirtildiğine göre, parçacıklar çok küçüktür, çoğunluğu 1 mikronun altındadır. Diğer kaynaklarda ise, ortalama parçacık büyüklüğünün 30 mikron, sadece %5 oranında <1 mikron olduğu belirtilmektedir [Com2 FIN].

Sonuçlanan en son araştırmalara göre, galvaniz banyosuna çeliğin daldırılmasının ardından, havaya savrulan parçacıklar nedeniyle, maruz kalınan emisyonun parçacık büyüklüğü ve kütlesi ile ilgili olarak, galvanizleme operatörünün sağlığına ilişkin bir endişe bulunmamaktadır. Araştırma göstermektedir ki, personelin izlenme verilerine göre, özellikle ‘az duman çıkaran flakslar’ veya ‘dumanı azaltılmış flakslar’ kullanıldığında maruz kalınan miktar, toplam kütle olarak düşüktür, ayrıca normal veya ‘dumanı azaltılmış’ flaks kullanımında 1 mikrondan küçük parçacıkların miktarı aynıdır. Bu nedenle, farklı tipteki flakslar ve havaya savrulan parçacıkların boyutlarına ilişkin her koşulda, hiç bir endişe bulunmamaktadır. [Piat 19.9]

Parçacıkların toplam kütesinin (tamamı 1.5 mg/m³ ten azdır) %10 undan daha azı, 1 mikronun altındadır. Özetle; sağlıkla ilgili herhangi bir endişe söz konusu değildir.

Yayımlanan toz miktarı flaks maddesinin tüketimi ile yakından ilişkilidir. Bazı araştırmalara göre, 2 kg/t’ luk bir flaks tüketiminde toz emisyonu, her 1 ton ürün için 0.2-0.3 kg/t arasında, 4 kg/t’ lik bir flaks tüketiminde ise 1.2 kg/t kadardır. Kuru galvanizlemede, ham atık gazın içindeki toz yoğunluğu sıklıkla 100 mg/m³ değerini aşmaktadır. Islak galvanizlemede ise, değerler daha da yüksektir; tipik aralık 80’den 180 mg/m³’e kadardır. Prosesin duraklaması, aksaması halinde yağ giderme işlemi etkin olmaz, yağın veya gresin çinko banyosuna geçmesi mümkün olur ve düşük sıcaklıkta yanmaya maruz kalır. Bu durumda filtre tozunda %10’a kadar gres ve dioksin bulunabilir. [ABAG], [DK-EPA-93], [Galva94-1], [Com EGGA]

Atık gazlar torba filtreler ile tutularak, filtre tozu halinde veya sıvı atık olarak işleme tabi tutulur. Tozdan başka, flaks maddelerinin ayrışmasından sonra, havaya salınarak oluşan, düşük hacimlerde hidrojen klorür ve amonyak gibi gazlar da ortaya çıkar. [Com2 UK Galv]. Bundan başka, galvanizleme fırınında kullanılan yakıtın yanması sonucunda, CO, CO₂, ve

NOx (ayrıca, fuel-oil yakılması ile, SOx) gibi gaz yanma ürünleri açığa çıkar. Yakma havası fanları ve brülörler de gürültü çıkarır. [DK-EPA-93],[Com2 EGGA]

Daldırma esnasında, katı çinko parçacıkları, kül ve püskürme şeklinde çinko içeren yan ürünler ortaya çıkar. Galvanizlenmiş iş parçalarından kaynaklanan, ocak duvarlarından gelen (çeliğin ergimiş çinko ile reaksiyon ürünü) ve asitle temizleme ve flakslama ile taşınan demir tuzları ile reaksiyondan gelen katı çinko, (veya cüruf) işlem sırasında çinko banyosu içerisinde zenginleşir. Yüksek yoğunluğu nedeniyle, katı çinko, hazne tabanında birikir ve düzenli olarak buradan alınır. Yüksek çinko içermesi (%95'ten 98e kadar) nedeniyle bu cüruf, yeniden kazanım için geri dönüşüm şirketlerine satılır.

Çoğunlukla, çinko oksit ve çinko klorür ile, alaşımlama yapıldıysa, bir miktar da alüminyum oksit içeren düşük yoğunluklu çinko külü, galvaniz banyosu üzerinde yüzer. Çinko külü daldırılmış iş parçası banyodan çıkartılmadan önce, yüzeyden sıyrılarak alınır, çoğunlukla büyük miktarda çinkoyu da beraberinde götürür. Çinko miktarının %40-90 arasında olması, doğrudan fabrikada ya da, ikincil çinko endüstrisinde, geri kazanımı mümkün olan çinko külünü, değerli yapar. [ABAG], [Com2 Wedge], [Com2 FIN]

Zaman zaman küçük miktarlarda çinko, çelik üzerindeki nemin buharlaşması sonucunda, banyodan uzaklaşır. Bunlar çoğunlukla duman emme sistemine (varsa) yapışır ve buradan alınarak metalik kısmı geri dönüştürülür. [Com EGGA] Sıçrayan çinko doğrudan galvaniz banyosunda ergitilir veya geri dönüştürülmek üzere çıkartılır. Bu, çinko oksit içerebilir ve/veya hazne kapalı değilse yere düşerek kontamine olabilir. [ABAG]

Girdi/Tüketim			
Çinko		0-3	kg/t
Geri kazanılan çinko (çinko külü)		0-20	l/t
Enerji ²			kWh/t
Çıktı/Emisyon Seviyesi			
Hazneden emilen gaz ² (emiş davlumbazı, kapak vs)	Spesifik Emisyon		Konsantrasyon
	1500-12000 ³	m3/t	
Çinko potalarından çıkan emisyonlar: ^a	Toz Çinko Hidrojen klorür Kurşun	40-600	g/t
		10-100 ⁴	mg/m3
		2-20 ⁵	mg/m3
		1-2	mg/m3
Kül		4-25	kg/t
Külçe		5-30	kg/t
Yanma gazları (NOx, CO/CO2, SO2)		500-3250	m3/t
Filtre tozu ⁶		0,1-0,6	kg/t
Not: Veri kaynağı (EGGA5/98), (DK-EPA-93) hariç (a).			
¹ Yüksek Zn tüketimi, küçük parçaların örneğin bağlantı parçalarının galvanizlenmesini ifade eder. Ortalama 73,4 kg/t.			
² Toz tutma sistemi olmaksızın bacadan verilen emisyonu ifade eder.			
³ bazı veriler DK'dan alınmış, 20000 - 40000 m3/t.			
⁴ Diğer kaynaklar 1-3 mg/m3 olarak raporlamıştır. (Flatt/Knupp)			
⁵ DK'nın raporunda manuel üretim hatında Zn konsantrasyonu 60 mg/m3, akışın da 1500 m3/saat olarak ölçüldüğü belirtilmiştir.			
⁶ Kompozisyon flaks malzemesine bağlıdır. Daha çok amonyum klorür, çinko klorür, Al, Fe ve organik bileşiklerdir.			

Tablo C.3-7. Çinko haznesi tüketim ve emisyon seviyeleri

C.3.7 Tamamlama Boru Galvanizleme

Boru yüzeyindeki fazla çinkonun giderilmesi, basınçlı hava veya su ile yapılır ve bu çinko ve çinko içeren tozların emisyonuna neden olur. Buhar basıncından kaynaklanan patlamalar da

bir gürültü kaynağıdır. Bu nedenle çinko temizleme, gürültü geçirmeyen toplama kaplarında yapılır.

Bu durumlarda galvanizlenmiş iş parçasının, su ile soğutulması kaçınılmazdır, su tüketimi her ton galvanizlenmiş çelik için 10 litredir. Su kısmen buharlaşır, kısmen tekrar kullanılır.

C.4. KESİKLİ GALVANİZLEMEDE BAT'IN BELİRLENMESİNDE GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULMASI GEREKEN YÖNTEMLER

C.4.1 Ham Madde ve Yardımcı Malzemelerin Depolanması ve Taşınması

→ Bilgi sunulmamıştır

C.4.2 Yağ Giderme

Yağ ve Gres Girdisinin En Aza İndirilmesi

Tanım:

Galvanizleme fabrikası müşterileri, parçalarda, yağ ve gresin mümkün olduğunca az olması için, ikna edilmelidir. Yağ/gres girdisinin azaltılması, yağ giderme banyolarının ömrünü uzatan ve atık miktarını (harcanan banyo ve yağlı çamur) azaltmak için yapılan ucuz ve etkin bir yöntemdir.

Elde edilen önemli çevresel yararlar:

- Yağ giderme banyolarının harcanmasının azaltılması.
- Atık su ve çamurun azaltılması.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut fabrikalar (parça galvanizlemede, girdi malzemelerinde galvanizleyicinin etkisi sınırlandırılabilir).

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.2.2 Optimize Edilmiş Banyo Uygulaması

Tanım:

Banyo parametrelerinin izlenmesine yönelik olarak, sıcaklık ve yağ giderme maddesi konsantrasyonu gibi yağ giderme banyosunun genel kontrolü için uygulanan önlemler, yağ giderme işlemi uygulamalarını optimize edebilir ve daha etkin kullanımını sağlayabilir. Bunun ötesinde, yağ giderme etkinliği çözelti ile iş parçasının daha iyi temas etmesi ile iyileştirilebilir: örneğin, iş parçasının hareket ettirilmesi, ultrasonla banyonun karıştırılması gibi. Kademeli yağ giderme, hem işlemi etkinleştirir, hem de daha az çevresel etkiye neden olur.

Elde edilen önemli çevresel yararlar:

- Yağ giderme banyolarının tüketimlerinin azaltılması.
- Atık su ve çamurun azaltılması.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut fabrikalar (girdi malzemelerinde galvanizleyicinin etkisinin sınırlandırılması).

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı sebepler:

Referans literatür:

C.4.2.3 Yağ Giderme Banyolarının Bakımı ve Temizliği

Tanım: ayrıca bkz. Bölüm D.4.3

Alkali ile yağ gidermede oluşan emülsiyonlar kararsızdır. Yağ ve gres tekrar kümelenerek, yüzeyde durgun olan bölgelerde yüzerler. (yağ gidermenin ve banyo hareketinin olmadığı yerlerde) Bu kümeler, yüzeyden sıyrıcılarla, atık kapları ve bentlerle ayrılıp uzaklaştırılabilir. Doğal yerçekiminin kullanıldığı bu yöntemlerle (ayırışma zamanı:bir kaç saat) yağ giderme banyosunun ömrü 2-4 kat uzatılabilir. Çıkan çamur, yağ, gres, yağ giderme maddesi, tufal, pas, toz vb. içerir ve genellikle atılır. [ABAG]

Ayrıştırma, yağ ve su fazlarının saniyeler içerisinde ayrıştırıldığı santrifüjlü seperatörlerle çok daha etkin yapılır. Çok küçük yağ ve gres damlaları daha kolay ayrılır, yağca zengin kısım %5-10 su içerir ve yağ giderme maddelerinin kaçması da engellenmiş olur. Yağ giderme banyosunun ömrü 16 kat uzatılabilir. [ABAG]

Mikro -ve ultra- filtrelemede, yağ giderme banyosu, yağ, gres ve yüzey etkin maddelerin, molekül büyüklükleri nedeniyle tutuldukları, membranlardan geçirilir. (3-8 bar) Membranların korunması için, yağ giderme sıvısı, genellikle, çökeltme tankında, parçacıklarından temizlenir. Mikro -ve ultra- filtreleme banyo ömrünü 10-20 kat uzatabilir. Galvanizleme tesisi için uygun büyüklükte Mikro -ve ultra- filtreleme yatırım maliyeti 80000-100000 DM kadardır. Membranlar (gözenek iriliği) her banyonun kendine özgü niteliğine ve temizleme ihtiyacına göre seçilmelidir. Galvanizlemedeki değişen koşullarla birlikte, (içeriğin değişkenliği, yüzey etkin maddeler, yağlar, gres vs.) membranların tıkanması, kirlenmesi ve hasar görmesi gibi işletme sorunları gözlemlenmiştir. [ABAG]. Sıcak daldırmalı galvanizleme için uygun membranlar ve özgün banyo kimyası geliştirilmelidir. [Com2 D]

Yağ giderme banyolarının ömrünü arttırmaya yönelik olarak yukarıda tanımlanan tüm önlemler, aynı zamanda asidik yağ giderme banyolarına da uygulanabilir, ancak daha kararlı emülsiyonlar oluştuğu için etkinlik azalır. [ABAG]

Ulaşılan çevresel yararlar:

Yağ giderme banyo tüketiminin azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut fabrikalarda.

Diğer etkiler:

- Yağlı çamur konsantresi ortaya çıkar (bkz C.4.2.5).

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.2.4 Yağ Giderme Banyosunun Sürekli Biyolojik Yağsızlaştırılması ('Biyolojik Yağsızlaştırma')****Tanım:**

Yağ giderme banyosunda biriken yağ ve gres mikroorganizmalarca çökertilir. Ortaya çıkan atık, biyolojik tortu sisteminden günlük olarak temizlenir. Yağ giderme banyosu sınırsız bir ömür kazanır ve banyo her zaman en uygun yağ gidermeyi sağlar. [DK-EPA-93]

Gres giderici sıvı, alkali, fosfat, silikat bazlıdır. Bu kimyasallar ve mikroorganizmalardan oluşan konsantre sürekli olarak karıştırılır. Yağ giderme tankına giren hava ile biyolojik prosesin sürekliliği sağlanır. En uygun çalışma sıcaklığı 37 °C'dir ve buharlaşma kayıpları su ilave edilerek karşılanır. Yağ giderme tankından gelen sıvı 1 m³/saat debi ile lamelli seperatörden geçirilir. Lamellar seperatörde, tortu içindeki canlı ve ölü mikroorganizmalar ayrıştırılır. Kalan tortu, manuel olarak tabandaki vana yardımıyla alınır (yaklaşık 10 l/gün). Kimyasal miktar, lamellar seperatörden sonra, gelen dozaj pompaları vasıtasıyla ayarlanır. Tam olarak ince ayar sağlanamayabilir ve fazla tüketim sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Dozaj pompaları pH değerinin 9.13. olmasını kontrol eder. [DK-EPA-93]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atığın (kullanılmış yağ giderme banyoları) ve tortunun azalması.

Uygulanabilirlik:

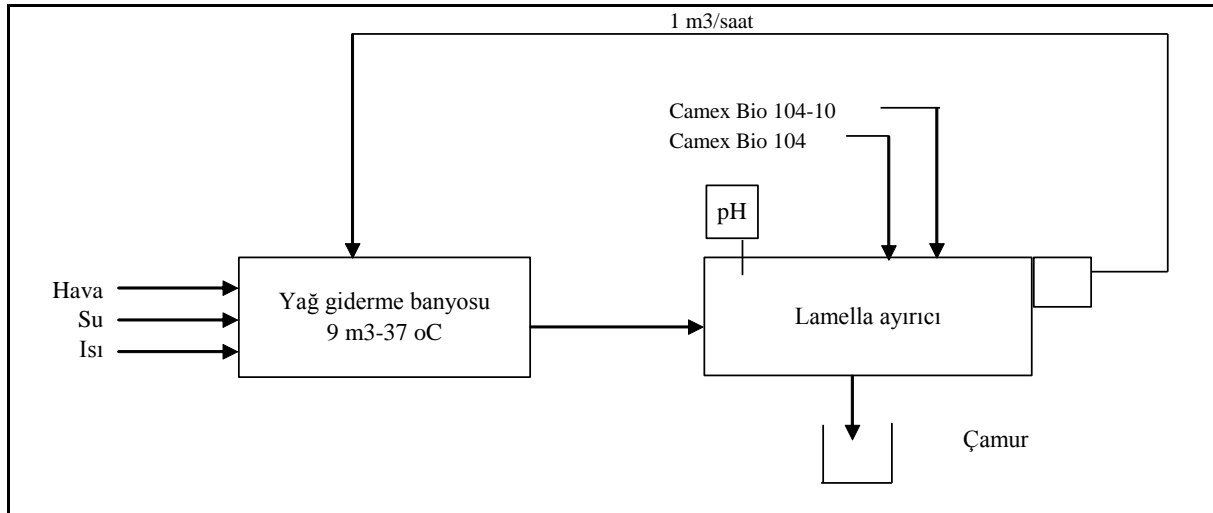
Yeni ve mevcut galvaniz işletmeleri.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:**

Naestved Varmforzinkning ApS (deneyim dönemi:6 yıl), [DK-EPA-93]; Fransa; Verzinkerei Dieren, Hollanda; Almanya'da 1 ve 2 işletme

İşletme verileri ve ekonomikliği :**Örnek Naestved Varmforzinkning**

1987 yılında prosesi tanıtan Naestved Varmforzinkning'de olumlu deneyimler yaşanmıştır. (bkz Şekil C.4-1). Günümüzde yağ giderme, geçmişte kullanılan ılık kostik soda külüne göre, daha verimli ve kararlı sonuçlar vermektedir. Böylece daha seri Asitleme yapılarak kaplanacak ana malzeme yüzeyinde asit tahribatı azaltılabilmektedir. Asit miktarı ile birlikte atık miktarı da azalmıştır. Asitleme sonucunda daha düz ve kusursuz bir satıh elde edilir. İzleyen sıcak daldırma aşamasında da çinko tüketimi azalır. Yeni proses Asitleme banyosundaki çinko miktarının %10 – 15 düzeyinden % 4 - 8 seviyelerine indirmiştir. Böylece, üretim hattındaki, çevre kalitesi iyileştirilmiş ve geleneksel asit kokusu hemen hemen tamamen kaybolmuştur. Pratikte, Camex Bio 104 tüketimi beklenenden 6 kat daha fazla gerçekleşmiştir. (yıllık toplam ton üzerinden) Bu, muhtemelen, doz aşımı veya aşırı yağlı parçalar için fazla kullanımdan kaynaklanmıştır. Aynı zamanda birim ağırlık başına daha fazla yüzey alanına sahip parçalar ton başına kimyasal tüketimini arttırmıştır. Sistem Naestved Varmgalvanisering için gerekenden 3 ila 6 kat daha büyüktür. Şirket İsveç firması Camex'in ürettiği en küçük yağ giderme sistemini almıştır. [DK-EPA-93]



Şekil C.4-1: Biyolojik yağ giderme akış şeması (örnek CAMEX) [DK-EPA-93]

Ekonomiklik:

Yatırım maliyeti (1987) montaj dahil, yağ giderme tankı hariç : DKK 325000

İşletme maliyetleri: Camex Bio 104: 1550 kg @ DKK 26 DKK 40300

Camex Bio 104 - 10: 100 kg @ DKK 26 DKK 2600

2.5 ton tortu @ DKK 2440 DKK 6100

Elektrik ve adam-saat hariç yıllık toplam DKK 49000

Bu sistemin klasik kostik soda külü yöntemine göre, mali avantajların net değerinin belirlenmesi, o kadar kolay değildir. Asit ve çinko tüketimleri azalmış ve biyolojik yağ giderme ile daha az parça hurdaya ayrılır olmuştur. Ancak, bazı kazanımlar, proseste ve kullanılan malzemelerin değişimi ile yaşanmıştır ve sadece yeni yağ giderme prosesinin sunduğu avantajlarının, toplamdan ayıklanabilmesi zordur. [DK-EPA-93]

Örnek Galvaniz işletmesi , Almanya [ABAG-Bio]

İşletme Aralık 1994 – Nisan 1995 döneminde asidik yağ gidermeden biyolojik yağ gidermeye dönüşüm yapmıştır. Önceki işletme hattında, seyreltilmiş fosforik asit, HCl ve korozyon önleyicilerden oluşan asidik yağ gidermeyi izleyen durulama süreci vardı. Banyonun kalitesini korumak amacıyla, yüzeydeki yağ temizleniyor ve taze asit çözeltisi ekleniyordu. Asidik yağ giderme yerine uygulanan alkali yağ gidermeden sonra biyolojik durulama yapılır. Bu değişimle ilgili olarak rapor edilen avantajlar:

- Asitleme süresinde düşüş (% 20 - 25).
- Asitleme kalitesinde artış.
- Taze asit tüketiminde düşüş.
- Red edilen parça sayısında düşüş.
- Yağlı çamurda düşüş.

10000 ton yıl kapasiteli bir tesis için işlem tankları hariç dönüşüm maliyeti 181000 DM olarak bildirilmiştir. Yüksek sıcaklıktaki yağ giderme ve durulama tankları ile pompalar nedeniyle, enerji tüketimi yükselmiş, ayrıca adam-saat artmıştır. Ancak, yine de, bu örnek çalışma için, 250000 DM'lik tasarruf ile 0.8 yıl geri ödeme süresi hesap edilmiştir. [ABAG-Bio]

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür: [DK-EPA-93], [ABAG-Bio]

C.4.2.5 Yağlı amur ve Konsantrelerin Değerlendirilmesi

Tanım:

Yağ giderme banyosunun yağlı çamurdan arındırılması için değişik yöntemler vardır. Çamur, katı maddeler ile, yağ ve gres içerir. Kirletici (kontamine) içeriği ve kalorifik değerine göre yakılabilir. Yağlı amur; özel bertarafı tarafından, kontrollü olarak depolanmak veya geri kazanmak amacıyla alınır. Su içeriğinin düşük olduğu bazı durumlarda, yağlı çamur, buhar ve ısıtma sistemlerinde yakıt olarak kullanılabilir. [Com EGGA]

Ulaşılan evresel faydalar:

- Yağlı atık miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.2.6 Asitleme Banyolarına Taşımanın Azalması

Tanım:

Yağ gidermeyi izleyen Asitleme sürecine taşınan solüsyon miktarı, damlama için yeterince zaman tanınarak asgariye indirilebilir; ancak, özellikle durulama daha iyi sonuç verir (durulama konusunda daha detaylı bilgi için bkz. Bölüm C.4.4).

Ulaşılan evresel faydalar:

- Yağ giderme solüsyon tkretiminde azalma.
- Asit banyo ömrünün artması ve asit tkretiminde azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.3 Asitleme ve Yıkama

C.4.3.1 Yıkama İşleminin Optimize Edilmesi ve Kontrolü

Tanım:

Asitleme verimi ve buna bağlı Asitleme süresi, banyonun kullanım süresine göre değerir. Banyo kullanıldıkça, demir miktarı önemli ölçüde artar ve başlangıçtaki Asitleme hızının sağlanabilmesi için, daha az serbest asit ilavesi gerekir. Asit banyosuna büyük miktarda taze

asit ilavesi gibi ani sert müdahaleler, Asitleme şartlarının kontrolünün kaybolmasına ve parçanın aşırı dağlanmasına neden olabilir.

Asit konsantrasyonu, demir miktarı gibi banyo verilerinin izlenmesi, şartlardaki değişimlerin farkına varılmasını ve buna göre işletme prosedürlerinin değiştirilmesine olanak sağlar. Böylece Asitleme süresinin kısaltılıp aşırı dağlanmanın önlenmesi gibi önlemler alınabilir. Daha düzenli işletme şartları için kullanılan sıvıların atılıp yerine taze asit alma işleminin daha az miktarlarda fakat daha sık yapılması önerilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asit tüketiminde azalma.
- Daha az asitleme (daha az atık).

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomik değerlendirme:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.3.2 Asitleme İnhibitörü Kullanımıyla Kullanılmış Asit Miktarının En Aza İndirilmesi

Tanım:

Kaplanacak malzemelerin metalik olarak temiz olan kısımlarının aşırı dağlanmasını önlemek amacıyla, Asitleme solüsyonuna inhibitörler ilave edilir. İnhibitörler, parçadaki metal kayıplarını % 98'e varan oranlarda azaltabildiği gibi, asit tüketimini de azaltabilir. Ancak, bu inhibitörlerin daha sonraki asit geri dönüşüm sürecindeki olumsuz etkileri nedeniyle, inhibitör kullanımıyla asit tüketiminin azaltılması dikkat edilmesi gereken bir konudur.[ABAG]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asit tüketiminde düşüş.
- Atık asitin azalması.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Bazı inhibitörler, atık asidin geri dönüşüm seçeneğini azaltır.

Referans tesisler:

Galvaniz işletmelerinin büyük bir bölümü (>% 90) asitleme inhibitörü kullanır. [EGGA8/99]

İşletme verileri:

Asit tüketiminde tahmini düşüş %10 - 20 [EGGA8/99]

Ekonomiklik:

Olumlu, tasarruf [EGGA7/99]

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

- Malzeme kalitesinin iyileşmesi.
- İşletme maliyetinin azalması.

Referans literatür:

C.4.3.3 Hızlandırılmış Asitleme

Tanım:

Düşük asit konsantrasyonu ve yüksek demir içerikli Asitleme hızlandırılmış (aktive edilmiş) Asitleme olarak tanımlanır. Çeliğin makul hızda dağlanması sağlayan hidroklorik asit konsantrasyonu normal şartlarda % 10-12'dir. Ancak bu derişimde hidrojen klorür oluşumu oldukça yüksektir. Demir miktarını, 120 – 180 g/l düzeyinde tutmak şartıyla, aynı Asitleme hızı yarı yarıya düşük konsantrasyonla sağlanabilir. Asitleme banyosu 20 - 25 °C civarında olmalıdır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Asit tüketiminde düşüş.

Uygulanabilirlik:

Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

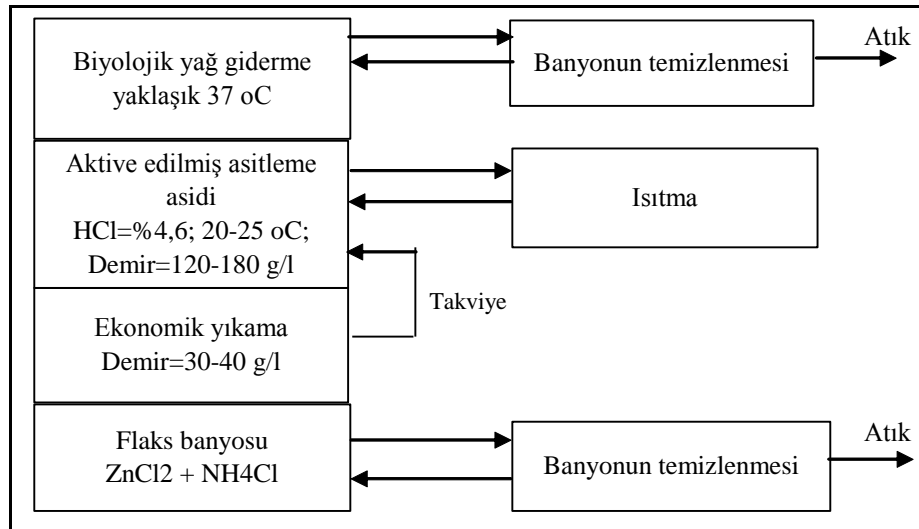
Referans tesisler:

FJ Varmforzinkning A/S, (işletme deneyimi: 5 yıl) [DK-EPA-93]

İşletme verileri ve ekonomiklik:

Örnek Ferritslev Jernvarefabrik (FJ)

Ferritslev Jernvarefabrik (FJ)'de uygulanan bu sistemde, Asitleme banyosu, hemen hemen çinkosuz bulundurulmaktadır. Kullanımı sona eren banyolar, belediye pis su arıtma tesislerinde, çökteltici olarak değerlendirilir; işletme sadece nakliye masraflarını karşılar. [DK-EPA-93]



Şekil C.4-2: Aktive edilmiş asitleme akım şeması [DK-EPA-93]

Biyolojik yağ giderme sonrasında, parçalar doğrudan aktive edilmiş asit banyosuna (% 4 - 6 hidroklorik asit ve 120 - 180 g/1 demir) daldırılır. Parçalar, çinko kaplanmış malzemelerin banyoya girmesini önlemek amacıyla, sadece bir kez kullanılan siyah tel ile sarkıtılır. Ayrıca, sıyırma amaçlı asitler, (% 4 - 7 % hidroklorik asit) çinkoyu bozduğundan, parçaların yeniden galvanizlenme riski önlenir. Sonuç olarak, Asitleme banyosunda çinko miktarı asgariye indirilmiş olur. [DK-EPA-93]

Her biri 100 m³ olan 4 asit tankı mevcuttur. Her tanktan pompalar vasıtasıyla, saatte 10 m³/saat sirküle edilir. Sirküle eden sular karıştırılır ve tanka geri beslenmeden ısı eşanjöründen geçirilir. Böylece tankların ısıtılması ve sirkülasyonu sağlanmış olur. [DK-EPA-93]

Yağ giderici kimyasallar, Asitleme inhibitörleri olduğu için, biyolojik yağ giderme ile Asitleme arasında durulama yapılmaması önemlidir. [DK-EPA-93]

Asit tankından sonra, durulama, ekonomik durulama olarak tanımlanan yöntemle yapılır. Genel olarak, 30 - 40 g/1 demir içeriği olan ekonomik durulama, flaks banyosuna demir taşınmasını önemli ölçüde azaltır. [DK-EPA-93]

Kullanılmış sıyırma asidi, Kommunekemi'ye normal yöntemlerle taşınır. Asitleme asidi ise, belediye pis su arıtma sistemlerinde, çökteltici olarak kullanılmak üzere gönderilir. Banyonun yenilenmesi, boşaltılan 20 m³ solüsyona karşılık, 10 m³ hidroklorik asit ve ekonomik durulamadan 10 m³ su ilave edilerek yapılır. [DK-EPA-93]

Asitleme holünde, hidrojen klorür; herhangi bir emme sistemi olmaksızın iş sağlığı ve iş güvenliği sınır değerlerinin 11 - 20 kat altındadır. Bu holde yapılan ölçümlerde, havadaki hidrojen klorür konsantrasyonu 0.32 - 0.65 mg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu ise 7 mg/m³ olan Danimarka Çalışma ortamı sınır değerinin ancak % 5 - 9'u civarındadır.

Hızlandırılmış Asitleme; biyolojik yağ giderme ve flaks yenilenmesi ile eş zamanlı olarak geliştirildiği için, ekonomik avantajlarını sayısal olarak ifade etmek kolay değildir. Temel olarak, Asitleme holü emme sistemi ve buna bağlı olarak, hava temizleme sistemleri göz ardı edilebilir.

Hızlandırılmış Asitleme, banyo ömrünü % 50 oranında artırır. Çünkü, banyo, demir içeriği 180 g/1 olana kadar kullanılabilir. (normal şartlarda 120 g/1) Önemli miktarda çinko içermeyen kullanılan asit banyolarından kurtulmak zor değildir. İşletme, çökteltici olarak kullanılan bu atığın bertarafı için, sadece Esbjerg'deki Kemira Miljø arıtma tesisine kadar, nakliye masraflarını karşılamak zorundadır. [DK-EPA-93]

Hızlandırılmış Asitleme banyolarının ısıtılması gerektiğinden, geleneksel banyolara göre, ilave harcama yapılması gerekir.

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.3.4 Kullanılmış Asit Banyosundan HCl Geri Kazanımı

C.4.3.4.1 Buharlaştırma ile Geri Kazanım (HCl)

Tanım: bkz. Bölüm D.5.9.2

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminde azalma, taze asit üretiminde azalma (kaynaklar, enerji)

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler

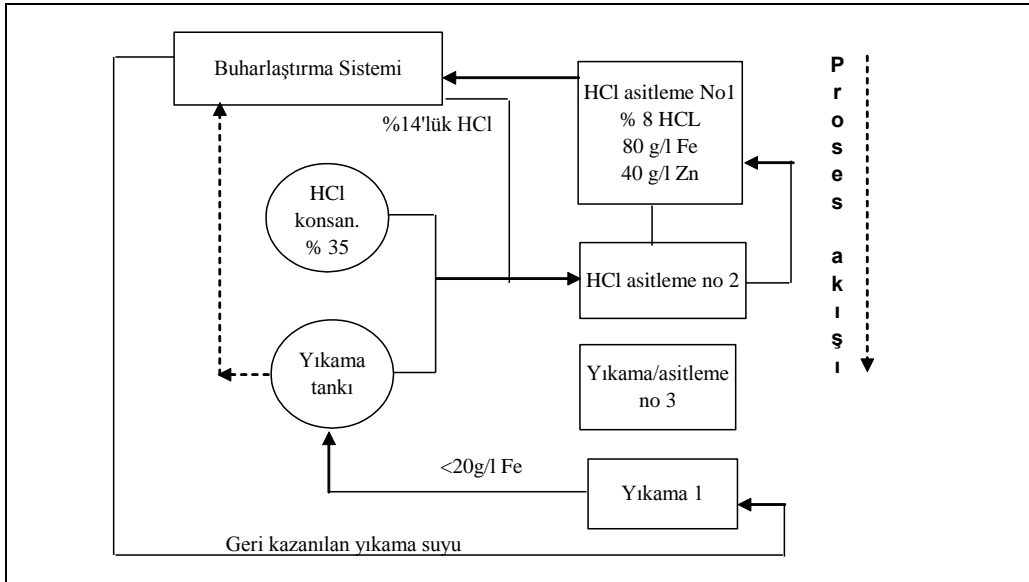
Diğer etkiler:

- Yüksek enerji tüketimi [Com2 D].
- Geri dönüşüme uygun demir klorür solüsyonu (konsantresi) oluşumu.

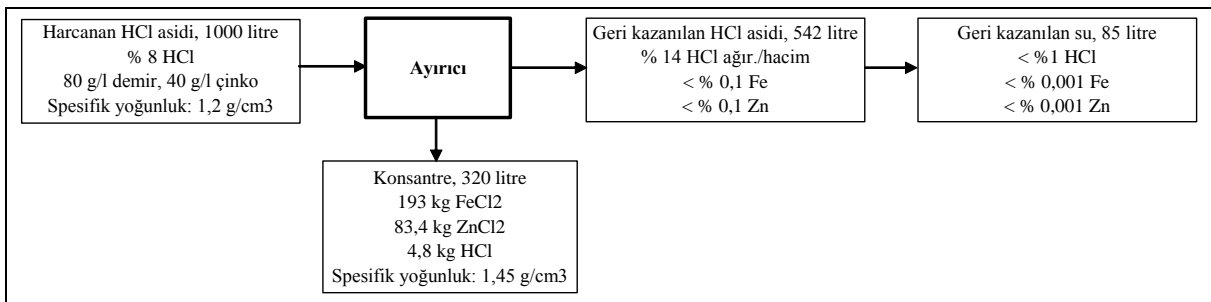
Referans işletmeler:

İşletme verileri:

Şekil C.4-3 ve Şekil C.4-4'de örnek bir galvaniz işletmesi iş akışı ve malzeme balansı gösterilmektedir.



Şekil C.4-3: Galvanizleme tesisinde buharlaşma ile HCl geri kazanım tesisi akış şeması örneği (Cullivan-IG-97)



Şekil C.4-4: Buharlaşma yöntemiyle geri kazanım akım şeması (örnek) [Cullivan-IG-97]

Ger kazanılan asit, Asitleme tankına gönderilir. Buna ilave olarak, ayrıştırılan demir klorür solüsyonu ve su yerine taze asit takviyesi gerekir. Su durulama tankına, asit tanklarına veya flaks banyosuna geri döndürülebilir. [Cullivan-IG-97]

Enerji tüketimi 230kWh/1000 l işleme düzeyindedir, özel eşanjörler ile net 150kW enerji

tasarrufu sağlanabilir. [Com2 EGGA]

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.3.5 Kullanılmış Asit Banyolarının Dışarıda Yenilenmesi

C.4.3.5.1 Akışkan Yatak Prosesi ve Püskürtme Metodu ile Kavurma

Tanım: bkz. Bölüm D.5.10.1

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Taze asit tüketiminde düşüş.
- Atık su ve çamurda azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme Verileri:

Her iki yöntem de sadece demir içeren asit çözeltilerinden HCl'nin geri kazanımında kullanılır, ancak çinkolu çözeltiler için uygun değildir. Çinkonun prosese girmesi durumunda, sorun çıkma riski yüksektir. Bazı kaynaklar 2 - 3g/l maksimum çinko sınırından söz etseler de, atık asit banyosunda çinkonun bulunması ile ilgili sorunlar henüz çözümsüzdür. Çinko ile ilgili sorunları önlemek amacıyla, kullanılmış asit içinden çinko ayrıştırılarak, yenilenmeye uygun hale getirilebilir. Şu ana kadar sıcak daldırma proseslerinde, yenilenme amacıyla, püskürtme metodu ile kavurma yöntemi uygulanmamıştır.

Ekonomiklik:

Söz konusu proseslerin, küçük ölçeklerde pratik uygulanabilirliği olmadığından, genel galvaniz işletmelerinde karşılaşılmaz. [Com EGGA]

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans kaynak:

C.4.3.6 Ayrılmış Asitleme ve Yıkama

Tanım:

Genel olarak fazla miktarda demir ve çinko içeren kullanılmış asit banyolarının geri kazanımı veya geri dönüşümü zordur. Asitleme ve sıyırmanın ayrı tanklarda yapılması, kullanılmış banyolarda demir ve çinkonun mümkün olduğu kadar düşük seviyede kalmasını sağlar. Ayrıca mümkün olduğu durumlarda, tek kullanımlı veya çok kullanımlı süspansiyonlar kullanılmalıdır. [ABAG]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık miktarında azalma.

- Atık çıkışlarının ayrılması yenilenmeyi mümkün kılar.

Uygulanabilirlik:

- Mevcut ve yeni işletmeler.
- Mevcut işletmelerde ilave tanklar için yer sıkıntısı olabilir.

Diğer etkiler:

Referans işletmeler: Otto, Kreuztal, Almanya [Com2 D]

İşletme verileri :

Atık su miktarını azaltmak için asit solüsyonlarının hazırlanması ve tazelenmesi için su verme aşamasından gelen su kullanılır. Ancak bu kaynak asit banyolarına büyük miktarda çinko girmesine neden olur. İyi bir asit yönetimi ile, Asitleme banyolarındaki çinko içeriği 5 to 10 g/l arasında tutulabilir. [ABAG]

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler :

Referans literatür:

C.4.3.7 Çinko Demir Oranının Düşürülmesi**Tanım:**

Kullanılmış asit banyolarındaki serbest HCl % 5'e ulaşabilir. Demir talaşı eklenerek kalan asit, demir klorüre dönüştürülebilir. Böylece asidin püskürtme metodu ile kavurma gibi yöntemlerle yenilenmesine uygun çinko-demir oranlarına ulaşılabilir. Asitleme çözeltisi içinde, az miktarda bulunan kadmiyum, kurşun, silikon ve diğer alaşım elementleri gibi kirleticiler çöktürülerek, temizlenir. İkinci sınıfa ayrılan asit çözeltileri, ısıl işleme yenilendiğinde, daha rahat satılabilen yüksek demir oksitli ürün elde edilir. [ABAG]

Ulaşılan çevresel faydalar:**Uygulanabilirlik:****Diğer etkiler:**

Referans tesisler: pratikte kullanılmamaktadır [EGGA]

İşletme verileri:**Ekonomiklik:**

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.3.7.1 Yeniden Kullanımı Arttırmaya Yönelik Ön Arıtma

Tanım: bkz. Bölüm D.5.9.3 ve Bölüm D.5.9.4, Difüzyon diyalizi ya da yavaşlatma metodu ile, yapılan ön arıtma.

Erişilen temel çevresel faydalar:

- Atık miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Her iki teknik için ilave su gereksinimi olması, temelde sıcak daldırmanın sıfır atık su hedefi

ile çelişen bir durumdur. [Com2 D].

Referans tesisler:

Alman işletmelerinde difüzyon diyalizi konusunda yapılan denemeler başarılı sonuçlar vermemiştir. [Com EGGA]

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

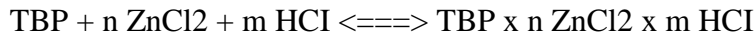
Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

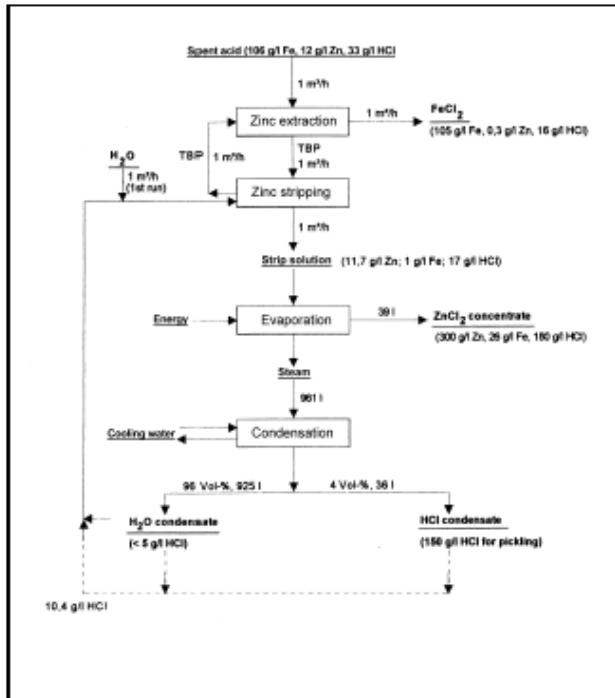
C.4.3.8 Çözücü Ekstraksiyonu ile Kullanılan Asitleme Solüsyonundan Çinko Geri Kazanımı

Tanım:

Kullanılmış HCl asitlerinden çinko geri kazanımında Tributylphosphate (TBP) kullanılır ve yöntem aşağıdaki temel reaksiyon ile tanımlanabilir :



Giriş çözeltilisindeki ZnCl_2 , klorür bileşiği olarak HCl ile birlikte organik malzemeye bağlanır. Yoğunluğu az olan bu malzeme, banyo üzerinde yüzer ve süzülerek ayrıştırılabilir. Bu organik malzeme, yeniden, çözelti içine konulduğunda, reaksiyon ters yönde çalışır ve böylece oluşan organik çözücü geri dönüştürülür ve seyreltilmiş ZnCl_2 çözeltisi oluşur. Bu çözelti buharlaştırılarak çinkoca zenginleştirilir. Şekil C.4-5’de tüm proses örneklenmiştir.



Şekil C.4-5: Çözücü ekstraksiyon prosesinin şematik gösterimi

Özel bir tankta tutulan kullanılmış asit, içindeki katı maddelerden (demir talaşı, tufal,

çözünmeyen yağlar vb.) arındırılmak üzere filtre edilir. Çıkan süzölmüş malzeme, ara tampon ünitesinden geçirilerek TBP ile çinko geri kazanım amacıyla, üç karıştırıcı-çöktürücüden birincisine beslenir. Çinko ile birlikte bir miktar serbest HCl ve FeCl₃ de, geri kazanılır.

Çinko yüklü organik faz 3 kez kullanılmış asit akışından geçerek çıkarma bölümünü terk eder. Çinko miktarına göre daha az veya fazla aşama olabilir. Daha hafif olan organik malzeme çöktürücüde bulunan bent vasıtasıyla süzdürölür. Bu bendin konumu sıvı solüsyon organik malzeme faz sınırı ile organik malzeme çözelti oranının ayarlanmasını sağlar.

Çinkosuz FeCl₂ rafinesi son mikserin (3. çıkarma aşaması) tabanından topaklaştırıcıya alınır ve burada organik kalıntılarından arındırılır. Çıkan rafine ise depolama tanklarına (sabit tanka veya tankere) pompalanır. Çinkoca zengin organik faz 3 adet karıştırıcı-çöktürücü tanktan oluşan yeniden çıkarma bölümüne alınır. Burada normal musluk suyu ve buharlaştırıcıdan gelen konsantre ile temas eder. Bünyesindeki ZnCl₂, az miktarda FeCl₃ ve HCl'den arındırılan çözücü, yeniden çıkartma tankına geri beslenebilir. Sıyırıcı solüsyon ise, topaklayıcıdan geçirilerek buharlaştırma tankına pompalanır.

İçinde az miktarda çinko kalan sıyırıcı solüsyonun daha fazla kullanım alanı yoktur. Bu nedenle, litrede 300 g çinko veya istenilen uygun konsantrasyon seviyesine çıkartılır. PVDF'den imal edilen buharlaştırıcı buharla ısıtılır.

Çıkartma prosesi açısından, ilk çözeltideki çinko içeriği çok önem taşımaz. İdeal olarak yıkayıcı solüsyon 30 g/l kadar çinko içerir. Çinko konsantrasyonu düşükçe, sıvı/organik oranı yükseleceğinden, rafine asit miktarı da artar. Ancak, yüksek çinko, arıtma masraflarını artırır.

Gerekli buhar doğal gaz veya LPG ile ısıtılabilen yüksek verimli iki adet buhar kazanında elde edilir. Buhar, basınç altında, buharlaştırıcının kanallarına beslenerek, ısının sıyırıcıya aktarılması sağlanır.

Buhar, tuzu alınmış musluk suyu ile soğutulan kondensere alınır. Böylece, tüm buharlaşan su ve HCl'nin soğutma kulesinde geri kazanımı mümkün olur.

Buhar iki aşama halinde yoğunlaştırılabilir. Birincide alınan düşük HCl içerikli (<5 g/l toplam hacimde) su, toplamın %85-95'i arasındadır. Tank, daha sonra boşaltılarak, asitce daha zengin konsantre ile doldurulur. Asitlemeye uygun % 15 - 18 konsantre alınabilir ve bu asit işletmede kullanılabilir. Teknik sorunlar nedeniyle, HCl öncelikli geri kazanım yöntemi, proje dönemine hazırlanamamıştır.

Buharlaşma sürekli olarak yapılabilir ve buharlaştırıcıdaki çinko konsantrasyonu 300 g/l olduğunda tamamlanır. Son konsantrasyon müşteri taleplerine göre ayarlanabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Karışık asidin (çinko içeren) yeniden kullanımı.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

- Kimyasallar ve kullanılmış çözücüler .

Referans işletmeler:

Çinko ve demir içerikli asitlerin geri dönüşümü için, sıvı-sıvı ekstraksiyon tesisi, Norsk Hydro, Oberhausen/ Almanya'da işletilmektedir.

Taşınabilir bir tesis Berliner Grossverzinkerer/Metaleurop'de denenmiş ve araştırma yapılmıştır. Bu arada, taşınabilir tesis, sabit tesis haline dönüştürülmüştür. [Com2 D]

İşletme verileri:**Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.3.9 Kullanılmış Asitleme Solüsyonlarının Yeniden Kullanımı****C.4.3.9.1 Demirin Ayrıştırılması ve Flaksın Yeniden Kullanılması****Tanım:**

Birleşik Asitleme ve sıyırma işlemlerinden gelen yüksek demir ve çinko içerikli kullanılmış hidroklorik asit solüsyonlarının arıtılarak, flaks banyosu olarak değerkendirilmeleri mümkündür. (bkz Bölüm D.7.1.1). Hidrojen per oksit ile oksitlenip, amonyak ile etkisiz hale getirilmek suretiyle, demir hidroksit tortusu ayrıştırılabilir. Yüksek çinko klorür ve amonyum klorür içerikli kalan sıvı ise, flaks solüsyonu olarak kullanılabilir. [Com DK]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık miktarında düşüş.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

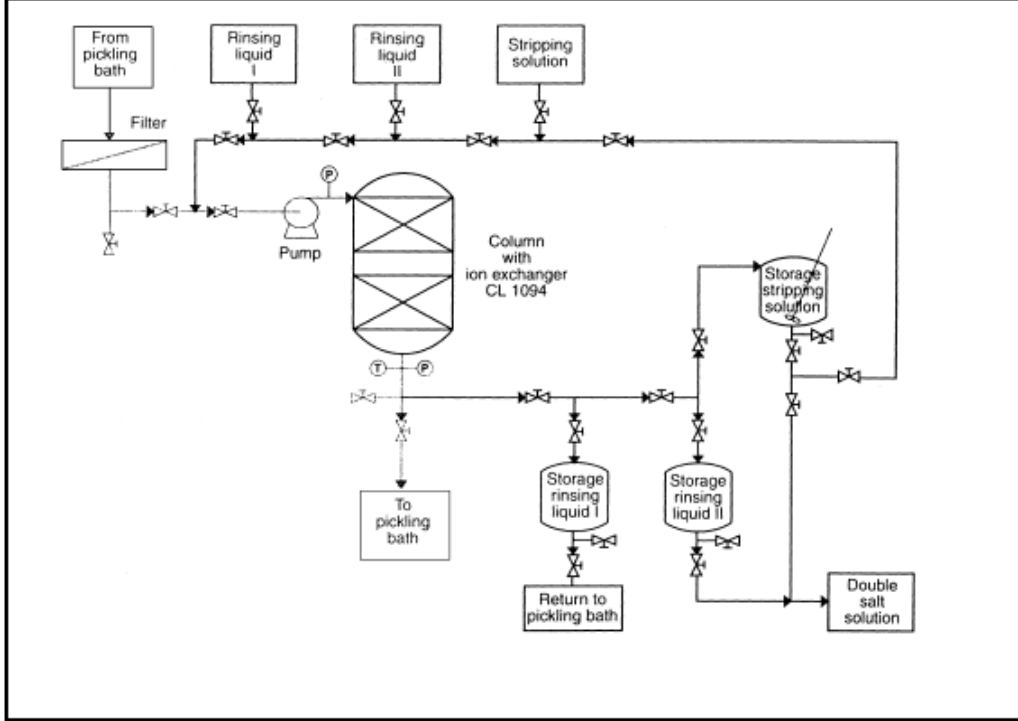
Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.3.9.2 Hidroklorik Asitli Asitleme Banyolarından Çinko'nun Atılması****Tanım:**

Proses 4 temel aşamadan oluşur (bkz Şekil C.4-6):

- Çinkonun atılması.
- Durulama (Elution 1).
- Yıkama ve rejenerasyon.
- II. durulama

Asitleme asidi banyosu, pompalar vasıtasıyla, plakalı filtrelerden geçirilerek, içindeki katı maddelerden temizlenir. Daha sonra temizlenen sıvı kuleye alınır ve burada çinko Asitleme asidinden ayrıştırılarak, iyon-değiştirici malzeme tarafından emilir. Kuleden çıkan çinkodan

arındırılmış sıvı Asitleme tankına geri basılır. Aslında asidin sirküle etmesi gerekmez; rafine edilerek tankta depolanabilir, başka bir tanka basılabilir, kuleye alınabilir. İkinci aşamada, iyon-değiştirici malzeme, çinkoca doyma noktasına geldiğinde, kulenin Asitleme asidini almak üzere, durulanması gerekir.



Şekil C.4-6: Asitleme banyolarında çinko ayrıştırılması akış şeması [Sprang-IG-97]

Yıkama sıvısı, kuleden stok tankına basılır. Sonuç olarak, elde edilen HCl solüsyonu Asitleme banyosunun sertliğinin değiştirilmesi amacıyla kullanılabilir. Üçüncü aşamada, iyon-değiştirici malzeme içindeki çinkoyu ayrıştırmak üzere, alkali solüsyonla temizlenerek kullanılır. II. Aşamada durulama yapılmazsa, demir hidroksit çöker bu da prosesi etkiler. Yıkama solüsyonu, konsantrasyon oluncaya kadar, bir kaç kez kullanılır. Satürasyon limitine ulaştığında, flaks banyosunun kompozisyonunu değiştirmek amacıyla kullanılabilir. Sıyırma solüsyonu, yalnızca, $ZnCl_2$ ve NH_4Cl içerir. İyon değiştirme malzemesi yeniledikten sonra, solüsyonun son damlaları da temizlenmelidir. Bu da, dördüncü aşamada musluk suyu ile durulanarak yapılır. Yapılmaz ise, Asitleme asidi NH_4^+ ile kirlenir, bu sefer giderilen çinko probleminin yerine yenisi (NH_4^+ kirlenmesi) oluşur.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık miktarında azalma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik: Bu tekniğin yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek olmasından hareketle, ölçek ekonomisinin kritik etmen olduğu ve genel galvaniz işletmeleri büyüklüğüne göre uygulanabilir olmadığı yorumu yapılmıştır. [Com2 UK Galv]

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:
Referans literatür:

C.4.3.10 Atık Asidin Nötralizasyon Metodu ile Arıtılması

Tanım: Herhangi bir bilgi sunulmamıştır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Asidik atık yerine doğal çamur.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

- Büyük miktarlarda geri dönüştürülemeyen çinko ve demir hidroksit karışık çamur. [Com2 D].
- Asidin geri kazanımı ve yenilenmesi mümkün değildir, taze asid ihtiyacı vardır.

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.3.11 Asit Banyosunun Çalışma Aralığı

Tanım: bkz Bölüm D56.1

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Hava emisyonlarının, özellikle asit buharının azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.3.12 Asitlemeden Çıkan Emisyonların Toplanması ve Bertarafı

Tanım: bkz Bölüm D.5.2 and D.5.3

Emisyonlar çatı, duvar emişlerinden veya yanal sundurmalardan emilerek, plaka veya dolgu tipli yıkayıcılarda, temizlenir. Yıkayıcı çözeltisi Asitleme tankına geri beslenebilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Emisyonların, özellikle asit buharının azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni işletmeler.
- Yeterli alan olmamasından dolayı, bazı sıkıntıların yaşandığı mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:**

Yıkayıcılarda, HCl emisyon seviyesi 10 mg/m³ seviyesine düşürülebilir.

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.3.13 Kapalı Ön-Arıtma Bölümü (Yağ Giderme/Asitleme) /Hava Emisyonları Emiş ve Azaltma Teknikleri**

Tanım: bkz. Bölüm D.5.3

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Özellikle asit buharı ve yağ giderme buharı gibi emisyonların azalması.

Uygulanabilirlik:

- Yeni işletmeler.

Diğer etkiler:**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.4 Asitleme****C.4.4.1 Durulama ve Statik Durulama Tanklarının Kurulumu.****Tanım:**

Asitlemeden sonra parçalar statik tankta dağlanır. (aynı yöntem yağ giderme sonrasında da uygulanabilir) Bu aşamada, kirlenen su, bir sonraki banyoya buharlaşma ve diğer kayıpları telafi etmek üzere eklenebilir. İyi bir tasarım ve işletme pratiği ile, galvaniz işletmesinde tüm durulama suyunun kullanılması mümkündür.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık susuz çalışma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni işletmeler.
- Durulama tankları için yeterli alan olması koşuluyla mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:**Referans işletmeler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:**

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.4.2 Kademeli Asitleme

Tanım:

Çapraz akışlı durulama (bkz. Örneğin tanımı)

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Flaks banyolarından kirleticilerin azalması. [DK-EPA-93].
- Atık su çıkışı olmadan çalışma.

Uygulanabilirlik:

- Yeni işletmeler
- Yeterli alan varsa mevcut işletmeler (birden fazla ilave tank ihtiyacı olduğu için, çok sınırlıdır).

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

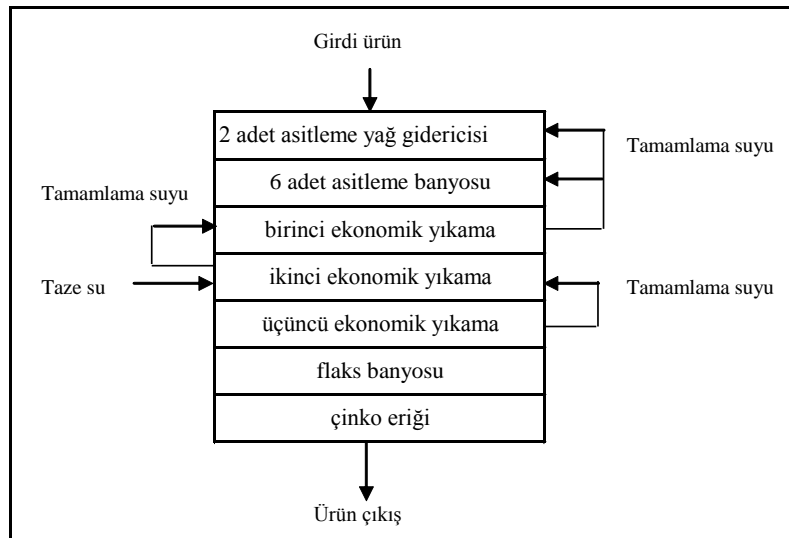
Herning Varmforzinkning A/S, (işletme deneyimi: 1.5 yıl) [DK-EPA-93]

İşletme verileri:

Örnek Herning Varmforzinkning:

3-aşamalı kapalı asitleme sistemi

Herning Varmforzinkning'de Asitleme sonrasında çıkışı olmayan 3 durulama tankı ile başlanmıştır. Burada flaks banyosunun kirlenmesi %85-90 azalarak, hem flaks tüketimi, hem de atık flaks miktarı, önemli ölçüde azalmıştır. Durulama tankları, Asitleme tanklarını seyreltmek için kullanılır, böylece her 3 tankın oldukça seyrelmesi sağlanır. Birinci tank, Asitleme banyosunun seyreltilmesinde kullanılırken, birinci tank ikinci tanktan gelen su, ikinci tank ise, üçüncü tanktan gelen su ile üçüncü tank da musluk suyu ile seyreltilir. [DK-EPA-93]



Şekil C.4-7: Galvanizleme tesisindeki ardışık durulama [DK-EPA-93]

Tüm parçalar, 10 dakika kadar Asitleme-yağ giderme banyosunda asitlenir, burada Asitleme ve yağ giderme aynı anda gerçekleşir. Banyo, yağ giderici kimyasallar ilave edilmiş %10 hidroklorik asit çözeltisidir. Bundan sonra, daha saf hidroklorik asit çözeltisinde, daha uzun

süre Asitleme yapılır. Son Asitlemeden sonra, 3 aşamalı ekonomik durulamadan geçen parçalar, flaks banyosuna daldırıldıktan sonra, son olarak, çinko banyosuna daldırılır. [DK-EPA-93]

Her biri 23 m³ olan iki Asitleme tankı bulunur ve demir miktarı 129 g/l olduğunda, solüsyon değiştirilir. (yaklaşık 6 ay sürer) Yeni Asitleme, yağ giderici çözelti 1. ekonomik durulamadan 12 - 15 m³ su ile 8 - 11 m³ % 30 hidrolik asid karıştırılarak hazırlanır. [DK-EPA-93]

Her biri 23 m³ olan 6 adet saf hidroklorik Asitleme asid tankı vardır. (10 % serbest asidi Asitleme banyosu) Bu banyolar, demir miktarı 100 g/l oluncaya kadar değiştirilmez, ancak sistemin tanıtıldığı Aralık 1991'den bu yana bu seviyeye ulaşılmamıştır. Bu banyoların ömrü yağ giderici Asitleme banyolarına göre, daha fazladır zira kaba Asitleme yağ giderme-Asitleme aşamasında gerçekleşir ve banyo kısa zamanda demir doygunluğuna ulaşır. Temiz Asitleme banyolarının ömür beklentisi 1.5 - 2.0 yıldır. Yeni banyoların yarısı 1.ekonomik durulama, yarısı %30'luk Asitleme asid karışımından oluşur. [DK-EPA-93]

Asitleme, yağ giderme ve flaks banyolarında ölçülen demir miktarları aşağıdadır : [DK-EPA-93]

- Asitleme banyosu: Demir = 75 - 85 g/l
- 1. ekonomik dağlam: Demir = 40 - 50 g/l
- 2. ekonomik Asitleme: Demir = 25 - 35 g/l
- 3. ekonomik Asitleme: Demir = yaklaşık 10 g/l
- Flaks banyosu: Demir = yaklaşık 5 g/l

Flaks banyosunun demir konsantrasyonu 10 g/l olduğunda, çözelti tankere alınarak saflaştırılmak ve yenilenmek üzere, Vildbjerg fabrikasına götürülür. Tanker, 23 m³ saf flaks çözeltisi ile, Herning fabrikasına döner ve hemen üretime devam edilir. [DK-EPA-93]

Başlangıçta, firma temiz Asitleme banyolarının çinkosuz tutulabileceğini ummaktaydı, ancak pratikte bu mümkün olmamıştır. Asitleme-yağ giderme banyosundaki çinko miktarı o kadar yüksekti ki, bu çözeltinin, Asitleme tanklarına taşınması, bu banyolarında önemli boyutlarda, çinko kirlenmesine neden oluyordu. [DK-EPA-93]

Ekonomiklik:

Herning fabrikasındaki sistem; Asitleme banyosundan, flakslama banyosuna direkt erişim sağlamak yerine, 23 m³'lük 3 adet durulama tankını gerektirmektedir. Sistemin avantajı, flakslama banyosu, hemen hemen hiç kirletilmemektedir. Flakslama banyosu, şirketin, Vildbjerg yakınlarındaki arıtma tesislerinde, arıtmaya tabi tutulmaktadır. Burada elde edilen kazanımları, ölçmek oldukça zor bir iştir. [DK-EPA-93]

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.5 Flakslama

C.4.5.1 Banyo bakımı

Tanım:

Kayıpları telafi etmek ve banyo konsantrasyonunu sabit tutmak amacıyla düzenli aralıklarla

flaks yapıcılar ve su ilave edilir. Asitleme banyolarından, demir klorürün flaks banyosuna taşınmasını engellemek için, kaplanacak parçaların iyice durulanması ve banyo demir miktarının özenle izlenmesi gerekir. Ancak demir klorür birikimi tümüyle önlenemez ve flaks banyosunun düzenli olarak değiştirilmesi ve yenilenmesi gerekir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atığın azalması, flaks banyolarının zamanından önce atılmasının önlenmesi.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.5.2 Havalandırma ve Çökeltme Yöntemi ile Flaks Banyolarından Demirin Temizlenmesi

Tanım:

Flaks banyosu demirin çökmesine yardımcı olmak üzere havalandırılır ve tankın dibinde çökelen tortuyu temizleme amacıyla solüsyon üstten alınır. Bu yöntem, demir seviyelerini düşürse de, çok düşük seviyelere erişilmez. [Com2 Wedge]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atık miktarında düşüş.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans Tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik :

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.5.3 Flaks Banyolarında H₂O₂ Oksidasyonu ile Demir Giderme

Tanım: bkz Bölüm D.7.1.1

Ulaşılan çevresel faydalar:

Atık miktarında azalma (kullanılmış flaks).

Uygulanabilirlik:

- Yeni işletmeler.
- Yeterli alan olduğu takdirde mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

- Oluşan demir hidroksit tortusunun (60 % su, 6.5 % çinko, 20 % demir) bertarafı gerekir.

Referans işletmeler: CM Jernvarer A/S, (işletme deneyimi: 0.5 yıl) [DK-EPA-93]

İşletme verileri:**Örnek CM Jernvarer AIS:**

CM Jernvarer AIS, flaks banyosu yenilenerek, banyodan sürekli olarak, demirin kirlenmesini gideren bir yöntem bulmuştur. Arıtma prosesinde, hidroklorik asit nötrale edilerek, banyonun iki bileşeninden biri olan amonyum klorür oluşur. Düzenli yapılan analiz neticelerine göre, çinko klorür ve amonyum klorür beslenerek banyonun en uygun bileşimde olması sağlanır. [DK-EPA-93]

Flaks banyosunun sürekli artırılması için tasarlanan yöntemle, günde 5000 litre solüsyon işlenmektedir. Bu da, yılda 10000 ton çelik parçanın galvanizlenmesine yetecek kadar flaksın temizlenmesi demektir. Banyo içerisine, redox ve pH ayarlayıcı ile kontrollü olarak, hidrojen peroksit ve amonyum ile takviye edilen reaktör pompalanır. Demir oksidlenerek, demir hidroksit tortusu olarak çökler. Çamurlaşan flaks banyosundan, çamurun ayrıştırılmasını sağlamak amacıyla çamur, yoğunlaştırıcıda toplanır. Çamur, pres filtrede sudan arındırılır, yoğunlaştırıcıdan çıkan filtrat ve su flaks banyosuna geri dönüştürülmek üzere depolama tankında biriktirilir. Yüksek demir içerikli atık flakslar da bu yöntemle arıtılabilir. Flaks tankında hafifçe kirlenmiş flaksla karıştırılır veya peş peşe birkaç işleme ayrıca arıtılabilir. Asid buharının yıkanması sonucu çıkan atık suyu da arıtmak mümkündür. Bu durumda, sıvıda aşırı çamurlaşmayı önlemek amacıyla dozun azaltılması gerekir. Yüksek oranlarda çinko klorür içeren atık su, proses sırasında flaks banyosuna karıştırılır. Flaks banyosunda, belirli bir miktar, amonyum klorür ve çinko klorüre ihtiyaç duyulur. Çinko miktarının optimum düzeyde tutulması istendiğinde, sisteme alınması gereken asi buharının yıkanması sonucu çıkan atık su miktarının azaltılması gerekir. [DK-EPA-93]

Kullanılmış flaks banyolarının arıtılmasında, pH değeri istenilen 4.5 seviyelerinde tutulabildiği için, amonyum suyu eklenmez. Normal şartlarda, her bir gram demir II (çökelmiş demir) için, %25 amonyumlu su çözeltisi tüketimi 2.4 gramdır. Bu da, 50 m³ flaksın yenilenmesi için, 1800 kg amonyum suya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Devreye alma çalışmalarında önemli bir sorunla karşılaşılmamış ve bir iki ufak ayarlamadan sonra, bugünkü performansına erişen sistemde işletme ve bakım mümkün olan en az sürede gerçekleştirilmektedir. Kullanılmış banyoların yenilenmesinden sonra, sistem, imalat aşamasında kullanılan flaks banyoları ile bağlantılı kullanılarak, demir konsantrasyonunun mümkün olan en düşük seviyede olmasını sağlamaktadır. Sistemin; asid buharının yıkanması sonucu ortaya çıkan atık suyun arıtılması amacıyla kullanımı, henüz başlamamıştır. [DK-EPA-93]

Ekonomiklik:

Sistemin makine, montaj, devreye alma ve danışmanlık hizmetleri dahil olmak üzere yatırım maliyeti 310000 DKK (Danimarka Kronu) dur. Ancak bu tutara arıtılacak ve saf flaks için iki adet tank bedeli dahil değildir. Sistem mevcut binalar içinde yerleştirilmiştir. İlk 3 ayda (14-15 g/l) demir içeren 50 m³ kullanılmış flaks arıtılmıştır. Maliyet analizi :

270 l (35 % hidrojen peroksit) 7.00 DKK/l

DKK 1890

4 ton filtre malz. 1500 DKK/ton
Elektrik
Toplam

DKK 6000
DKK 1000
DKK 8890

Kommunekemi'ye sevkiyata göre, elde edilen doğrudan kazançlar:

50 m³ kullanılmış flaksın Kommunekemi'ye sevkiyatı
Flaks kimyasalları : 20 ton 8800 DKK/ton
Toplam

DKK 75000
DKK 176000
DKK 251000

Pratikte, kazanç, sadece 100000 DKK dolayındadır. Ancak, yenileme sistemi olmadığında, işletmelerde flaks banyosunun manuel olarak temizlenmesi gerekecekti. Manuel temizlemede sadece dipteki çamur, Kommunekemi'ye gönderilmektedir. Bu arada önemli miktarda, rakamlarla ifade edilmesi güç dolaylı kazançlar olacaktır. Düşük demir içerikli flaks banyoları, çinko tüketimini önemli ölçüde (5 - 10 %) azalttığı gibi, çok miktarda çinko ve çinko külünün de azalmasını sağlar. Geri ödeme süresi, muhtemelen 1 yıldan daha kısadır.[DK-EPA-93]

Örnek Galva 45:

Fransa'da Galva 45 işletmesinde Ocak - Nisan 1993dönemine ait flaks yenilenmesine ilişkin değerler :

		İlk hat (7m banyo)	Yeni otomasyonlu hat (3.5m banyo)
Toplam tuz	(g/l)	461	450
ZnCl ₂ % - NH ₄ Cl%		55 - 45	57 - 43
Sıcaklık	(°C)	46	50
Fe	(g/l)	0.9	0.38
ZnCl ₂ ve NH ₄ Cl ilavesi		0	

Flaks banyosu arıtma sisteminin avantajları

- Kalitenin iyileştirilmesi: flaks banyosundaki demir ve asid düzeyinin çok düşük miktarlarda (1 g/l'nin altında) tutulması posa oluşumunu keskin bir şekilde önleyecek böylece, çinko cürufu inklüzyonlarından kaynaklanan yüzey kusurları azalacaktır. Çinko katmanı daha düzgün kalınlıkta ve daha parlak olacaktır. Yüzey kusurlu parçaların azalması, hurdaya/geri dönüşüme ayrılan malzeme miktarını da azaltacaktır.
- Çinko tüketiminde azalma: çinko kaybı, kül ve cüruf oluşumunun azalması ile çinko tüketiminde tasarruf sağlanacaktır.
- Kârlılık artışı: flaks üretimi ve azalan atık solüsyonun miktarı, ilave kimyasal ve demir kalıntılarının bertaraf masraflarını telafi etmekte ve yaklaşık ton galvaniz ürünü başına yaklaşık 1.7 ECU tasarruf sağlanmaktadır.
- Ekolojik işletme: flaks üretmek amacıyla kullanılan solüsyon miktarının çıkan demir kalıntısından çok fazla olması nedeniyle, proses toplam atık miktarını önemli ölçüde azaltmıştır.

Ekonomiklik:

İşletme maliyetleri şartlara göre değişebilir. Ayrıca işletmelerin üretim seviyeleri, Asitleme

ve durulama banyolarının bileşimleri, flaks banyosunun sıcaklık ve bileşimi de önemlidir. Ancak yine de, klasik galvanizhanelerde, flaks rejenerasyon sisteminin olası avantajları, Tablo C.4-1’de sunulmuştur.

Flaks tuzları üretiminden, çinko tasarrufundan, yeniden işlenmesi gereken parçaların azalmasından ve bozulan flaks solüsyonunun azalmasından kaynaklanan kazançların, ton işlenen parça başına 13.79 ECU olduğu tahmin edilmektedir. 0.74 ECU/ton işçilik düşüldüğünde, yaklaşık olarak 13.0 ECU/tonne net kazanç potansiyeli vardır. 20000 ton yıl kapasiteli bir galvaniz işletmesi için, 261000 ECU’ya varan yıllık tasarruf söz konusudur.

	Birim	Spesifik tüketim veya üretim (birim/ton Fe)	Spesifik gelir (+) veya gider (-) (ECU/birim)	Spesifik gelir (+) veya gider H (ECU/ton Fe)
Tüketimler				
NH ₄ OH	l	0.920	-0.183	-0.168
H ₂ O ₂	l	0.345	-0.731	-0.252
Posa	kg	0.310	-0.519	-0.161
Kullanılmış asit solüsyonu	kg	8.330	+0.094	+0.783
Üretimler				
Flaks	kg	1800	+0.926	+1.667
Fe filtre malz.	kg	0.770	-0.192	-0.148
TOPLAM				+1.721

Not: Veri kaynağı. Değerler Galva 45 galvaniz hattında Ocak-Nisan 1993 dönemine aittir. Kimyasal üretim/tüketim değerleri işletme şartlarına göre değişkenlik gösterebilir.

Tablo C.4-1: Flaks rejenerasyon için üretim/tüketim değerleri ile gelir/gider verileri

Bu çalışmada göz önüne alınan kullanılmış Asitleme solüsyon bertaraf gideri Fransa’da geçici olarak yararlandırılan teşvik dahil bedel üzerinden hesaplanmıştır. Teşviksiz kazanç, daha da fazla olacaktır.

Gelirler	ECU/ton
(1)Kimyasal maliyeti ve azalan atık dahil olmak üzere flaks üretimi	1.72
(2)Çinko tüketiminin azalması	9.11
(3)Yeniden galvaniz işlemine döndürülen parçaların azalması	2.28
(4)Bozulan flaks banyosu işlem maliyeti	0.68
TOPLAM:	13.79
Giderler:	
(5)İşçilik	0.74
Net Kâr	13.05

Not: Veri kaynağı [PURIFLUX]. Gelirler 20000 ton yıl kapasiteli bir işletmede yenileme sisteminin uygulanması ile elde edilecek tahmini değerlerdir. İşletme şartlarına göre değişkenlik gösterebilir.

Tablo C.4-2: Gelir ve giderlerin özeti

Uygulama için itici güç:
Referans kaynak:

C.4.5.4 Flaks Banyosunda Elektrolitik Oksidasyon ile Demir Ayrıştırılması

Tanım: bkz. Bölüm D.7.1.2

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atıkta azalma (kullanılan flaks).

Uygulanabilirlik:

- Yeni işletmeler.
- Yeterli alan olması koşuluyla mevcut işletmelerde.

Diğer etkiler:**Referans işletmeler:****İşletme verileri ve ekonomiklik:****Örnek Industrial Galvanizers Corporation:**

Galvaniz işletmesi büyük bir bölümü boru ve imalat olmak üzere yılda 10000 - 12000 ton işleme kapasitesine sahiptir. İşlenen ortalama çelik parça kalınlığı 3mm'dir. [CEPT]

Demirce kirlenmiş flaks banyolarının işlenmesinde 3 ana maliyet unsuru vardır: sıvı atık bertarafı, çinko kullanım maliyeti ve kimyasal maliyetlerdir. Maliyetler işletmeden işletmeye ve aynı işletme içerisinde, uygulanan pre-flaks solüsyon bileşimlerinin kontrol yöntemine bağlı olarak da, değişmektedir. Bu örnekte, asit ve demirin ön-flaks solüsyonuna taşınmasını önlemek amacıyla, durulama yöntemi kullanılmaktadır. [CEPT]

Yenileme öncesi ve sonrası işletme maliyetlerinin karşılaştırması aşağıdaki kazançları göstermektedir :

Sıvı atık bertarafı	20.2 %
Cüruf üretimi	27.6 %
Kimyasallar	10.5 %
Kül üretimi	39.0 %
Çinko	10.4 % [CEPT]

Avantajlar:

- Durulamanın taşması veya arıtılması ihtiyacının kalmaması.
- Klasik flaks işlemeye göre çamur bertarafının en aza inmesi.

Beklentilerin ötesinde tasarruf gerçekleşmiştir. Bu tasarruflar sıvı atık bertarafı, çinko kullanımı ve kimyasallardan sağlanmaktadır. Söz konusu örnekte, her bir ton işlenen parça için 12.50 A\$ hesap edilmiştir. İlk maliyet fayda analizleri 12 ila 24 ay geri ödeme süresi öngörmekteydi ancak uygulamada daha iyi sonuçlar elde edilmiş ve yatırım, 6 ile 9 ayda kendini geri ödemiştir. [CEPT]

İlave kazanımların işletme yönetiminde önceden öngörülme, ancak, detay çalışmada geliştirilen iyileşmeler neticesinde, olduğu tahmin edilmektedir. Detaya bu kadar inilebilmesi, teknolojinin uygulanması ile mümkün olmuştur. Dolayısıyla ön-flaks banyosunun durumunun izlenmesi ile birlikte, yenileme sisteminin uygulanması, metal hazırlama hattının performansının izlenmesini sağlayan önemli bir araç olduğunu kanıtlamıştır. [CEPT]

Dezavantajlar:

Sistemin operatör katkısına önemli ölçüde bağlı olduğu ve Avusturalya'da yedek parça bulunmasında sıkıntı yaşandığı rapor edilmiştir. [Com2 EGGA]

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans kaynak:

C.4.5.5 İyon Değişim Kuleleri ile Flaks Banyolarında Demir Ayrıştırması

Tanım: bkz. Bölüm D.7.1.3

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Azalan atık (kullanılan flaks).

Uygulanabilirlik:

- Yeni işletmeler.
- Yeterli alan olması koşuluyla mevcut işletmeler.

Diğer etkiler:

Referans işletmeler:

İşletme verileri:

Örnek Hollanda işletmesi

Avantajlar:

- Çinko zenginleşmesinde azalma, 9.5 to < 7 %.
- Daha yüksek üretkenlik artışı % 10'dan fazla.
- Daha az çinko külü üretimi.
- Daha az duman çıkışı.
- Cüruf oluşumunun 2 haftada 8 tondan 6 haftada 2 tona düşmesi.
- Daha kaliteli ürün [Sprang-IG-97].

C.4.5.6 Kullanılmış Flaks Havuzlarının Yeniden Kullanımı/Yenilenmesi (saha dışı)

Açıklama: bakınız Bölüm D.7.2

Kullanılmış Flaks banyoları geri dönüşüm amacıyla saha dışına, genellikle Flaks madde üreticilerine gönderilir. Kullanılmış Flaks solüsyonu içindeki tuzlar Flaks madde üretimi için yeniden kullanılabilir.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler:

Referans tesisler: Th. Goldschmidt, Almanya

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler

Referans literatür:

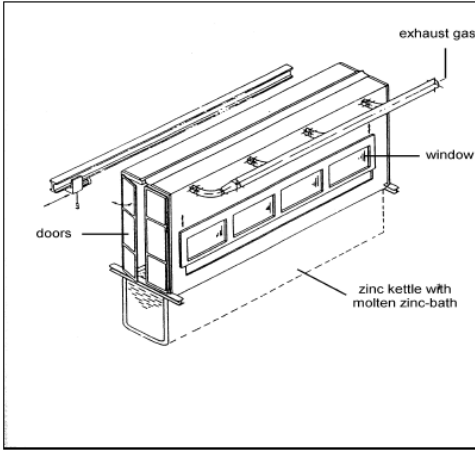
C.4.6 Sıcak Daldırma

C.4.6.1 Kapalı Galvanizleme Kabı

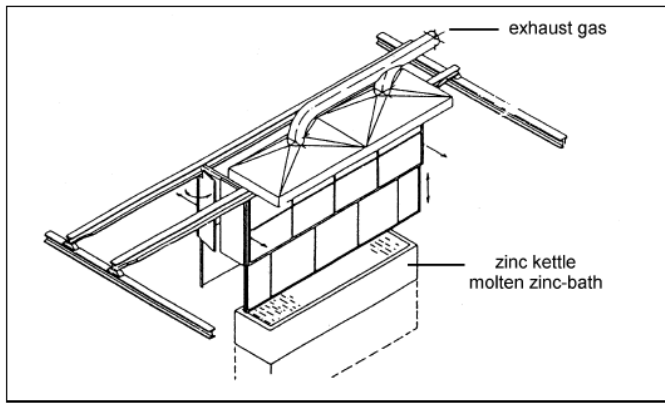
Açıklama:

Yıkayıcılar veya torbalı filtreler ile birleşik muhafaza.

Şekil C.4-8 ve Şekil C.4-9 muhafaza dizaynlarının örneklerini göstermektedir.



Şekil C.4-8: Sabit muhafaza [Galva-94-1]



Şekil C.4-9: Dikey hareketli yan duvarlı hareketli muhafaza [Galva-94-1]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Hava emisyonlarının azaltılması (toz ve diğer emisyonların %95-98 oranında tutulduğu bildirilmiştir [Com2 B]).
- Kaçakların azaltılması.
- Galvanizleme havuzundan yüzey ısı kaybının azaltılması, dolayısıyla enerji tasarrufu [Com2 EGGA].

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.
- Banyonun uzunlamasına yüklenmesi.

Diğer etkiler::

- Enerji sarfiyatı (ekstraksiyon fanları, filtre temizliği ve muhtemel filtre ısınması için elektrik enerjisi kullanılır), ancak diğer emis sistemlerine nazaran daha az emis gereklidir (bu, daha az enerjiye ihtiyaç olduğu anlamına gelir) [Com2 B].
- Islak ayırıcılar: arıtma gerektiren atık su üretir; kuru filtre tozuna göre yeniden dönüşüm potansiyeli daha azdır.

Referans tesisler: Verzinkerei Rhein-Main GmbH, Groß-Rohrheim, Almanya

İşletme verileri:

Tablo C.4-3, farklı azaltma teknikleri ile ilgili olarak galvanizleme kazanlarından gelen partikül ve duman örneklerini karşılaştırır.

Eleman	Emisyon [mg/m ³] Azalma Yok	Emisyon [mg/m ³] Islak Ayırıcı (¹ , ²)	Emisyon [mg/m ³] Torba Filtre (³)
Toz	20	< 1.7	4.2 – 4.6
Çinko	2.3	0.11 – 0.38	0.49 – 0.52
ZnCl	yok	0.16 – 0.34	yok
NH ₄ Cl	7.4	0.02 – 0.05	yok
NH ₃	2.6	yok	yok
HCl	23	yok	yok

Not: Veri kaynağı [Dan-EPA]
¹ Hacim akışı = 39500 m³
² Pb muhtevası: 0.005 – 0.007 mg/m³
Cd muhtevası: < 0.002 mg/m³
³ Hacim akışı = 13.400 m³

Tablo C.4-3: Galvanizleme kazanlarından çıkan emisyonlardaki konsantrasyonlar

Referans Tesisi: Verzinkerei Rhein-Main GmbH

İşletme verileri:

Eleman	mg/m ³ cinsinden emisyon ¹⁾
Toz	< 1
Çinko	0.03
ZnCl	0.1
NH ₄ Cl	32
HCl	< 10

Not: Veri kaynağı [UBA-Hoesch-87]; Akış = 23400 m³/saat; Toz toplama sistemi: torbalı filtre
1) Sekiz ayrı ölçümden elde edilen ortalama değerler; ortalama ölçüm süresi 32 dakika, her biri 5 ilâ 8 daldırma işlemine sahip mutlak daldırma süresi olarak hesaplanır.

Tablo C.4-4: Galvanizleme kazanlarından çıkan emisyonlardaki konsantrasyonlar

Ekonomiklik:

Verzinkerei Rhein-Main GmbH’de, 1985 yılında torbalı filtreli bir muhafaza için 1.634.167 DM’lik yatırım ve 309.000 DM’lik işletme gideri yapılmıştır. İşletme giderleri, 259.000 DM’lik sermaye akışını da ihtiva eder [UBA-Hoesch-87].

Başka kaynaklar, kumaş filtreler kullanan sıcak daldırma işleminden 1 – 3 mg/m³’lük toz emisyonları bildirmiştir [Flatt/Knupp].

Ekonomikliklik:

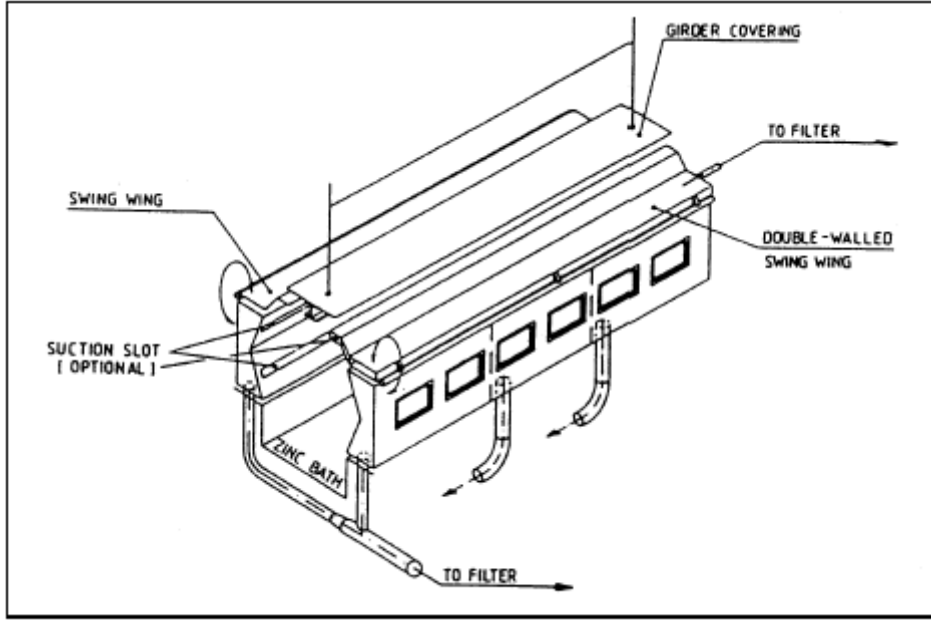
Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.6.2 Galvanizleme Potaları Ağzından Ekstraksiyon

Açıklama:

Islak yıkayıcılar veya torbalı filtreler ile pota ağzından ekstraksiyon.



Şekil C.4-10: Yardımcı elemanlı iki taraflı çevresel egzoz

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislerde uygulanır.

Diğer etkiler::

- Enerji sarfiyatı (ekstraksiyon fanları, filtre temizliği ve muhtemel filtre ısıtması için elektrik enerjisi kullanılır).
- Islak ayırıcılar: arıtma gerektiren atık su üretir; kuru filtre tozuna göre yeniden dönüşüm potansiyeli daha azdır.

Referans tesisler: Wilhelm Hähn firması, Kreuztal-Ferndorf, Almanya

İşletme verileri:

Örnek: Wilhelm Hähn, Almanya

Tablo C.4-5, bir Galvanizleme potasından farklı koşullarda çıkan emisyonların bazı örneklerini vermektedir.

Ölçüm noktası	As ³⁺ [µg/m ³]	Cd ³⁺ [µg/m ³]	Pb ²⁺ [µg/m ³]	Zn ²⁺ [mg/m ³]	NH ₄ ⁺ [mg/m ³]	Cl ⁻ [mg/m ³]	Toz [mg/m ³]
Hava ekstraksiyonu olmayan çinko yüzeyi üzerinde	106.9	117.2	125.3	44.5	197.9	14.3	384.6
Hava ekstraksiyonu olan çinko yüzeyi üzerinde	1.4	2.9	53.1	0.9	0.2	1.2	0.5
Ham gaz	3.6	5.1	49.0	6.2	17.5	7.4	24.1
Temizlenmiş gaz	0.1	0.1	1.8	0.017	9.0	2.7	0.1

Not: veri kaynağı [UBA-Hähn-83]

Ölçüm koşulları: potadan ekstraksiyon, 3380 m³/m² h = 32958 m³/h, kullanılan tozsuzlaştırma sistemi: torba filtre

Tablo C.4-5: Bir Galvanizleme potasından çıkan emisyonlar ile ilgili örnekler

Emisyon verileri, altı farklı ölçümden elde edilen ortalama değerler olup ortalama ölçüm süresi 18 dakika, her biri 2 ilâ 4 daldırma işlemine sahip mutlak daldırma süresi olarak hesaplanır. 1996 yılında yapılan tekrar ölçümler bu verileri teyit etmiş ve aşağıdaki sonuçları göstermiştir: toz <0.13 mg/m³ ve HCl 0.9 mg/m³. Bu değerler, dört farklı ölçümden elde edilen ortalama değerler olup, ortalama ölçüm süresi 28 dakika, her biri 3 - 4 daldırma işlemine sahip mutlak daldırma süresi olarak hesaplanır.

Torbalı filtreler, %99.6 oranında azaltma etkinlikleri göstermektedir.

Ekonomiklik:

Tozsuzlaştırma ile ilgili torbalı filtrenin yanı sıra, yağ alma, sıcak durulama, Flaks banyosu ve çinko banyosu sırasında çıkan emisyonların tutulması gibi kirlilik azaltma tedbirleri de yer alır. Bunların maliyeti, 1983 yılı fiyatlarına göre ortalama 32 DM/ton olmuştur [UBA-Hähn-83].

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.6.3 Dumanı Azaltılan Flaks Madde

Açıklama:

Duman çıkışı azaltılan flaks maddelerde, amonyum klorürün yerini kısmen diğer alkali klorürler (örneğin potasyum klorür) alır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Azaltılmış hava emisyonları.
- Azaltılmış sert çinko.

Tablo C.4-6, flaks madde emisyonlarının karşılaştırmasını göstermektedir. Amonyum klorür ile potasyum klorür flaksının çalışma parçası üzerinden ve çinko külü üzerinden yayılan emisyon miktarlarını göstermektedir.

Flaks madde	Emisyon	Parça	Çinko külü
ZnCl ₂ : %89 NH ₄ Cl: %11 Tuz muhtevası: 170 g/l	%33	%2	%65
ZnCl ₂ : %32 KCl: %68 Tuz muhtevası: 170 g/l	%19	%1	%8

Not: veri kaynağı [ABAC]

Tablo C.4-6: Normal ve dumanı azaltılmış Flaks maddeleri emisyonlarının karşılaştırması

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesislerde uygulanır.

Diğer etkiler::

- Çinko külü artırılabilir (bazı kaynaklarca bildirilmiştir).
- Dumanla azaltılan Flakslar daha az görünen duman üretir, ancak görünen dumanlar partikül büyüklüğünün bir fonksiyonudur ve daha küçük boy, dolayısıyla havada taşınan daha az görünen partikül ile ilgili potansiyel vardır; bu nedenle teneffüs edilebilecek tozun sağlığa olumsuz etkisi olması ihtimali daha yüksektir [Com2 UK Galv.]. Bununla birlikte, son araştırmalardan elde edilen sonuçlarda, farklı Flaks türleri arasında ve havada taşınan partikül büyüklüğü konusunda hiçbir sağlık endişesi yoktur [Piat 19.9].

Referans tesisler:**İşletme verileri:**

Çinko klorür/alkali klorür bazlı Flaks maddeler, sıcak daldırma sırasında ek bir asitleme etkisine neden olmaz ve bu nedenle daha fazla demir çözündürmez. Bu, bir taraftan sert çinko üretimini azaltır ancak aynı zamanda yüksek kaliteli kaplamalar gerçekleştirmek için ön arıtma bölümünde optimum asitlemeyi gerektirir. [ABAG]

Ekonomiklik:**Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.6.4 Filtre Tozunun Yeniden Kullanılması****Açıklama:**

Torbalı filtrelerde tutulan tozlar, temelde amonyum klorür ve çinko klorürden (Flaks madde) oluşur. Toz toplanır, torbalarda paketlenir ve geri dönüştürülmek üzere periyodik olarak Flaks madde üreticilerine gönderilir. Geri dönüşüm, yağ ve gres muhtevası (%3'ten az olması gerekir) veya dioksin muhtevası tarafından sınırlanır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Atıkların azaltılması.

Uygulanabilirlik:

- Torbalı filtrelere sahip yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler::**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomikliklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.6.5 Sert Çinko Üretimini Azaltılması****Açıklama:**

Sert çinko üretimini aşağıdaki tedbirler azaltır:

- Asitlemeden sonra yeterli durulama.
- Flaks havuzunun rejenerasyonu.
- Amonyum klorürü düşük flaks malzemesi kullanarak asitleme etkisinin düşük olması.
- Haricen ısıtılan galvanizleme kazanlarında lokal aşırı ısınmadan (kazan duvarları ile reaksiyon) kaçınma [Com D], [Com2 EGGA].

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Daha az atık, daha etkin hammadde kullanımı (sert çinkonun yeniden dönüşümüne gerek yoktur).

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler::

Referans tesisler:**İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.6.6 Serpintilerin Üretimini Azaltılması****Açıklama:**

Serpintilerin üretimini aşağıdaki tedbirler azaltır:

- Flaks havuzundan sonra yeterli kurulum.
- Asgarî miktarda yabancı madde ihtiva eden geri kazanılabilir çinko elde etmek için, galvanizleme kazanlarının etrafındaki alanlar temiz tutulmalıdır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Daha az atık, daha etkin hammadde kullanımı (sert çinkonun yeniden dönüşümüne gerek yoktur).

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler::**Referans tesisler:****İşletme verileri:****Ekonomiklik:****Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:****Referans literatür:****C.4.6.7 Çinko Külünün Yeniden Kullanılması****Açıklama:**

Çinko taneleri çinko külünden eritilebilir ve sonra galvanizleme potasına geri dönüştürülebilir. Azaltma derecesi %60-70'tir. Kalan çinko oksit külü spesifik bir sanayide daha da rafine edilir. [Com FIN]

- Çinko külünü toplamak için özel eritme kapları kullanılır.
- Eritme potası, çinko külünün döner bir hareketle yaklaşık 520°C'lik bir sıcaklıkta eritildiği Zinkof fırınıdır. Eritilmiş çinko (%60-65wt), eritilmiş çinko kazanına geri gönderilir. Kalan oksit külü öğütülür ve talî çinko sanayine satılır.

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Azaltılmış atık.

Uygulanabilirlik:

- Yeni ve mevcut tesisler.

Diğer etkiler:

Referans tesisler: Finlandiya'da dört galvanizleme tesisi; örneğin KS-Sinkki Oy, Lievestuore, Finlandiya [Com2, FIN]

İşletme verileri:

Açıklanan teknik ile, geri dönüştürülen çinko miktarı galvanizli çeliğin 11.5 kg/t'ü kadar olur. Ekipmanın fiyatı yaklaşık 200.000 FIM'dir. Buna ek olarak, çinko külünün öğütülmesi ile ilgili öğütme ekipmanı temin edilmelidir ve bunun bedeli de yaklaşık 60.000 FIM'dir. Yatırım giderleri hariç, bütün giderler dahil edildiği zaman, çinkonun piyasa fiyatına bağlı olarak net kâr yaklaşık 2.20 – 2.80 FIM/kg geri dönüştürülmüş çinko olur.

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.6.8 Galvanizleme Kazanının Isıtılmasından Elde Edilen Isı Geri Kazanımı

Açıklama:

Galvanizleme kazanları gaz ya da sıvı yakıtlarla yakılabilir. Yanma gazından ısı geri kazanımı için en sık kullanılan yöntem havaya veya suya transferdir. Baca gazından havaya giden ısının geri kazanılması için, tipik olarak paslanmaz çelik boru setinden imal edilen ısı eşanjörleri kullanılır. Isı baca içinde tutulur. Fırın tam üretim hızı ile çalışırken, baca ısı 500 ilâ 700°C'de verilebilir. Isı eşanjörü doğrudan doğruya fırın baca kanalının içine yerleştirilebilir ancak, baca gazlarının cebri ekstraksiyonu olmadığı zaman, sadece küçük bir baca gazı basıncı düşmesi hoş görülebilir. Bu, ısı transferi hızını sınırlar.

Borulu ve duvarlı ısı eşanjörleri ısının baca gazından suya geçmesini veya buhara dönüşmesini sağlar. Bir başka olağan eşanjör tipi, baca kanalına yerleştirilen kanatlı borular setidir. Bu durumda, su boru tarafındadır.

Gazlar, ısı eşanjörünün verimini artırmak için eşanjörün akış yönünde bir fan kullanmak sureti ile çekilebilir. Bu, gazdan suya ısı transferi ile ilgili sık rastlanan bir düzenlemedir. Hem ısı eşanjörü hem de fan ana baca kanalına paralel olan bir dalın içine yerleştirilir ve bu suretle fırın üzerinde geri tepme etkisi önlenmiş olur. Fan az miktarda enerji harcar.

Bazı durumlarda, baca gazları, ısının radyasyon ve konveksiyon ile transfer edilmesi suretiyle doğrudan ön arıtma tankının dış yüzeyi ile temas ettirilir.

Petrol yakıtları ve yüzeyden ısıtılmalı banyolar ile ilgili ısı eşanjörleri, baca gazlarında SO₂ ve kül mevcut olması dolayısıyla özel bir dizayn gerektirir. [Com2 EGGA]

Ulaşılan çevresel faydalar:

- Azaltılmış yakıt sarfiyatı.

Uygulama:

- Yeni ve mevcut tesisler.
- İlke olarak, yakıt fiyatına bağlı olan ekonomiklik analizi, fırının termal tasarımına ve atık ısı ihtiyacına bağlı olarak her türlü tesise uygulanabilir.
- Yararlı olabilecek kadar yeterli ısı olmadığından dolayı, iki brülörlü sistemlerde (küçük kazanlar) normal olarak ilginç olmaz. Isı geri kazanım sistemleri çok sıklıkla dört veya altı brülörlü sistemler üzerine tesis edilir.

Diğer etkiler::

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik: 15-45 kWh/ton ham çelik aralığında enerji azalmaları.

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler: Yakıt giderleri.

Referans literatür: Ticaret literatürü.

C.4.6.9 Fırın Isıtmasının/Kontrolünün Etkinliği

Açıklama:

Fırın ısıtma etkinliği iki bölümde ele alınmalıdır. İlki, ısının asıl ısı kaynağından galvanizleme havuzuna transfer edilme etkinliği ve ikincisi, transfer edilen ısının çinko sıcaklıklarının muhafaza edilmesinde kullanılma etkinliği.

Kazana ısı transferinin etkinliği ısı transferi ve yanma mühendisliğinin temel ilkeleri tarafından yönetilir. Gazların ve yağların yanması, baca gazı ürünlerinin hassas ve gizli ısıyı taşıma akışına neden olur. Bu, genellikle maksimum girdide yakıtın brüt kalorifik girdisinin %45-55'ine karşılık gelir. Yağın ısıtılmasında kullanılan yanma havası fanının, pompa veya kompresörün tahrik edilmesi için az miktarda elektrik enerjisi kullanılır. Isıtma amacıyla elektrik kullanılması, direnç etkileri ve genellikle ısıtma sisteminin sıcaklığa karşı hassas olan parçalarının soğuması nedeniyle enerji kaybını ihtiva eder. Kayıplar, ölçülen gücün %15'i dolayında olabilir. Bütün enerji kaynakları ile ilgili olarak, iyi izole edilmiş bir fırında az (tipik olarak enerji girdisinin %2'si) olmasına rağmen, fırın kasasından ek bir ısı kaybı da vardır. Isı girdisi arttıkça, bu kategorideki bütün kayıplar da artar.

Sistemde meydana gelen kayıpların bir başka nedeni de eritilmiş metal yüzeyden ve banyonun üstündeki açıkta kalan aksamdan (bir çelik kazanın üst flanşı gibi) gelen radyasyon ve konveksiyondur. Bu kayıpların ölçüsü yüzey alanlarına, koşullarına ve sıcaklıklarına bağlıdır, ancak tipik olarak banyoya esas olarak transfer edilen ısının %15-25'i kadardır.

Baca gazı ısı kayıpları, yanma prosesinin azamî düzeye çıkarılması, yanma ile ilgili fazla havanın azamî düzeye çıkarılması ve fırın kasasına hava girişinin azaltılması suretiyle azaltılabilir. Galvanizleme prosesinin düşük sıcaklıkta çalışması, kayıpların azaltılması yoluyla enerji tasarrufuna yönelik sınırlı fırsatlar olduğunu ima eder. Brülör sistemi yaklaşık 15:1'lik bir orana sahip olabilmelidir.

Yüzey kayıpları, çalışma sırasında (yeterli havalandırmaya bağlı olarak) banyonun üzerinde bir muhafaza kullanmak veya yüzeyin açıkta kalan kısmını yapılmakta olan galvanizleme işleminin türü ile ilgili olarak gereken ile sınırlamak suretiyle azaltılabilir. Kazan sıcak beklemedeyken, ısı kaybında azalmalar fırın tepesinden çıkıntı yapan izole kapaklar kullanılarak elde edilebilir. Sıcak bekleme dönemleri boyunca banyo sıcaklığının düşürülmesi ender olarak büyük miktarda enerji tasarrufu sağlar ve çelik kazanlarda, banyo sıcaklığının dönüşümü koruyucu çinko-demir alaşımını olumsuz yönde etkiler ve bu suretle kazanın çalışma ömrünü azaltır.

Fırın etkinliği kontrol sisteminden de etkilenir. Isı girdisini ısı talebine en yakın şekilde uyduran kontrol sistemleri ile daha yüksek etkinlikler elde edilir. Isı girdisinin tespiti, ya çinkoya daldırılmış termokupllar ya da –çelik kazanlar ile ilgili olarak– muhtemelen kazanın dış duvarı ile temas yoluyla ölçülen eritilmiş çinko sıcaklığına dayanır. Isıtma sisteminin

esnekliğine bağlı olarak, çinko sıcaklıklarını mümkün olduğu kadar sabit tutmak için, kontrol cihazı genellikle PID (Orantılı, Bütünleşik, Türevsel) veya başka bir kontrol mantığı kullanır.

Yanma sistemleri Yüksek/Alçak (bir süre için ya maksimum ya da minimum ısı verilir), Değişen (ısı girdisi maksimum ile minimum arasındaki bir yelpazede sürekli olarak değişir) veya Atımlı (net bir ara ısı girdisine eşit olan sürekli bir maksimum ve minimum ısı girdileri sırası verilir) ısı ihtiva eder.

Ulaşılan çevresel faydalar:

Uygulanabilirlik:

Diğer etkiler::

Referans tesisler:

İşletme verileri:

Ekonomiklik:

Uygulamaya iten zorlayıcı nedenler:

Referans literatür:

C.4.6.10 Boru Yapım İşlemi Sırasında Çıkan Emisyonların Arıtılması

→ Hiçbir bilgi verilmemiştir.

C.5. YIĞIN GALVANİZLEME İLE İLGİLİ MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER

Bu bölümün içeriğini anlama konusunda okuyucunun dikkati, bu belgenin önsözüne ve özellikle önsözün beşinci maddesine çekilir: “Bu belge nasıl anlaşılır ve kullanılır”. Bu bölümde sunulan teknikler ve ilişkili emisyon ve/veya sarfiyat seviyeleri ve seviye aralıkları, aşağıdaki aşamaları ihtiva eden tekrar bir proses vasıtasıyla değerlendirilmiştir:

- Yığın galvanizleme ile ilgili önemli çevresel meselelerin belirlenmesi. Önemli meseleler arasında şunlar vardır: havaya verilen emisyonlar (asitlemeden gelen HCl ve kazandan gelen toz ve gaz bileşikleri); harcanan proses çözeltileri (yağ alma solüsyonları, asitleme banyoları ve Flaks banyoları); yağlı atıklar (örneğin yağ alma havuzlarının temizlenmesinden) ve çinko kaplama artıkları (filtre tozu, çinko külü, sert çinko).
- Bu önemli meseleleri ele almak için en ilgili tekniklerin incelenmesi.
- Avrupa Birliği’nde ve dünyada mevcut verilere dayanarak en iyi çevresel performans seviyelerinin belirlenmesi.
- Bu performans seviyelerinin gerçekleştirildiği koşulların incelenmesi; giderler, Diğer etkiler:, bu tekniklerin uygulanmasında yer alan ana itici güçler gibi.
- Talimat’ın 2(11) fıkrasına ve Ek IV’üne göre genel bir anlamda bu sektör ile ilgili mevcut en iyi tekniklerin (BAT) ve ilgili emisyon ve/veya sarfiyat seviyelerinin seçilmesi.

Avrupa IPPC Bürosu ve ilgili teknik Çalışma Grubu (TWG) tarafından verilen uzman düşünceleri, bu aşamaların her birinde ve bilgilerin burada sunulma şeklinde önemli bir rol oynamıştır.

Bu değerlendirme bazında, bir bütün olarak sektör için uygun sayılan ve birçok durumda sektör içerisindeki bazı tesislerin mevcut performansını yansıtan teknikler ve mümkün olduğunca BAT kullanımı ile ilişkili emisyon ve sarfiyat seviyeleri bu bölümde sunulmaktadır. “Mevcut en iyi teknikler ile ilişkili” emisyon ve sarfiyat seviyelerinin sunulduğu hallerde, bu durum, bu seviyelerin, BAT’ın tanımını içerisinde bulunan giderlerin ve gelirlerin dengesi akılda tutularak, açıklanan tekniklerin bu sektörde uygulanmasının sonucu

olarak öngörülebilecek çevresel performansı ifade ettiği anlamına geldiği şekilde anlaşılmalıdır. Bununla birlikte, bunlar ne emisyon ne de sarfiyat limit değerleridir ve bu şekilde anlaşılmamalıdır. Bazı durumlarda, daha iyi emisyon ve sarfiyat seviyeleri gerçekleştirilmesi teknik olarak mümkün olabilir ancak ilgili giderler veya çapraz medya mülahazaları nedeniyle, bir bütün olarak sektör açısından BAT gibi uygun oldukları düşünülmez. Bununla birlikte, söz konusu seviyeler özel itici güçlerin olduğu daha spesifik alanlarda ispat edileceği düşünülebilir.

BAT kullanımı ile ilişkili emisyon ve sarfiyat seviyeleri, belirtilen referans koşullar (örneğin ortalama dönemleri) ile birlikte görülmelidir.

Yukarıda açıklanan “BAT ile ilişkili seviyeler” kavramı, bu belgenin diğer kısımlarında kullanılan “gerçekleştirilebilir seviye” teriminden ayrılmalıdır. Belirli bir tekniğin veya teknikler bileşiminin kullanılması suretiyle bir seviyenin “gerçekleştirilebilir” olarak tanımlandığı hallerde, bunun seviyenin bu teknikleri kullanan iyi muhafaza edilmiş ve işletilmiş bir tesiste veya proste önemli bir süre zarfında gerçekleştirilmesi beklenebileceği anlamına geldiği şekilde anlaşılması gerekir.

Mevcut olduğu hallerde, giderler ile ilgili veriler önceki bölümde sunulan tekniklerin açıklaması ile birlikte verilmiştir. Bunlar, ilgili giderlerin büyüklüğü hakkında kaba bir resim verir. Bununla birlikte, bir tekniğin uygulanmasının gerçek maliyeti, örneğin vergiler, ücretler ve ilgili tesisin teknik özelliklerine kuvvetle bağlı olacaktır. Sahaya özel faktörlerin bu belgede tam olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Giderler ile ilgili verilerin olmadığı hallerde, tekniklerin ekonomik olarak varlıklarını sürdürebilmesi konusundaki sonuçlar, mevcut tesislerdeki gözlemlerden çıkarılır.

Bu bölümdeki genel BAT’ın, mevcut bir tesisin mevcut performansı veya yeni bir tesis ile ilgili bir teklif üzerinde bir hüküm verilecek bir referans noktasıdır. Bu şekilde, tesisat ile ilgili “BAT tabanlı” uygun koşulların tespitinde veya 9(8) fıkrası çerçevesinde genel bağlayıcı kuralların oluşturulmasında yardımcı olacaklardır. Yeni tesislerin burada sunulan genel BAT seviyelerinde ve hatta daha üzerinde bir performans gösterecek şekilde dizayn edilebileceği öngörülür. Her durumda tekniklerin ekonomiklik ve teknik uygulanabilirliğine bağlı olmak kaydıyla, mevcut tesislerin genel BAT seviyelerine doğru hareket etmesi veya daha iyisini yapabileceği de düşünülür.

BREF’ler yasal olarak bağlayıcı standartlar belirlemediği halde, sanayiye, Üye Ülkeler’e ve kamuoyuna belirtilen teknikler uygulanırken gerçekleştirilebilecek emisyon ve sarfiyat seviyeleri konusunda rehberlik ile ilgili bilgiler vermeleri amaçlanır. Özel bir durum ile ilgili uygun limit değerlerin, IPPC Talimatı’nın amaçlarının ve yerel mülahazaların dikkate alınması suretiyle tespit edilmesi gerekecektir.

Bu bölüm, yığın galvanizlemeden gelen çevresel etkilerin azaltılması ile ilgili mevcut en iyi teknikleri ele almaktadır. Mümkün olan hallerde, yapı üretim hattının mantığını takip eder ve BAT’ı bireysel işletme aşamaları bakımından tanımlar. Bununla birlikte, bazı tedbirler, özellikle aslı ve önleyici tedbirler tek bir proses aşamasına verilemez ve bir bütün olarak tesise tahsis edilmelidir. Mümkün olduğu kadar ve mevcut verilerin müsaade ettiği ölçüde, emisyon seviyeleri, etkinlikler veya yeniden sirkülasyon hızları, tekniklerin uygulanması ile beklenebilecek bir iyileşme göstergesi olarak verilir. Birtakım teknikler ile ilgili olarak, bariz olumlu etki tam bir sayı ile açıklanamaz, ancak bu tekniklerin bazıları yine de BAT sayılır.

Aksi belirtilmediği sürece, aşağıdaki BAT bölümlerinde sunulan emisyon rakamları günlük ortalama değerlerdir. Havaya bırakılan emisyonlar ile ilgili olarak, standart 273 K, 101.3 kPa ve kuru gaz koşullarına dayanırlar.

Suya yapılan deşarjlar, debi ile alakalı 24 saatlik karma numunenin günlük ortalama değeri veya gerçek işletme süresi boyunca debi ile alakalı karışık numune (üç vardiya halinde çalışmayan tesisler bakımından) olarak gösterilir.

Yıgın galvanizleme tesislerindeki **yağ alma** operasyonları ile ilgili olarak, aşağıdaki teknikler BAT sayılır:

- Ürünler tamamen yağsız (ki bur galvanizleme işinde ender rastlanan bir durumdur) olmadığı sürece, bir yağ alma sisteminin kurulması.
 - Etkinliği, örneğin çalkalama yoluyla artırmak için azamî banyo operasyonu.
 - Ömrü (sıyırma, santrifüj, vs. yoluyla) ve yeniden sirkülasyonu artırmak için yağ alma çözeltilerinin temizlenmesi; yağlı çamurun, örneğin termal olarak yeniden kullanılması.
- veya
- Bakteriler yardımıyla yağların yerinde temizlenmesi (yağ alma çözeltilerinden gres ve yağın çıkarılması).

Asitleme ve yıkamadan kaynaklanan çevresel etkinin asgarî düzeye indirilmesi ile ilgili asıl tedbir, ‘karışık asitler’in (hem yüksek demir hem de çinko muhteviyatı ile) rejenerasyon veya yeniden kullanım konusunda problemlere neden olması dolayısıyla, her ikisinin de ayrı arıtma tesislerinde arıtılması gerekir. Karışık asit ile ilgili hiçbir uygun arıtma seçeneği olmadığı sürece, asitleme, yıkama ve rejenerasyon yeni ve mevcut tesisler için BAT olarak kabul edilir.

Asitleme ve yıkama suyu ayrılmasının mümkün olmaması halinde, örneğin ek asitleme/sıyırma tanklarının tesis edilmesi için yeterli yer olmadığı zaman, Flaks üretimi için karışık asitlerin haricî olarak yeniden kullanımı BAT sayılır.

Harcanmış karışık asitleme çözeltileri için çözücü ekstraksiyonu kullanan merkezî bir arıtma tesisi ile bu prosesi çalıştıran bir galvanizleme tesisi bildirilmiştir (bakınız Bölüm C.4.3.8). Bu (haricî) arıtma tesislerinin mevcut olduğu yerlerde, HCL’nin harcanmış karışık asitleme çözeltilerinden çözücü ekstraksiyonunun kullanılmasıyla geri kazanımı, Flaks madde geri kazanımına alternatif sayılabilir.

HCl asitlemesi ile ilgili olarak, çevresel etkileri azaltmak için aşağıdaki teknikler BAT sayılır:

- Banyo sıcaklığı ve konsantrasyonu parametrelerinin yakından izlenmesi; ve Kısım D/Bölüm D.6.1 ‘Açık Asitleme Banyosu Operasyonu’nda verilen limitler içerisinde çalışma.
 - D.6.1’de verilen çalışma aralığının dışında çalışma arzu edilirse, örneğin ısıtılmış veya daha yüksek konsantrasyonlu HCl havuzlarının kullanılması halinde, bir ekstraksiyon ünitesinin tesisi ve ekstraksiyon havasının arıtılması (örneğin ovalayarak yıkama yoluyla) BAT sayılır. İlişkili HCl emisyonu seviyesi 2 – 30 mg/Nm³’tür.
 - Banyonun gerçek asit etkisine ve aşırı asitlemeden kaçınmak için asit inhibitörlerinin kullanılmasına özel dikkat.
 - Harcanmış asit çözeltilerinden serbest asit parçası geri kazanımı.
- veya

- Asitleme çözeltisinin haricî yenilenmesi.
- Çinkonun asitten çıkarılması.
- Harcanmış Flaks madde üretimi için harcanmış asitleme çözeltisinin kullanımı.

Harcanmış asitleme çözeltisinin nötrleştirilmesi ve harcanmış asit çözeltisinin emülsiyon ayrımı için kullanılması BAT sayılmaz.

Genellikle, ön arıtma tankları arasında iyi drenaj olması savunulur. Ayrıca, yağ almadan sonra ve asitlemeden sonra, müteakip proses havuzlarına aktarmadan kaçınmak ve dolayısıyla bu banyoların ömrünü uzatmak için **durulama** esastır. BAT,

- Statik durulama veya durulama kaskatları.
- Önceki proses havuzlarının doldurulması için durulama suyunun yeniden kullanılması.
- Atık su çıkarmadan işletme (atık su, atık su arıtımının gerekli olacağı istisnaî durumlarda üretilebilir).

Ergitme ile ilgili olarak, banyo parametrelerinin kontrolü ve kullanılan azamî düzeye çıkarılmış Flaks miktarı, emisyonun proses hattı boyunca daha da azaltılması için de önemlidir. Bizzat Flaks banyosu ile ilgili olarak, çözeltinin kısmi rejenerasyonu (örneğin H₂O₂, elektrolitik oksidasyon veya iyon değişimi kullanmak suretiyle) veya bir rejenerasyon ünitesi tesisinin mümkün olmaması halinde, dışarıdan rejenerasyon mümkündür. Hem dahilî hem de haricî Flaks banyosu rejenerasyonu BAT sayılır.

Sıcak daldırmadan kaynaklanan ana problem, daldırma sırasında Flaks maddenin reaksiyonundan doğan hava emisyonlarıdır. Aşağıdaki teknikler BAT sayılır:

- Sıcak daldırmadan çıkan emisyonların kabın kapatılması veya toz azaltmadan (örneğin kumaş filtreler veya ıslak ayırıcılar ile) önce ağızdan ekstraksiyon ile tutulması. Bu teknikler ile ilişkili toz seviyesi < 5 mg/Nm³tür.
- Flaks madde üretimi için toplanan tozun dahilî veya haricî olarak yeniden kullanılması. Bu, ara sıra tesisteki tersine dönmüş koşullar, (kötü bir şekilde yağı alınmış ürünlerin galvanizlenmesi) dolayısıyla düşük konsantrasyonlu dioksinler ihtiva edebileceğinden dolayı, dioksinlerden ari Flaks maddeler veren yegane geri kazanım prosesleri BAT'tır.

Galvanizleme kazanlarından çıkan baca gazlarından ısı transferi yoluyla, enerji tasarrufu ile ilgili fırsatlar sınırlı olmasına rağmen (düşük hacimler ve nispeten düşük sıcaklıklar, 450°C), tesisin başka bir yerinde kullanılan sıcak suya veya kurutma havası olarak kullanmak üzere bu kaynaktan ısıyı geri kazanmak iyi bir uygulamadır.

Bütün **çinko ihtiva eden atıklar** (cüruf, sert çinko ve serpintiler/fıskırtılar) ile ilgili olarak, ayrı depolama ve yağmura ve rüzgara karşı koruma ve demir ihtiva etmeyen metaller sanayinde veya başka sektörlerde ihtiva ettikleri değerli maddelerin geri kazanımı amacıyla yeniden kullanım BAT sayılır.

C.6. YIĞIN GALVANİZLEME İLE İLGİLİ OLARAK ORTAYA ÇIKAN TEKNİKLER

Galvanizleme prosesinde, çinko ile çeliğin galvaniz kaplama oluşturmak üzere reaksiyon göstermesi için yeterli süre verilerek, çelik malzemenin galvaniz kaplanması sağlanır. Kaplamanın kalınlığı ve niteliği Avrupa standardı ile kontrol edilir. Son yıllarda, sanayideki varlıkların kalitesi önemli ölçüde artmış ancak ağır çeliğin sıvı çinkoya maruz bırakılmasına

olan ihtiyaç tarafından empoze edilen sınırlamalar nedeniyle prosesin ana niteliği değişmemiştir. Bu nedenle, esas olarak farklı ilkelere dayanan yeni bir teknik ortaya çıkmamıştır.

Bununla birlikte, suya ve havaya çıkan emisyonların kontrolü konusundaki performansı iyileştirmek için önemli çaba gösterilmiş olup gösterilmeye devam etmektedir.

Çinko ve demirin karışık muhtevalı asitleme çözeltilerinden ayrılması bir süredir ilgi çeken bir konu olmuştur. Açık literatürde çeşitli prosesler geliştirilmiş ve bildirilmiştir. Bu teknikler, emisyonları sınırlandırmaya devam ederken ihtiva ettiği değerlerin geri kazanımını ve geri dönüşümünü azamî düzeye çıkardığı ölçüde BAT gereklerini karşılar. Genel olarak, Galvanizleme prosesinin su dengesini sağlamak için sürekli su takviyesi yapmak gerekir. EGGA tarafından gözden geçirilen bütün durumlarda, sulu tahliye, tamamlama suyunun bir parçası olarak geri dönüştürülebilir. İstenmeyen maddelerin birikmesi bir zorluk gibi görünmez. Kısa veya yakın gelecekte, BAT'a uygun çeşitli proseslerin ortaya çıkma ihtimali vardır.

Benzer şekilde, duman emisyonlarının mevcut Flakslara dayanan düşük dumanlı Flaksların ya da yeni eritme sistemlerinin kullanılması suretiyle kaynağında azaltılması konusundaki araştırmalar devam etmektedir. Kaynağında duman azaltmanın vaat edilen yararı, torba filtrenin basınç düşmesinde ve dolayısıyla enerji gereksiniminde önemli bir azalmaya sahip bir düşürme kutusu gibi daha basit bir alet ile olası değiştirilmesidir. Bu araştırmalar yeni olup açık literatürde sadece sınırlı bir ölçüde bildirilir. İlk göstergeler, tekniğin, düşük ancak yine de standart torbalı filtreli sistemden biraz yüksek partikül emisyonu üretmesi ancak önemli ölçüde daha az enerjiye ihtiyaç duymasındadır. Sahadaki partikül emisyonlarının ve enerji santrali gaz emisyonlarının dengesi ile ilgili kararın, tekniğin BAT'a uygun sayılabileceği şeklinde olacaktır. [EGGA 7/00]

Galvanizleme banyosundaki kurşun muhtevalarında bir azalma ve daldırma sırasındaki metal sıçramasının azaltılacağını iddia eden yeni bir Flaks formülasyonu (ABD patentli thermaflaks) konusunda gelişmeler bildirilmiştir. Teknik fizibilitenin henüz ispat edilmesi gereklidir; bu tekniğin toplu galvanizlemede hiçbir uygulaması bilinmemektedir.

C.7. SONUÇ AÇIKLAMALARI

Aşağıdaki sonuçlar ve tavsiyeler çalışmanın zamanlaması, bilgi kaynakları, verilerin bulunabilirliği ve kalitesi, TWG uzmanları arasındaki fikir birliği ve gelecekteki çalışma ile ilgili tavsiyeler ile ilgilidir.

Çalışmanın zamanlaması

Bu BREF'in hazırlanması yaklaşık iki buçuk yıl sürmüştür. Ana aşamalar aşağıdakiler olmuştur:

- İlk TWG toplantısı (başlama toplantısı) 11-12.12.1997
- TWG tarafından ilgili bilgi ve verilerin sunumu:
 - Bölüm 2 için Şubat-Ekim 1998
 - Bölüm 3 için Nisan-Ekim 1998
 - Bölüm 4 için Temmuz-Ekim 1998
- İlk taslak Aralık 1998
- İlk konsültasyon turu 16.12.1998-12.02.1999
- Düşüncelerin değerlendirilmesi ve yeniden taslak hazırlama: Mayıs-Temmuz 1999

Düşüncelere cevap, açıklama ve ek bilgi talebi)

- Eksik bilgilerin/verilerin sunumu: Eylül-Kasım 1999
- İkinci taslak Aralık 1999
- İkinci TWG toplantısı 17.12.1999-17.02.2000
- İkinci TWG toplantısı sırasında ortaya çıkan çelişkili konular ile ilgili sunumlar: 28.03.2000-19.07.2000
- ‘Yeni’ bölümler konusunda konsültasyon (*revize edilen Bölüm 5, Bölüm 7 Sonuçlar ve Tavsiyeler, İcra Özeti Bölüm 4: SCR ve SNCR*),
- Son taslak

Bilgi kaynakları

Demir ihtiva eden metalleri işleme sektörünün çeşitli yönlerini ele alan 65 rapor sunulmuştur. Bu raporlar çok farklı türlerde bilgiler (istatistiksel bilgiler, üretim teknolojilerin tanımı, durum çalışmaları ve emisyon/sarfiyat verileri de dahil belirli çevresel tedbirler konusunda bilgiler) ihtiva eder. Farklı bakış açılarından hazırlanmışlardır; çoğu sadece tekli yönler veya medya üzerinde dururken, sadece birkaçı bütün çevresel meseleleri ele alır.

Demir İhtiva Eden Metalleri İşleme BREF’i konusundaki çalışma dönemi boyunca, sanayin gölgesi sıcak haddeleme, soğuk haddeleme ve sürekli kaplama üzerinde yoğunlaşır ve Avrupa Genel Galvanizciler Birliği (EGGA), sektörleri hakkında uygulanan üretim teknikleri ve bazı çevresel tedbirler ile ilgili raporlar ve bildirimler sağlamıştır. Almanya, “Alman Demir İhtiva Eden Metalleri İşleme Sanayii’nde BAT” hakkında bir rapor sunmuştur.

Bu belgelerin bulunabilirliği, belgenin kalitesi açısından önemlidir, ancak prosesin erken zamanlarında gönderilmemeleri halinde yararlılıkları tehlikeye atılmış olur. BAT’ın tespitinde göz önünde bulundurulacak teknikler ile ilgili hayatî bilgilerin sunulmasındaki gecikmeler bu BREF’in taslaklarının yayınlanmasında gecikmelere yol açmıştır.

Mevcut en iyi teknikler

BAT, demir ihtiva eden metalleri işleme ile ilgili üç alt sektörün tamamı ve bireysel üretim aşamaları ile ilgili olarak belirlenmiştir. Bunlar, tarihçe ve gerekli olan yerlerde BAT olarak seçilme ve bildirilen BAT ile ilgili emisyon seviyelerinin ispatı üzere üç adet başlık şeklinde Bölüm 5’te ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. İcra özeti bütün bu BAT sonuçlarını ihtiva etmektedir.

Fikir birliği seviyesi

Bu BREF’in Kısım A’sı çeşitli bölünmüş görüşler ihtiva eder. TWG’nin mutabakata varamadığı üç alan olmuştur:

- Torbalı filtrelerin/elektrostatik çöktürücülerin uygulanmasına yönelik BAT ile ilişkili toz seviyeleri
- Yeniden ısıtma fırınları ile ilgili SCR ve SNCR NO_x azaltma tedbirleri
- Fuel-oil’deki kükürt muhtevası.

Toz emisyonları konusunda TWG, toz tutma ve torbalı filtrelerin BAT olduğunu kabul etmiştir ancak torbalı filtrelerle gerçekleştirilebilecekler konusunda iki genel bakış açısı olmuştur. Deneyimlerine ve gerçekleştirilen toz seviyeleri konusundaki bilgilerine dayanarak,

sanayi 20 mg/Nm³'lük daha yüksek bir seviye önermiştir. Bazı Üye Ülkeler ve çevre ile ilgili sivil toplum örgütleri, 5 mg/Nm³'ün altını torbalı filtreler ile ilgili uygun seviye olduğunu düşünmüştür, ancak sadece çok az sayıda rakam olmuştur ve çoğu uygulamalar ile ilgili olarak bu görüşü destekleyecek hiçbir veri sunulmamıştır (ayrıca gelecekteki çalışma ile ilgili tavsiyelere de bakınız).

Yeniden ısıtma fırınlarındaki SCR ve SNCR konusundaki bilgiler ve veriler çalışmanın çok geç bir aşaması sırasında, ikinci TWG toplantısı sırasında ve sonrasında alınmıştır. Bazı TWG üyeleri, bu tekniklerin BAT olduğunu düşünürken, diğerleri teknik ayrıntılar ve ekonomiklik konusundaki mevcut bilgilerin SCR ve SNCR'nin BAT olup olmadığı konusunda kesin bir karar vermeye olanak sağlayacak kadar yeterli olmadığını düşünmüştür. Bu anlaşmazlık bu alıştırmanın hemen hemen sonunda ortaya konduğundan dolayı, önemli hususların çözüme kavuşturulması için zaman olmamıştır (ayrıca gelecekteki çalışma ile ilgili tavsiyelere de bakınız).

Bir başka ayrılık noktası da fuel-oilin içindeki kükürt muhtevasının sınırlanması konusudur. S < %1'lik bir seviye 1700 mgSO₂/Nm³ kadar yüksek emisyonlara neden olmasına rağmen, bazı TWG üyeleri bunun BAT olması gerektiğini düşünmüştür. Diğerleri ise fuel-oil içindeki daha düşük bir kükürt seviyesini veya ilave SO₂ azaltma tedbirlerini BAT saymıştır.

Bu BREF'in Kısım B ve C'si yüksek bir fikir birliği seviyesi yaşamaktadır. Hiçbir farklı görüş tespit edilmemiştir. Bilgi alışverişi sürecindeki bütün taraflar bunları kabul edilebilir bir sonuç saymaktadır.

Gelecekteki çalışma ile ilgili tavsiyeler

BAT'ın tespit edilmesinde göz önünde bulundurulacak tekniklerin yerine getirilmesi, özellikle gerçekleştirilen emisyon ve sarfiyat seviyeleri ve ekonomiklik konusundaki veri ve bilgi eksikliği bu BREF belgesinin bir aksaklığı olarak bildirilmiştir. Gelecekteki BREF gözden geçirmeleri ile ilgili olarak, bütün TWG üyeleri ve ilgili taraflar bu verileri ve bilgileri toplamaya devam etmemelidir ve prosesin geç aşamalarından ziyade erken aşamalarında vermelidir.

BAT'ın tespitinde göz önünde bulundurulacak tekniklerin oldukça yüksek bir sayısı ile ilgili olarak, hiçbir bilgi yoktur veya sadece teknik bir tanım mevcuttur. Referans tesisler ile ilgili bilgiler ve gerçek performans verileri nadir bulunmaktadır. Bu belgenin revizyonu ile ilgili olarak kayıp bilgiler temin edilmelidir. İlgili tekniklerin bazıları aşağıdakilerdir:

Kısım A:

- Laminar akışlar ile ilgili azamî düzeye çıkarılmış su pompaları
- Yağ alma banyosu kaskatlarının uygulanması
- Sıcak su ön yağ alma işlemi
- Yağ alma havuzunun ısıtılması ile ilgili ısı kullanımı
- Elektrostatik yağlama
- Yağ spreynin azamî düzeye çıkarılması
- Azamî düzeye çıkarılmış sonlandırma prosesi
- Taşlama emülsiyonunun temizlenmesi ve yeniden kullanımı
- Egzoz sistemi (PTETEX/SBT)
- Harcanmış asit asitleme çözeltilisinin haricî kullanımı

Kısım C:

- Ham maddelerin ve yardımcı malzemelerin depolanması ve manipasyonu
- Tüp bitirme prosesinden çıkan emisyonların tutulması/arıtılması

Kısım D:

- Yağ alma banyosu kaskatlarının uygulanması
- Sıcak su ön yağ alma
- Yüzey maddelerinin ve yağın adsorblanması (filtrasyon tarafından takip edilen çökeltme)
- Elektrolitik asitleme
- Durulama suyunun iyon değişimi, elektrolitik demir alma, ters osmoz, oksitleyici demir çıkarımı kullanılarak arıtılması.

Bölüm 6 “Ortaya Çıkan Teknikler”de çeşitli teknikler sunulmaktadır. Gelişmedeki ilerleme ve FMP sektöründe uygulamaya uygunluk bu tekniklerin Bölüm 4 “BAT”ın tespitinde göz önünde bulundurulacak teknikler” ve/veya Bölüm 5 “Mevcut En İyi Teknikler”e muhtemel taşınması ile ilgili olarak kontrol edilmelidir.

Esas olarak tedarikçilerin verdiği bilgilerden elde edilerek, bazı tekniklerin sunumunun çok olumlu hale getirildiği ve sadece avantajların sunulduğu şeklinde eleştiriler yapılmıştır. Bu, esas olarak harcanmış arıtma banyoları, örneğin harcanmış asitleme çözeltileri veya harcanmış yağ alma veya Flaks banyoları ile ilgili tasfiye ve yenileme prosesleri ile ilgilidir. Burada, sanayiden yaşadıkları problemlerin açıklamaları ile birlikte, belirli tekniklerle elde ettikleri bilgileri ve sonuçları vermesi istenmektedir.

Genel olarak daha fazla emisyon ve sarfiyat verisine ihtiyaç vardır, ancak özellikle ilgi çeken veriler, hem ön hava ısıtması kullanan hem de kullanmayan fırınlar ile ilgili NO_x emisyonları (konsantrasyon ve spesifik emisyonlar) konusundaki rakamlardır. Bu bilgiler, hem azaltma tedbirlerinin etkinliği konusunda daha kapsamlı bir değerlendirmeyi, hem de NO_x emisyonlarına kıyasla enerji tasarrufunun avantajlarının ve dezavantajlarının bir karşılaştırmasını olası hale getirir.

BAT ile ilişkili toz seviyesi konusundaki bölünmüş bir görüşün BREF’te belirtilmesinin gerektiği çeşitli sıcak ve soğuk haddeleme (Kısım A) üretim aşamaları ile ilgili olarak gerçekleştirilen toz emisyonu seviyeleri konusunda daha fazla veri gereklidir. Özellikle, 5 mg/Nm³’lük düşük seviyeyi savunanlar görüşlerini ispat etmek için veriler sağlamaya çalışmalıdır.

SCR uygulayan tesislerin (itici tip fırınlar) sayısının artma ihtimali olduğu bildirilmiştir. Bu BREF gözden geçirildiği zaman, yeniden ısıtma fırınları ile ilgili SCR ve SNCR’nin performansı ve uygulanabilirliği konusunda mevcut daha fazla bilgi olmalıdır. Mevcut SCR ve SNCR tesisleri, mevcut bilgilerin çok kısa bir işletme dönemine dayandığı şeklindeki eleştiriye cevap vermeye yardım edecek daha uzun bir işletme tarihçesine sahip olacaktır. Muhtemelen, bu tekniklerin BAT’ı oluşturup oluşturmadığı konusundaki anlaşmazlık o zaman çözülebilecektir.

İkinci TWG toplantısı sırasında, indüktif ısıtmanın fırınlardaki çeşitli uygulamalar ile ilgili olarak BAT olduğu hususu ortaya atılmıştır. Bu BREF’te, indüktif ısıtmaya göz önünde bulundurulacak bir teknik olarak yer verilmektedir, ancak mevcut bilgilerin bu tekniğin bir BAT olup olmadığına karar vermek için yeterli olmadığı belirtilmiştir. Bu kararın verilebilmesi için daha fazla bilgi ve veri toplanmalıdır.

Ortaya atılan başka bir husus da toplu galvanizlemeden tozun dioksin muhtevası ve bu tozlar geri dönüştürüldüğü zamanki potansiyel dioksin birikimi riskleri olmuştur. Normal tesis çalışması ile ilgili olarak gerçek dioksin muhteviyatının bilgi ve verilerinin derlenmesi için

aba gösterilmeye devam edilmelidir. Mevcut veriler, bu problem hakkında bir hükme olarak sağlamak ve potansiyel risk değerlendirmesi yapabilmek için IPPCB ve TWG'ye verilmelidir.

2005 yılı için bu BREF belgesinin bir revizyonu tavsiye edilir.

BÖLÜM D

BİRÇOK ALT SEKTÖRLER İÇİN

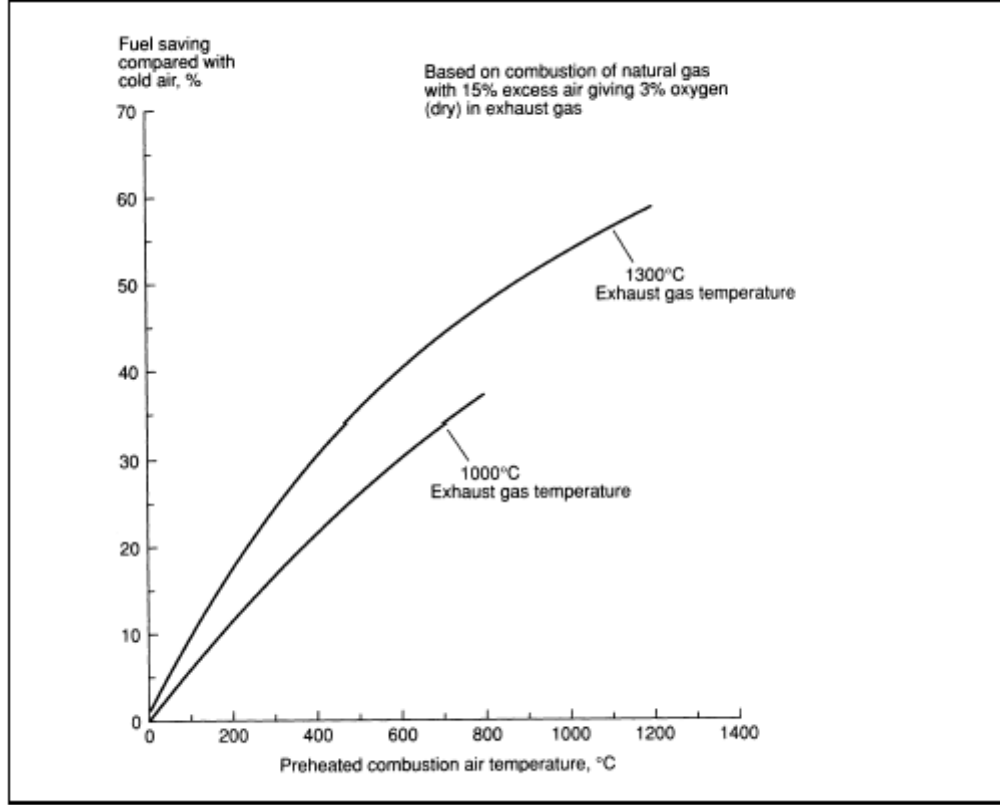
ORTAK TEKNİKLER

Birden fazla sektör için En İyi Teknoloji (BAT) belirlemede teknikler

BAT'nın belirlenmesinde düşünülen kesin tekniklerin tarif edilmesinin tekrarından kaçınmak için; Bölüm D, çeşitli alt sektörlerde uygulanabilen detaylı teknik tanımlamalar ve bilgiler içerir. Tekniklerin (başarılmış çevresel faydalar, uygulanabilirlik, 'cross media' etkileri, referans fabrikalar, kullanıma hazır veriler, ekonomiler, uygulama için çalışma enerjisi ve literatür belirli sektöre özgü yönleri, Bölüm D'ye yapılan göndermelerin de içinde bulunduğu bu belgenin (A, B veya C) ilgili bölümlerinde ele alınmıştır.

D.1 FIRINLAR: ISI VERİMLİLİĞİ

Fırınlarda ısısal verimliliğini arttırmak için fırından atılan gazlar, yanma havasının ön ısıtması için kullanılabilir. Isısal verimlilik, yanma havasının ön ısıtma sıcaklığı arttıkça ve atılan gazın sıcaklığı azaldıkça artar. Resim D.1-1, yanma havasının ön ısıtılmasıyla elde edilen yakıt tasarrufunu gösterir. Gerçek değerler teorik değerlerden farklılık gösterebilir çünkü bunu etkileyen başka faktörler de vardır.



Şekil D.1-1: Yakma havasının ön ısıtılmasıyla elde edilen yakıt tasarrufu (ETSU-G76)

Genel olarak iki sistem vardır; yenileyici (rejeneratif) ve iyileştirici (reküperatif) sistemler/yakıcılar.

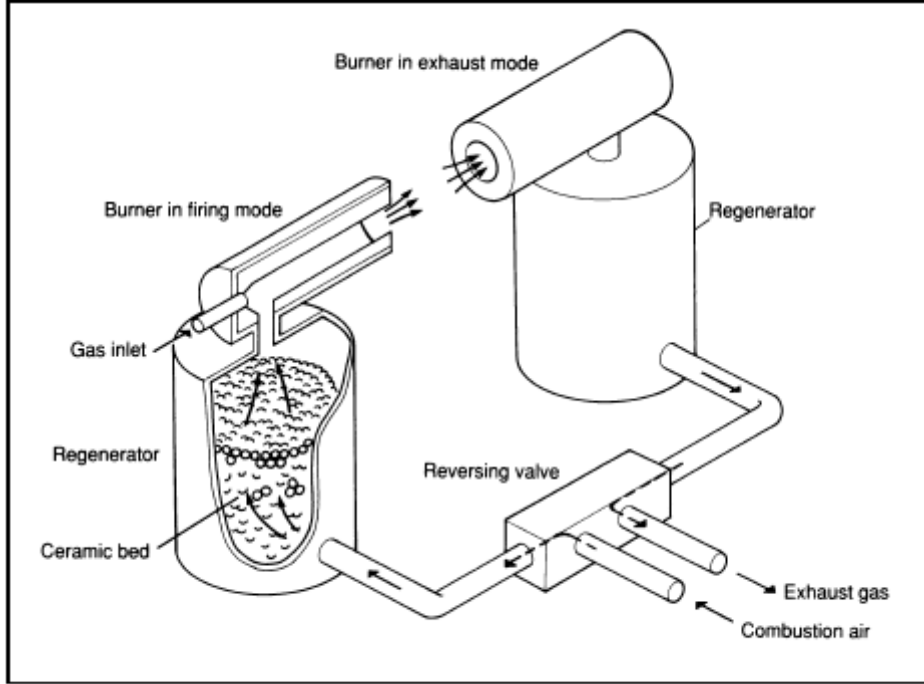
D.1.1 Rejeneratif (Yenileyici) Yakıcılar:

Rejeneratif yakıcılar, örneğin tuğla parçaları ya da seramik topraklar içeren iki ısı değiştiricisi kullanır. Resim D.1-2, bu şekildeki bir rejeneratif yakıcı sistemini gösterir. Bir yakıcı yanma modunda iken diğer yakıcının rejeneratörü atık gazla temas halinde ısıtılır ve diğeri giren yanma havasını ısıtır. Belli zaman sonra akışlar tersine çevrilir. Bu gibi sistemlerde, havanın ısıtıldığı sıcaklık 1100 oC (ve 1300 C) ye ulaşabilir, fakat gerçek sıcaklıklar atık gaz giriş sıcaklığına göre değişir. Hava ön ısıtma sıcaklıklarına göre NOx emisyonu 3000 mg/m³ değerine kadar ulaşabilir.

Rejeneratif yakıcıların özel bir türü, rejenerasyon yatağı yakıcısının kendi gövdesi ile birleştirilmesiyle daha küçük bir dizayna sahip olan entegre yataklı yakıcıdır. Bu tip yakıcılar özellikle, yerleştirme açısından yer problemi olan retrofitting fırınları ve küçük fırınlar için uygundur.

Rejeneratif sistemler hava ön ısıtma sıcaklığının 600 oC' nin üzerine çıkması için, yüksek atık gaz sıcaklıklarında tercih edilirler. Hava ön ısıtma sıcaklığı proses sıcaklığı ile sınırlıdır ve

genellikle proses sıcaklığının 150 – 200 oC daha altındadır. %80' e kadar fırın ısı verimliliği ve %60' a kadar yakıt tasarrufu elde dlebilir.

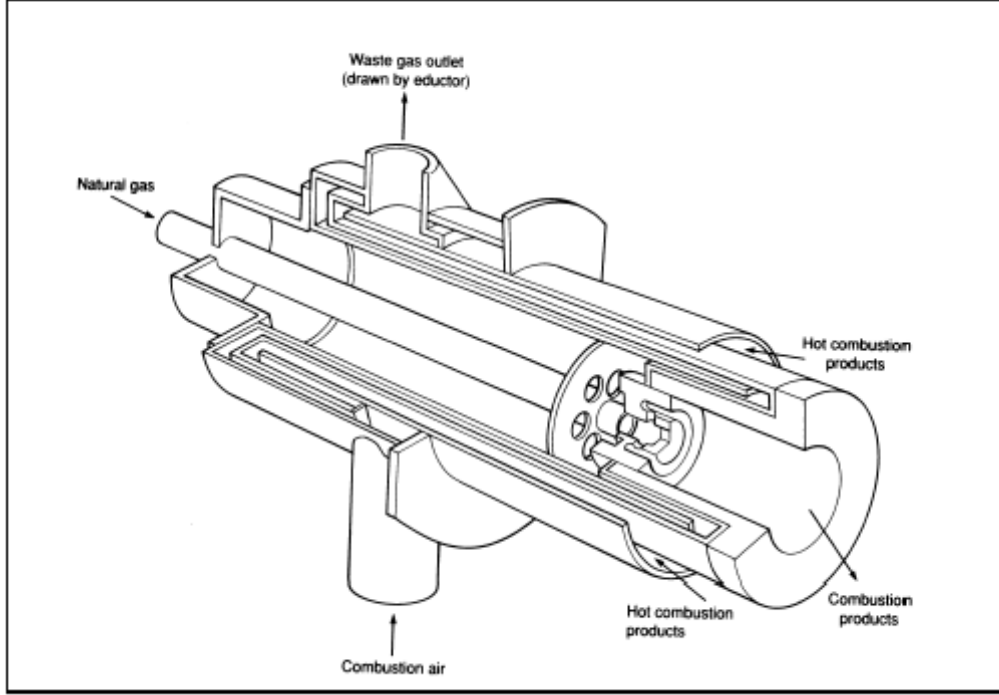


Şekil D.2-2: Rejeneratif yakma sisteminin şematik gösterimi (ETSU-G76)

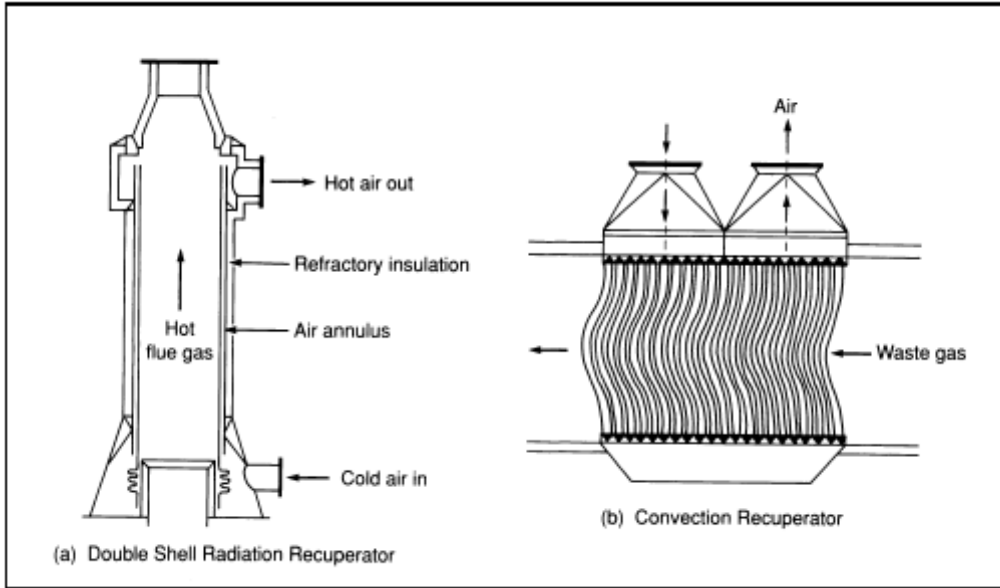
Bir rejeneratif sistem kısmen, yığın tip proseslerde etkilidir, çünkü yığın proseslerde genellikle ön ısıtma bölgesi bulunmaz. Merkezi ön ısıtma sistemine sahip yürüyen fırınlarda, yanma gazının sıcak bölgeden soğuk bölgeye taşındığı uzun ön ısıtma bölgeleri sayesinde benzer ısı verimleri elde edilir.

D.1.2 Reküperatörler (iyileştiriciler) ve Reküperatif (iyileştirici) Yakıcılar

Reküperatör, ısının sürekli olarak yanma havasına transfer edildiği, atık gaz çıkış bölgesinde bulunan ısı değiştiricisidir. Çeşitli şekilde dizayn edilebilirler. Kendinden ön ısıtmalı yakıcılarda, yanma havasının ön ısıtılması için entegre ısı değiştiricileri vardır.



Şekil D.1-3: Reküperatör yakıcısının şematik görünümü (ETSU-G76)



Şekil D.1-4: Tipik egzoz gazı reküperatörü (ETSU-G76)

Atık gaz sıcaklığının ısı aktarımı ile yanma havası sıcaklığı, proses sıcaklığına bağlı olarak 550 – 620 oC' ye ısıtılır. Daha yüksek ön ısıtma sıcaklıkları teknik olarak mümkündür fakat konstrüksiyon - malzeme ısı direnci sebebiyle çok fazla maliyet gerektirir. Yaklaşık %65 ısı verimliliğine ulaşılabilir.

D.2 FIRINLAR : NO_x EMİSYONLARINI AZALTMA ÖNLEMLERİ

NO_x emisyonlarını azaltmanın en kolay metodu; "kirli" yakıt yerine, "temiz" yakıt kullanmaktır. Ancak bu değişiklik halihazırda varolan işletmeler için karlı olmayabilir ve uygulamada mevcut işletmelerin ulaşabildiği (alınabilen) gazlar, fırınlarda kullanılacak

yakıt tipini belirlerler. Bunun da ötesinde, katı ve sıvı yakıtların kükürt içeriği ile, azot içeriğine göre daha fazla ilgilenilir. [HMIP - 95 - 003]

Diğer bir kolay metot ise, yanma havasının ön ısıtma miktarını azaltmaktır ki bu yöntem baca gazlarının içerisindeki NO_x emisyonlarını azaltır fakat aynı zamanda bu yöntem yakıt tüketimini ve CO₂ emisyonunu artırır. Böyle bir durumda, enerji verimliliği ve emisyon azaltımı arasında dengeli bir uzlaşmanın bulunması gereklidir.

NO_x emisyonu azaltımı yöntemleri birincil ve ikincil olarak sınıflandırılabilir. Birincil yöntemler yanma prosesinin değiştirilmesi ile yanma odasında ortaya çıkan NO_x 'in sınırlandırılmasıdır. Bu işlem genellikle varolan oksijenin, yakıt ve / veya maksimum yanma sıcaklığına göre kontrol edilmesi ile gerçekleştirilir. Bu tür bir kontrol genellikle klasik tip brülörlerin, düşük NO_x emisyonlu brülörler şeklinde modifiye edilmesi ile kolayca elde edilir ki bu tip brülörlerde hava ve yakıt karışımı kademeli bir yanma sağlamak amacıyla dikkatlice kontrol altında tutulur. Alevsiz brülörler, Dış baca gazları sirkülasyonu veya Su püskürtülmesi şeklinde adlandırılan yöntemleri de kapsayan diğer yöntemler, 6. Bölümde tanımlanmıştır. [HMIP - 95 - 003]

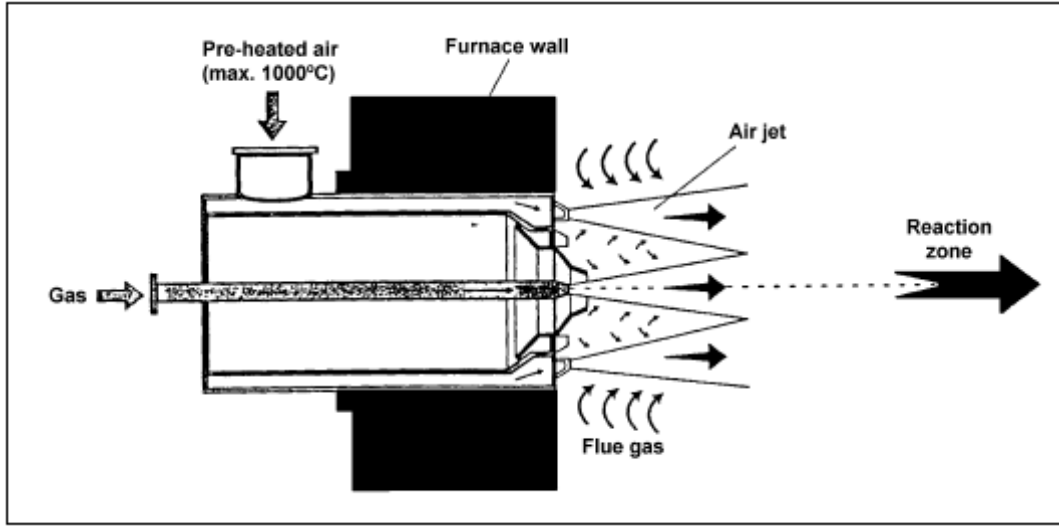
İkincil yöntemler, baca veya egzoz gazlarındaki yanma esnasında oluşmuş NO_x'leri bertaraf ederek temizleme şeklindedir. NO_x'leri (NO veya NO₂) egzoz gazlarından ayırma metotları ikiye ayrılırlar. Kuru prosesler, bir indirgeyici elementin püskürtülmesi vasıtasıyla NO_x'lerin N₂ haline dönüştürülmesini kapsarlar ve bir katalizör içerirler veya içermezler. En sık kullanılan kuru prosesler seçici bir etkiye sahiptirler. Bu proseslerin hemen hemen tümü sadece NO_x'leri uzaklaştırırken, aralarından pek azı SO₂ 'nin de uzaklaştırılmasında etkilidir. Islak prosesler ise baca gazlarının sıvı bir karışımdan geçirilmesini kapsarlar ki bu proseslerde hem NO_x'ler hem de SO₂ beraberce uzaklaştırılır. [HMIP - 95 - 003]

Islak metotların problemi, temizleme gerçekleştirildikten sonra işlenmeden atılması gereken çok miktarda su atığının ortaya çıkarmasıdır. Aksine kuru prosesler harcanmış katalizör dışında herhangi bir artık ürün ortaya çıkarmazlar ve bu proses atığının da işlenmesi genellikle ıslak metotlara göre daha kolay ve ekonomiktir. Bunların dışında bazı kuru metotlar SO₂'e karşı hassastırlar ve baca gazı akışı sırasında partiküller şeklinde kalırlar. [HMIP - 95 - 003]

D.2.1 Düşük NO_x Brülörü

Düşük NO_x brülörü terimi, NO_x emisyon seviyesini düşürmek için birçok dizayn özelliğini bünyesinde barındıran yeni nesil brülör tiplerine verilen genel bir isimdir. Bu tür brülörlerin ana prensipleri maksimum yanma sıcaklığını düşürme, yüksek sıcaklık bölgesindeki kalma zamanını azaltma ve yanma bölgesindeki fazla oksijeni engelleme şeklindedir. Bu sayılanlar genellikle havanın, yakıtın kademelendirilmesi ile ve / veya baca gazlarının içeride sirkülasyonu ile sağlanır.[HMIP -95- 003] Birçok farklı brülör dizaynı olmasından dolayı, tedarikçiden tedarikçiye de değişiklik göstermektedir. Şekil D.2-1. ve D.2-2 'de bunlardan iki örnek gösterilmiştir.

Şekil D.2-1 'de gösterildiği gibi baca gazlarının fırından aleve olan sirkülasyonu brülör tarafından desteklenebilir. Bu yakıt / hava karışımındaki O₂ konsantrasyonunu azaltır ve düşük sıcaklıklı, sessiz bir yanma ortaya çıkarır. Bu sirkülasyon ayrıca yakıt kaynaklı hidrokarbonlar sayesinde baca gazlarındaki NO_x'lerin kimyasal olarak indirgenmesine imkan verir. [EUROFER HR]

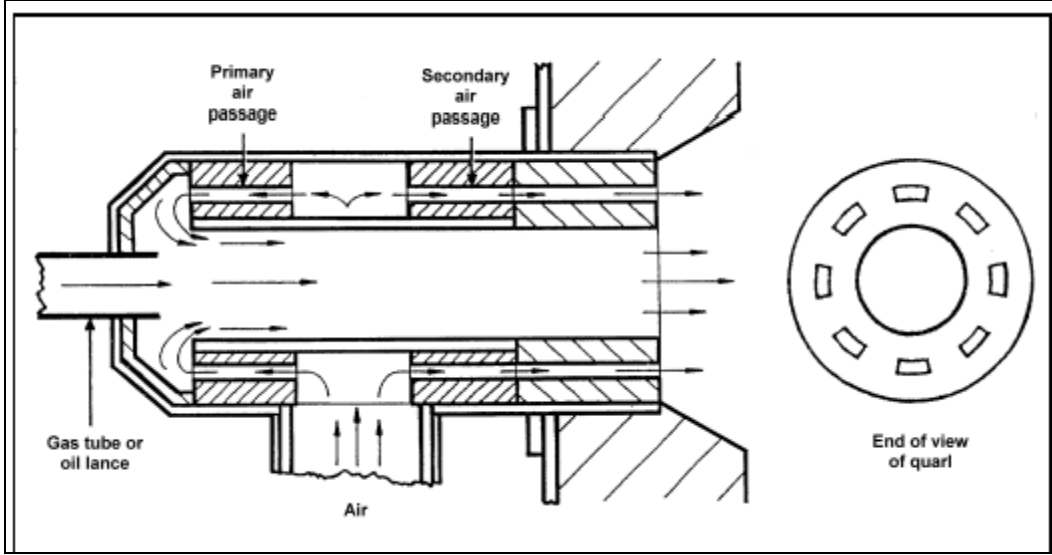


Şekil D.2-1 İç baca gazı sirkülasyonlu bir düşük NOx brülörünün şematik gösterimi [ETSU - 45]

NOx seviyesinin daha fazla düşürülmesi ve ön ısıtılmış havanın sıcaklığına olan bağımlılığının azaltılması artırılmış jet akışlı brülörlerle sağlanabilir. Bu tür brülörlerin bazı tiplerinde alev, çıkış ağzından uzaktadır (bağımsız) ve de gaz ve hava girişleri ayrılmıştır. [EUROFER HR]

Düşük NOx brülörlerinin genel çalışma şekli, alev içerisinde zengin yakıt bölgesi oluşturma şeklindedir. Bu durum kimyasal olarak yakıtta bağlı sabit azotun N₂'e çevrimini destekler ve maksimum yanma sıcaklığını da düşürücü etki yapar. Hem yakıt hem de termal NOx kaynakları engellediğinden NOx de azalacaktır. İstenilen etkiye kavuşmak için kademeli yanmayı kullanan iki ana tip NOx brülörü vardır. Bunlar hava kademeli ve yakıt kademeli brülörlerdir.

Hava kademeli brülörlerde, yakıtta ait azotun N₂'e dönüşmesi için, yanmanın ilk adımı hava-yakıt oranının (1.1 - 1.3) optimum tutulduğu, yakıtın kısmi zengin olduğu bölgede başlar. Yanmanın ikinci kademesinde yakıtsız olarak ikincil bir hava, kalan yakıtın yanmasını sağlayacak ve sıcaklık kaynaklı NO oluşmaması için sıcaklığı dikkatlice kontrol altında tutacak şekilde bu bölgeye gönderilir.



Şekil D.2-2 Hava kademeli düşük NOx brülörünün şematik gösterimi [HMIP - 95 - 003]

İki farklı yanma bölgesinin farklı şekilde oluşturulduğu birçok değişik dizayna sahip kademeli brülör tipi vardır. Aerodinamik tip kademeli brülörlerde bütün yanma havası aynı brülör açıklığından, ilk yakıtça zengin yanma bölgesinin oluşturulmasında aerodinamikliğin kullanılacağı şekilde akar. Dış hava kademeli brülörler de ise yanmanın tamamlanması için ayrı bir hava akışı kullanılır. Ön yanmalı hava kademeli brülörlerde yakıtça zengin olan bölge ayrı bir ön yanma bölümünde oluşturulur. Hava kademeli brülörlerin verimliliğini belirleyen iki ana dizayn faktörü; yanma sıcaklığı ve her bir yanma kademesinde geçen süredir. Üreticiler genellikle hava kademeli brülörlerin kontrol dışı NOx emisyonlarını %50-60 arasında düşüreceğini belirtirler.

Yakıt kademeli brülörlerde birincil yanma bölgesinde NO oluşumuna izin verilmez. İkincil bir yakıtça zengin veya tekrar yanma bölgesi oluşturmak amacıyla yakıt akış yönünde püskürtülür ve bu yolla NO' un N₂ tarafından indirilmesi sağlanır. Üçüncül yanma bölgesindeki artık yakıtın yanması amacıyla da akışa bir miktar hava eklenir. Bu noktada yanma sıcaklığı ve sıcaklık kaynaklı NO oluşumu dikkatlice kontrol altında tutulur. Tekrar yanma yakıtları doğal gaz ya da kömür olabilir.

Her iki tip düşük NOx brülöründe de zengin yakıt bölgesindeki NO₂'nin N₂'e dönüşmesi için gerekli anahtar reaksiyonlar; NO ile düşük hidrokarbon ve azot içeren radikaller arasında belirtilen koşullarda gerçekleşen reaksiyonlardır. NOx kimyasının mekanizması karmaşıktır. Burada bahsedilen, NOx oluşumunu düşürücü metotların etkinliği; brülör dizaynı, işletme, yakıt kalitesi (özellikle uçucu ve azot içerikli), partikül boyutu (özellikle sıvı ve katı yakıtlarda) ve işletmenin kapasitesi gibi birçok etmene bağlıdır.

Düşük NOx kademeli yakıcılar çoğunlukla endüstriyel fırınların kontrolü için kullanılırlar ve sisteme entegre edilmeleri zor değildir. Bir kısım yakıcı dizaynı brülörden çıkış hızında azalmaya sebep olabilir ve momentumdaki bu azalma fırın aerodinamiğinde ve dolayısı ile ısı transferinin dağılımında değişikliklere neden olabilir. Benzer olarak alev boyu artmaya meyledebilir ki bu durum ısıtılan malzeme ile alev arasından direkt teması engellemek için hava seviyesinin artırılmasını gerektirebilir. [HMIP-95-003]

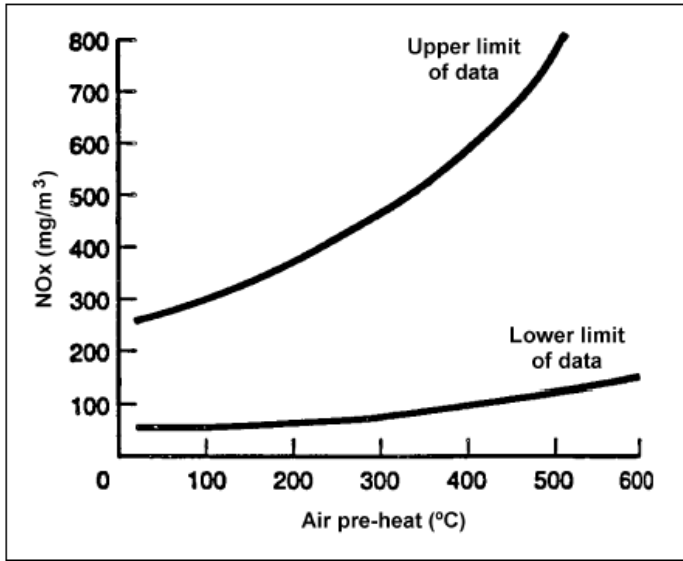
Düşük NOx kademeli brülörler, klasik brülörlere göre daha kompleks ve iri olabilirler. Bu yüzden fırın dizaynında problemlere yol açabileceği gibi, halihazırda var olan fırınlara da adapte edilmesi problemlili olabilir. Bu tür bir adaptasyonun yatırım maliyeti de fırının tipine

ve büyüklüğüne ve ayrıca yeni brülörlerin mevcut ekipman ile ne kadar uyumlu olacağına bağlıdır. Düşük NOx brülörlerinin kullanılması işletme maliyetlerinde artışa yol açmaz [ETSU-45]

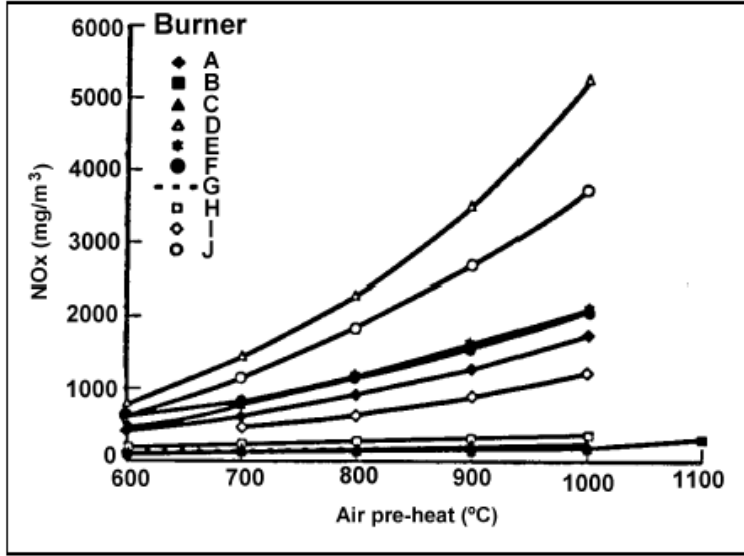
D.2.2 Hava Ön Isıtma Sıcaklığının Sınırlandırılması

Şekil D.2-3 ve D.2-4 de gösterildiği gibi, NOx emisyon değerleri, yanma havası sıcaklığı arttıkça artar. Dolayısıyla, NOx emisyon değerinin sınırlandırılması için, hava ön ısıtmanın sınırlandırılması bir önlem olabilir. Diğer yandan, hava ön ısıtma bölüm D.2' de açıklandığı gibi, fırın ısı verimliliğinin artırılması ve yakıt tasarrufu sağlanması için yapılan bir uygulamadır. Hava ön ısıtma sıcaklığının düşürülmesiyle, yakıt sarfiyatındaki beklenen artış tablo D.2-1' de görülebilir.

Parasal olarak maliyet düşürücü olması sebebiyle, fakat ilaveten yakıt miktarının azalmasıyla CO₂, SO₂ gibi havayı kirleten bileşenlerin miktarı da azalır, genellikle işletmelerde yakıt miktarının azaltılmasına çalışılır. Sonuç olarak, enerji verimliliğinin artırılması, CO₂ ve SO₂ emisyonunun daha az olması ile yüksek NOx emisyonu arasında bir seçim yapılır. Ön ısıtma sıcaklıkları yüksek tutulduğunda, NOx emisyonunu düşürmek için bazı başka önlemler almak gereklidir.



Şekil D.2-3: Hava ön ısıtma sıcaklığının NOx (düşük aralıkta) emisyonuna ¹ etkisi (ETSU-45)



Şekil D.2-4: Hava ön ısıtma sıcaklığının NOx (yüksek aralıkta) emisyonuna ¹ etkisi (ETSU-45)
¹ NOx emisyonu mg/m³ cinsinden, kuru bazda, % 3'e oksijene göre 0oC'da ve 101.3 kPa'a göre verilmiştir.

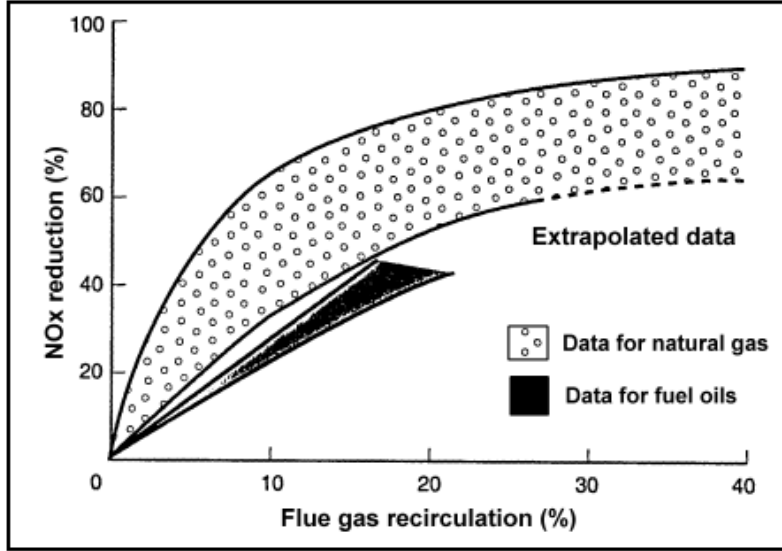
		Final air pre-heat [°C]								
		1000	900	800	700	600	500	400	300	200
Initial air pre-heat [°C]	1000	0.0	6.0	12.6	19.9	28.3	37.7	48.6	60.4	74.5
	900		0.0	6.3	13.1	21.1	30.0	40.3	51.4	64.7
	800			0.0	6.4	13.9	22.2	31.9	42.3	54.9
	700				0.0	7.0	14.9	24.0	33.8	45.6
	600					0.0	7.4	15.9	25.0	36.0
	500						0.0	7.9	16.4	26.7
	400							0.0	8.4	17.4
	300								0.0	8.8
	200									0.0

Tablo D.2-1: Hava ön ısıtmasının azaltılmasıyla hesaplanan yakıt kullanım oranı artışı (ETSU-45)

D.2.3 Harici Atık Gaz Devir daimi (FGR)

Baca gazı devir daimi (FGR), bir alev tepe sıcaklığını sınırlandırma tekniğidir. Baca gazının yanma havasına devir daimi oksijeni %17 ile %19'a düşürür ve alev sıcaklığını azaltır, böylece ısıl NOx oluşumunu azaltır.

FGR ile NOx azalması şekil D.2-5' de gösterilmiştir. Diyagramda test bilgileri aralığı temel alınmıştır.



Şekil D.2-5: Baca gazı resirkülasyonunun NOx emisyonuna etkisi (ETSU-45)

Çeşitli test aletlerinin bazı değerleri FGR' nin, %70-80 NOx azalmasını sağlayabildiğini göstermektedir. Bu, devir daim edilen baca gazı miktarı (FGR %20 ile 30%), devir daim eden gaz sıcaklığı ve FGR' nin düşük-NOx tipli yakıcılara uygulanıp uygulanmadığına göre değişir. Oransal olarak bu düşüşler kademeli yakma sistemlerine kıyasla düşük görülmesine rağmen, toplamda referans değerlere göre yüksek olduğu görülmüştür. Yüksek sıcaklıkta endüstriyel yakıcılara ilgili fazla veri olmamasına rağmen bu sonuca ulaşılmıştır. (HMIP-95-003)

Prensip, FGR tekrar ısıtma fırınlarının ve ısıtma işlem fırınlarının çoğuna uygulanabilir olmalıdır. Yine de, pratikte, retrofitting fırınları için fiziksel olarak deve boynunun yerleştirilmesinde bazı zorluklar olabilir ve geçiş problemi yaşanabilir. (HMIP-95-003)

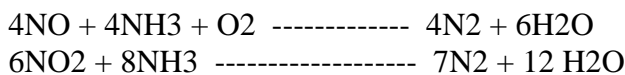
En azından bir üretici ve hatta daha fazlası, kendi düşük-NOx yakıcılarıyla birlikte FGR teklifi yapabilir.

Operasyonel problemlerle ilgili olarak, 'geri dönüşte' alev sabitleme problemi olabileceği ve bunun da yanma ürünleri içerisindeki su buharı miktarını arttırarak, örneğin ısınan çelikte daha fazla tufallaşmaya sebep olabileceği gibi bir düşünce vardır. (HMIP-95-003)

FGR' nin çoklu yakıcı sistemlerde nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili çeşitli şüpheler vardır. Değişken içerikli yakıtlar (sonucunda atık gaz hacmi değişken olur) yanmayla ilgili kontrol problemlerine sebep olabilir.

D.2.4 Katalizörlü İndirgenme Seçimi (SCR)

SCR prosesi, atık gazdan NOx ayrıştırılması için, en hızlı gelişen ve en çok kullanılan metottur. Bu proses, bir katalizör yatak üzerinde, NO ve NO2' nin amonyak' ın N2' sine redüklenmesini gerektirir. Tüm reaksiyonlar şunlardır;



Bu reaksiyonlar için optimum aralığı 300 – 400 C' dir. Genellikle, geri dönüşümü engellemek için amonyak, reaksiyon dengesine göre gerekenden biraz daha az (her bir mol NO_x içi 0,9 – 1,0 mol) katılır. (HMIP-95-003), (ETSU-45), (HMIP-95-003)

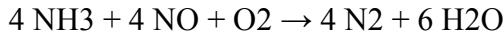
En etkin ve en çok kullanılan katalizör vanadyum pentoksit, V₂O₅, TiO₂ ile desteklenir. Katalizör etkisi bulunan diğer maddeler Fe₂O₃ ve CuO; soy metaller (Pt, Rd, Ru, Rh); W, Mo, Cr, Co ve Ni metallerinin oksitleri; belirli bazı zeolitler ve aktif karbondur. Katalizörler, problemin büyüklüğüne bağlı olarak, çeşitli yapı ve şekillerde parçacıklara ayrılma ile, tıkanma probleminin çözümünde kullanılabilirler. Bal peteği şeklindeki bir katalizör sabit yatak düzeni için uygundur çünkü parçacıkların tıkanmadan geçmelerine izin verir. Hareketli yatak düzeni, aktif olmamış veya tıkanmış katalizörlerin sürekli olarak tekrar aktifleşmesine olanak verir. Ayrıca, paralel akış düzeni de uygundur. (HMIP-95-003)

Zehirlenme sebebiyle etkisizlik, (Na, K, As), aşınma veya katı parçacıklaşma katalizörün ömrünü sınırlandırabilir. (EUROFER HR)

SCR ile NO_x azaltma verimliliği, kullanılan katalizöre ve ilk NO_x miktarına bağlıdır. Genel olarak %70-90 aralığıyla birlikte %95' e kadar değerler kayıt edilmiştir. (HMIP-95-003),(ETSU-gir-45)

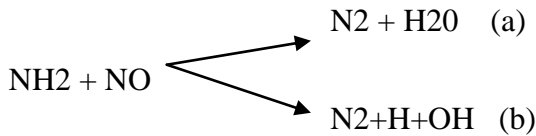
D.2.5 Katalizörsüz İndirgenme Seçimi (SNCR)

Diğer bir adıyla ısısal DeNO_x prosesi olarak da adlandırılan bu proseste, NO' nun N₂' ye indirgenmesi için, herhangi bir katalizör yardımı olmadan amonyak yüksek sıcaklıklarda direk olarak baca gazına enjekte edilir. Maksimum NO_x indirgenmesi için katalizör ekzos gazı sıcaklığının optimum aralıkta olduğu anda ilave edilmesi gerekir. Amonyak için bu aralık 850 ile 1000 oC arasında, üre için ise 950 ile 1100 oC arasında değişir. Toplam gerçekleşen reaksiyon ise;



Ekzos gazında oksijen fazlalığının ve bekleme süresinin 0,1 ile 0,4 saniye olması istenir. Bu prosesin en önemli özelliği dar sıcaklık aralığıdır. (HMIP-95-003)

Reaksiyon gaz fazında homojen olup, adımları;



Reaksiyonlar birbirine bağlantılıdır ve hemen reaksiyonu oluşturan gazlara ayrışırlar. NH₂'nin O ve OH ile oluşturacağı reaksiyonda NO oluşur. Bu reaksiyonlar sıcaklıkla bağlantılıdır. Düşük sıcaklıklarda NO oluşumu, yüksek sıcaklıkta ise NH₃ oluşumu gerçekleşir. Katkı maddeleri reaksiyonlar arası dengeyi sadece sağlar. (HMIP-95-003).

Amonyak, patlayıcı özelliği olan bir gazdır. Dolayısıyla depolanması için oluşturulacak düzenek, maliyetli olabilir. (HMIP-95-003).

D.2.6 Fırımlar için NOx İndirgeme Metotlarının Karşılaştırılması

Teknik	Avantajları	Dezavantajları
Düşük-NOx yakıcıları	<ul style="list-style-type: none"> - Ortadan yüksek seviyelere NOx indirgeme - Yakıt sarfiyatı değişmemesi - Düşük ya da sıfır işletme maliyeti cezası 	<ul style="list-style-type: none"> - Yüksek kapital maliyeti - Daha uzun alev - Fakir alev şekli - Düşürülmüş alev hızı - Fakir intizamlı fırın sıcaklığı - Düşürülmüş alev durağanlığı - Daha geniş yakıcılar - Zayıf dönüşüm
Havanın ön ısıtmasını kısıtlama	<ul style="list-style-type: none"> -Düşük ya da sıfır kapital maliyeti ile kolay olabilmesi - Ortadan yüksek seviyelere NOx indirgeme 	<ul style="list-style-type: none"> - Artan yakıt maliyetleri - Yanma ekipmanının düşük kapasitesi - Düşürülmüş alev durağanlığı - Yakıcının dolayısıyla fırının hızının düşmesi -Sıcaklık intizamı
Baca gazı devir daimi	<ul style="list-style-type: none"> - Ortadan yüksek seviyelere NOx indirgeme - Gelişmiş sıcaklık intizamı - Orta kapital maliyet (eğer yüksek kapasite gerekli değilse) 	<ul style="list-style-type: none"> -Yüksek kapital maliyet (eğer yüksek kapasite gerekliyse) - Artan yakıt ve elektrik maliyetleri - Daha fazla alan gerektirme (özellikle eğer yüksek kapasite gerekirse) - Düşürülmüş alev durağanlığı - Varolan yanma sisteminin düşük kapasitesi
SCR	<ul style="list-style-type: none"> - Yüksek seviyede NOx giderme - Yanma sistemi düşük kapasitede olmama 	<ul style="list-style-type: none"> - Çok yüksek kapital maliyetleri - Artan enerji ve işletme maliyetleri - Amonyak sıyırma - Amonyak depolama problemleri - Sıcaklık /akış miktarlarındaki değişikliklere duyarlı - Özel atık gaz sıcaklığı gerekli
SCNR	<ul style="list-style-type: none"> - Ortadan yüksek seviyeye NOx indirgemesi - Yanma sistemi düşük kapasitede olmama 	<ul style="list-style-type: none"> -Yüksek kapital maliyet - Artan enerji ve işletme maliyetleri - Amonyak sıyırma - Amonyak depolama problemleri (eğer üre kullanılmazsa) - Stokiyometri/sıcaklık/akış miktarlarındaki değişikliklere duyarlılık - Özel fırın sıcaklığı gerekliliği
Not	Kaynak	[ETSU-gir-45]
Mümkün olan yada olmaya meyilli etkiyi belirtir.		

Tablo D.2-2: Fırımlar için NOx indirgeme metotlarının karşılaştırılması [ETSU-gir-45]

Teknik	Tipik NOx indirgenme aralığı	İlk kapital maliyeti (GBP '000)	İşletme maliyeti (GBP/GJ)	Toplam tekniğin maliyeti (GBP '000/yıl 50 MW fırın için)					
				2000 saat/yıl	3000 saat/yıl	4000 saat/yıl	5000 saat/yıl	6000 saat/yıl	8000 saat/yıl
Düşük- NOx yakıcıları	97'ye kadar	328	0.0	53.7	53.7	53.7	53.7	53.7	53.7
Havanın ön ısıtmasını kısıtlama		NA	0.0257 %50 NOx indirgenmesi için	92.5	139	185	231	278	370
Baca gazı devir daimi	93'e kadar (44.74 %15 FGR)	75.6 (631)*	0.098 (0.072)*	47.6 (129)*	65.2 (142)*	82.9 (154)*	101 (167)*	118 (180)*	153 (206)*
SCR	95'e kadar (Tipik olarak 70-90)	1100-2530	0.0722	205-438	218-451	231-464	244-477	257-490	283-516
SCNR (NH3 ile)	85'e kadar (Tipik olarak 50-60)	350-650	0.0361	69.9-119	76.4-125	82.9-132	89.4-138	95.9-145	109-158
<p>Not Verinin kaynağı [ETSU-45]</p> <p>NA Mevcut değil ve hesaplama amacı için, işletme gideri ile karşılaştırılırsa küçük farz edilmeli.</p> <p>* Parantez içindeki figürler, rejeneratörlerin ve yakıcıların yüksek kapasiteye ihtiyaç duydukları yere atfeder.</p> <p>NB1 Baca gazı devir daimi işletme maliyeti figürlerinin hepsi %15 FGR esaslıdır. Tahmin edilen yakıt sarfiyatı cezası = % 3.2 Artan fan işletme maliyetleri (rejeneratif yakıcı esaslı) = yakıt maliyetlerinin % 1.6' sını (% 0.32 eğer yakıcılar ve rejeneratörler yüksek kapasitedeyse)</p> <p>NB2 Su enjeksiyon maliyeti figürleri 15 kg (su) / Gj (yakıt) esaslıdır. Tahmin edilen yakıt maliyeti cezası = % 11.8 Suyun maliyeti dahil değildir.</p>									

Tablo D.2-3: 50 MW fırın için NOx indirgenme tekniklerinin tahmini maliyeti ([ETSU-gir-45] tarafından raporlandığı gibi)

D.3 YAĞ EMÜLSİYONLARI

D.3.1 Emülsiyonların Temizlenmesi ve Tekrar Kullanılması

Hadde emülsiyonları işletim sırasında merdane ayaklarından ıslak tel çekme yağları vs. parçacık halinde maddeler, çelik talaşlar, tufal ve tozları toplar. Kirlenme derecesi arttıkça, bu empüriteler ürünün kalitesini etkiler ve prosesin başarısız olmasına yol açar. Emülsiyon sistemlerinin sirkülasyon sistemi olarak işlemlerini sağlamak ve emülsiyonların ömrünü uzatmak için temizlik sık sık kontrol edilir.

Katılar, emülsiyonlardan yerçekimi ile çökertme havuzlarında, seperatörlerde, ızgaralı, manyetik filtrelerde vs. ayrılırlar.

Katıları ayırmak için santrifüj kuvvetinden yararlanır. Kirli sıvı, dönen rotor yada kazana beslenir, böylece sıvı hızlanır ve kazanın iç duvarlarına dağılır. Katılar ayrılırlar ve kazanın çemberinde toplanırlar. Sıvı dışarı çıkarken katılar kazanda kalır, gelen sıvı yer değiştirir.

Kazan artık katı ile maksimum izinli kapasiteye kadar dolunca, otomatik temizleme devri etkinleşir. Bu noktada, kirli sıvı beslemesi kapanır ve rotor tamamı ile kapanmaya gelir. İçerdeki kazıyıcı bıçaklar toplama haznesinin içine biriken katıları sökerken rotora karşı geri ve ileri dönerler.

Katının tane boyutuna bağlı olarak ızgaralı filtreler yada atılabilen kağıt kullanan filtreler kullanılabilir. Sıvı, yerçekimi ve basınçlı vakum ile ince taneleri ayıran bir ortamdan geçişe zorlanır.

Buna rağmen, emülsiyon kalitesini muhafaza etmek için bir kısım solüsyon sistemden alınabilir.

D.3.2 Kullanılan Emülsiyon İşlemi / Emülsiyon Ayrılması

Emülsiyon çevrim sisteminden atılan kısmi akış, deşarj edilmeden önce işlemde geçirilir. Bu işlem temel olarak su ve yağ fazının ayrılmasıdır. Temizlenen su deşarj edilir. Ayrılmış yağ ve yağ içeren çamur tekrar kullanılabilir, örneğin termal enerjisinden faydalanmak üzere yakılabilir. Değişik emülsiyon arıtım sistemleri vardır. Bunlardan bazıları;

Termal: buharlaştırma ve kimyasal ekleyerek ayrıştırma
Kimyasal: koagülant ve polielektrolit ilavesiyle ayrıştırma,
Flotasyon
Adsorbsiyon
Elektrolitik yöntem
Membranlı filtrasyon (ultra-filtrasyon, ters ozmoz)

D.3.2.1 Termal Kırılma/ Termal Emülsiyon Ayrıştırma/ Buharlaştırma

Termal kırılma buharlaşma oranını hızlandırmak, su içeriğini uzaklaştırmak için emülsiyon ısısını artıracak bir ısı kaynağı kullanır ör. bir iç ısıtma tüpü yada daldırma gaz yakıcısı. Su buharlaşırken, yağ, konsantrasyonu artmış olarak ayrılır.

Su buharıyla doyurulmuş hava, zerre tutucuların içerisinde geçirdikten sonra atmosfere verilir. Örnek olarak, rulo soğutmadan çıkan buhar hattı üzerine konulan kondenser ünitesinden çıkan su, emülsiyon sistemine tamamlama suyu olarak geri döndürülebilir. (El-Hindi)

Depoda konsantre edilen kalmış yağ, daha fazla su içeriğinin atılması için, cookdown devrine tabi tutulur. Termal kırılma ile, yüzde 5'ten 7'ye yağ içeren ilk konsantrasyondaki emülsiyon, sonunda yüzde 90 yağ ve yüzde 10 suya indirilebilir. Daha fazla su miktarının giderilmesiyle, ortadan kaldırılan hacim ve maliyet daha azalır. Daha yüksek konsantrasyonu ile, tekrar kullanmada yakma seçeneği daha fizibildir. (El-Hindi)

D.3.2.2 Emülsiyonların Kimyasal ile Kırılması

Asit ve tuz ilavesiyle ayrıştırılan emülsife edilmiş yağın çoğunluğu çamur tarafından yüzeye emilecek ve yağ fazı olarak ayrılmayacaktır. Demir/ alüminyum tuzları şeklinde eklenen asit tuzları yada polielektrolitler, koloidal yapıdaki yağ parçacıklarını stabilize eder. Yağ içeren emülsiyonların asit ve tuz ile ayrıştırılması bir sanat tekniği değildir, büyük miktarda yağ içeren nötralizasyon çamurlarının oluşması, atık suyun tuz tarafından kirletilmesinden dolayıdır. sadece Az miktarda kalıntı yağın giderilmesi gerekiyorsa, Asit ve tuzlar, arıtım sonrası bileşik proseslerde kullanılabilirler.

Yağ fazı içinde çözülebilen polielektrolitler, (yani organik ayırıcılar örneğin 3.derece ve 4.derece poliaminler) ayrışma süreci sırasında çamur üretmezler, fakat giderilebilen ve kullanılabilen bir sıvı yağ fazı oluştururlar. Bu proses yüksek içerikte emülsife edilmiş yağ içeren emülsiyonlarını (proseslerin kombinasyonu uygulanınca, daha uygun bir ön-işlem tekniği olur) işlemek için kullanılabilir. Emülsife edilmiş yağ oranı topraklar ile bağlı ve giderilebilen çamur (yüzdürme yada sedimentasyon) üreten polielektrolitler (sık sık absorbent kombinasyonu halinde kullanılırlar) topraklayıcı tüketimini, çamur hacmi, ve böylece maliyeti azaltmak için, yalnızca yağ içeriği az (300 mg/l 'den az) olduğunda kullanılmalıdır. Proseslerin kombinasyonu uygulanınca, topraklayıcı işlem sonrası olarak kullanılabilir. (Com2 D)

D.3.2.3 Flotasyon (Yüzdürme)

Yüzdürme iki farklı yoğunluktaki ortamın yerçekimi etkisiyle ayrılmasıdır. Daha hafif olan ortam (örneğin yağ), düşük türbülanslı bir tank içinde daha ağır ortamın (örneğin su) yüzeyine toplanır. Daha ağır bir ortam (ör: toprak) bile, eğer toprak üzerine yapışan gaz baloncuklarıyla daha hafif yapıdaysa, suyun yüzeyinde toplanırlar. Gaz baloncukları toptan küçük olmalıdır, aksi takdirde üzerlerine yapışamazlar. Küçük baloncuklar, suyun gaz ile birlikte basınçlandırılmasıyla (çözünen hava yüzdürmesi), elektrolitik olarak (suyun hidrojen ve oksijen gaz baloncuklarına ayrıştırılması) ya da yüksek kesme kuvveti ile (gazın su içine mekanik olarak dağılması) üretilirler. (Com2 A)

Yüzdürerek emülsiyon kırılması genellikle iki basamaklıdır. Birincisi kimyasal olarak emülsiyonun kırılması (asit verme, topraklaştırıcı ve polielektrolit ilave etme yada elektrokimyasal anodda çözme) ikincisi ise oluşan toprakların sudan ayrılmasıdır. (Com2 A)

Su yüzeyinde (yüzdürücü) oluşan yüzen çamur tabakası mekanik olarak alınır. Genel olarak yüzdürme teknikleri gaz baloncuklarının üretilmesi yönüyle ayırt edilir.

- Basınç alıcı yüzdürme (doymuş basınçlı suya hava verme)
- Elektro yüzdürme (suyu hidrojen ve oksijen baloncuklarına elektrolitik olarak ayrıştırma.
- Yüzdürme işleminin dağıtılması (hava enjeksiyonu ile mikro baloncuk oluşturulması)

Emülsiyonu ayrıştırmak için asit ve tuzlar yerine Polielektrolit kullanımı çamur miktarını arttırmaz.

D.3.2.4 Adsorpsiyon

Adsorpsiyon, yağ parçacıklarının katı veya yarı katı adsorbanlara yapışmasıdır. Adsorbanlar bazen sabit tip olup (örneğin aktif karbon) emülsiyonlar içerisinde geçeri veya toz formunda ve yarı katı halde emülsiyon içerisine atılırlar. Atılan bu adsorbanlar çökeltme veya filtrasyon işlemi ile sıvıdan ayrılırlar. (Com2 A)

Yağ ile kirlenmiş adsorbanlar çamurda olduğu gibi tahliye edilmeli veya yakılmalıdır.(veya sabit yataklarda rejenerasyon yapılmalıdır).

Sabit yataklı veya toz şeklindeki adsorbantlar sadece düşük yağ yoğunluklarında kullanılabilir. Aksi takdirde adsorbent çok hızlı tükenir ve çok pahalı olur. Bu yöntem çok kullanılan bir yöntem değildir. Ancak arıtma işleminin son basamağı için kullanılabilir. Yarı katı topraklarla adsorbantlama yöntemi kimyasal emülsiyon kırma işleminin bir parçasıdır. (Com2 A)

Özel bir çeşit adsorbantı dolgu filtrelerdir. Bu filtreler plastik veya seramik dolgu malzemeleriyle doldurulmuş olup, emülsiyonlar içerisindeki yağ damlacıklarını ayırır. Toplanmış yağ damlacıklarının hacimleri artarsa, büyümüş olan yağ damlacıkları kaçarak su yüzeyinde yükselir. Bu filtreler bazen , sıvı çözüldüden serbest yağ damlacıklarını almak için, sıvı çözelti ön arıtımı için kullanılır. (Com2 A)

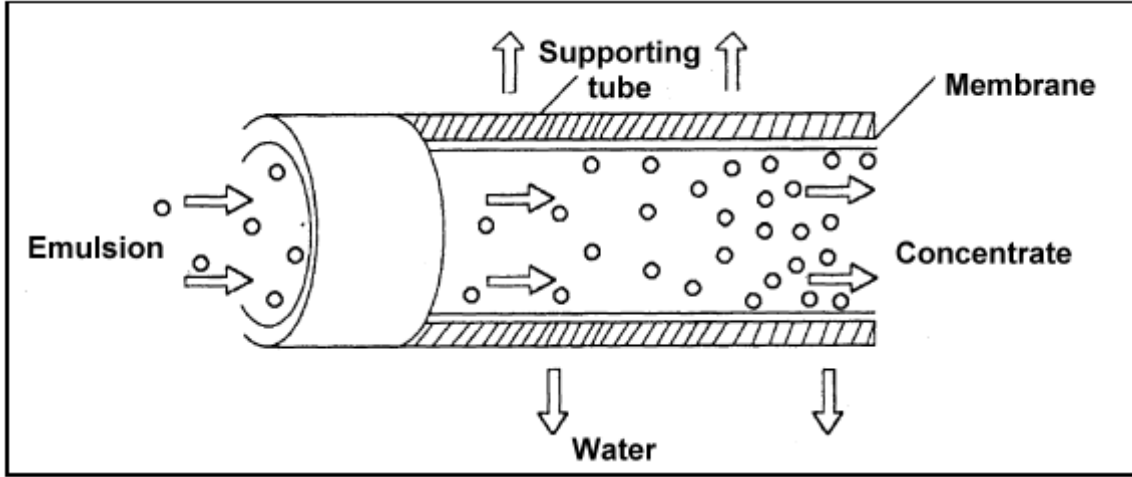
Kullanılmış sıvı çözüldülerin arıtımında adsorbant kullanmak büyük miktarda kimyasal tüketimine neden olur, ayrıca büyük miktarda yağ içeren atık çamurların oluşmasına yol açar.

D.3.2.5 Elektrolizle emülsiyonun kırılması

Emülsiyonların elektroliz yoluyla kırılması için alüminyum anotlar kullanılır. Çıkan çamur tabakaları yüzeydeki yağları bağlar. Ayırma etkisini arttırmak için polyelektrolit eklenebilir. Ek olarak pH değerinin ve elektiksel iletkenliğin kontrolü sağlanabilir. Sıvı çözüldüdeki bütün yağlar çamur olarak geri alınmalıdır. Proses, kullanmaya uygun yağ üretmez. (Com2 A)

D.3.2.6 Ultrafiltrasyon

Düşük yağ yoğunluklu (<2%) sıvı çözüldüler için başarılı bir seçenekte ultrafiltrasyondur (UF). UF, yağı ve köpüğü (soap) mekaniksel olarak ayırır.(bkz: Fig D 3-1). Sıvı çözelti filtre zarına (membranına) doğru itildiğinde; yağ , molekuler düzeyde ayrılır. Su molekülleri geçerken zar, yağ moleküllerini engeller. Geçeri suya “sızıntı”, engellenen yağa “konsantre” denir. Tipik olarak yağın yoğunluğu %25'i geçmez ve zarların tıkanmasıyla yoğunluk sınırlanır. Zar tıkanığında UF kartuşları periyodik olarak yıkanmalıdır. Endüstri suyuyla bağlantılı olarak UF'nin ortalama ayırma verimi 40litre/saat (her 1 m² filtre alanı için). (EUROFER HR)



Şekil D.3-1: Ultrafiltrasyonun çalışma prensibi (Fichtner)

D.3.3 Yağ ve emülsiyon buharının tutulması ve yağın alınması

Merdaneden gelen emülsiyon buharı emilerek, ayırıcılardan geçirilir. Buhardaki yağı ayırmak için bölmeli kızaklar, çarpma levhaları ve diğer dolgu malzemeleri kullanılır. Ayrıca bazı durumlarda elektrostatik çöktürücüler de kullanılır. İndirgenme verimi %90'dan büyüktür.

D.4 ALKALİLERLE YAĞIN ALINMASI (DEGREASING)

D.4.1 Degresleme banyo şelalesinin uygulaması

Bilgi sunulmamıştır.

D.4.2 Sıcak su ön degradesmesi

Sıcak su (60-80 oC)yağın %99'unu geri alabilir. Daha fazla bilgi sunulmamıştır

D.4.3 Degresleme banyosunun bakımı ve temizliği

Yüksek yağ miktarı degradesleme çözeltisini kullanışsız yapar ve temizleme ömrünü kısaltır.

D 4.3.1 Mekaniksel Temizlik

Degresleme banyosunun dibine çökmüş; yağ, diğer pislikler ve kullanılmış yağlardan oluşan çamur, 'kazıyıcılar' ile geri alınabilir. Askıda katı maddeler ise yerçekimi etkisiyle çöktürülerek alınır. Degresleme çözeltisi ve metal yüzeyindeki yağ/gres genellikle kararsız olduğu için, belli bir süre sonra yüzeyde durgun bölgelerde yüzmeye başlar. Bu durgun bölgeler özel tasarlanmış degradesleme tankıyla veya mümkün değilse, örneğin degradesleme çözeltisinin dinleneceği özel tanklar mevcutsa katı maddeler dibe çökerken, yüzen yağlar sıyrıcı vasıtasıyla alınır.

Bu sistemle basit dinlenme tanklarındaki dinlenme süresi birkaç saat alınırsa tankın yağ tutma kapasitesi 2 veya 4 kez artar. Yağları, gres, degradesleme maddesi, pası, tozu alınan çamur genellikle atılır. Ayırma işlemi, santrifuj ayırıcılar ile yağ ve suyu birkaç saniyede ikiye ayıran hidrosiklonlar kullanıldığında daha etkili olur. Küçük yağ ve gres damlacıkları daha kolay ayrılır. Yağca zengin bölüm sadece 5-10% su içerir ve istenilmeyen degradesleme kimyasalları engellenir. Banyonun ömrü 16 kata kadar uzatılabilir.

D.4.3.2 Manyetik ayırıcılar/filtreler

Manyetik ayırıcılar, yağ ve demir karışımlarını degresleme banyosundan ayırmak için kullanılabilir.

Daha fazla bilgi sunulmamıştır.

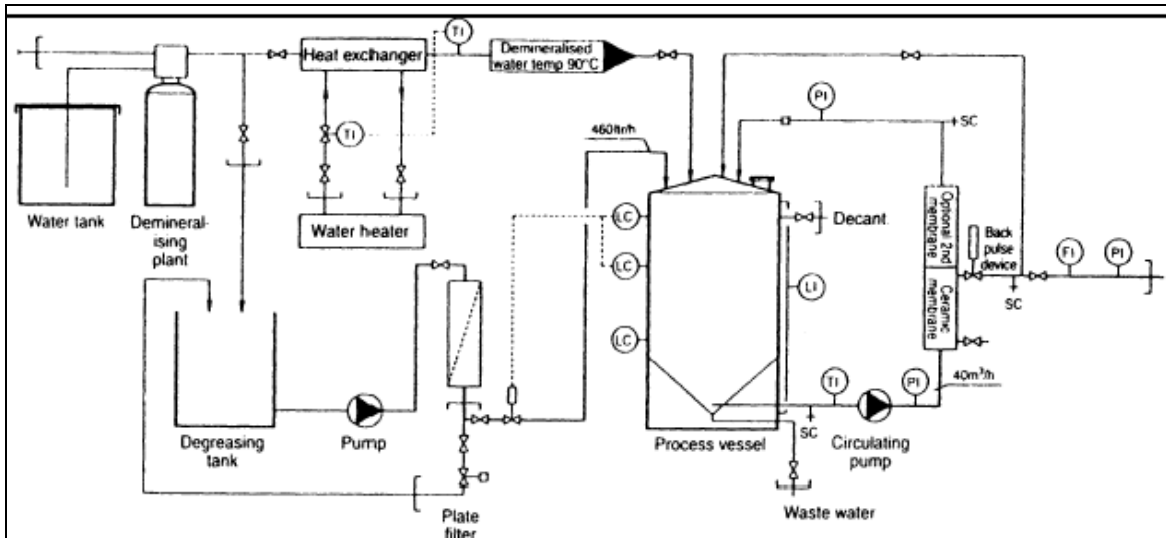
D.4.3.3 Yüzey etkin maddelerin ve yağların yüzdürülmesi

Bilgi sunulmamıştır.

D 4.3.4 Zar filtrasyonu (Membran Filtrasyonu)

Mikro ve ultrafiltrasyonlu yağ temizleme sistemlerinde yağ, gres ve kullanılmış yüzey temizleme maddeleri sıvının basınçlı (3-8 bar) membranlı filtreden geçirilmesi sırasında membranın üzerinde kalır. Çöken parçacıkların tanktan alınarak membranın ömrü uzatılır. Mikro ve UF ile banyonun ömrü 10-20 kat artırılır. (ABAG)

Şekil D.4-1 filtrasyon yerleşiminin akış şemasını gösterir. Düzenli üretimde, degresleme sıvısı banyonun dışına, bütün katı parçacıkların geri alındığı standart filtre levhaya pompalanır. Daha sonra süzüntü dolaşım kabı olarak da bilinen depolama kabına gider. Bu kapta yoğunlaştırılmış degresleme çözeltisi bulunur.



Şekil D.4-1: Yağsızlaştırma solüsyonunun seramik filtrelerden geçirilmesi örnek akış şeması (Sprang-IG-97)

İkinci pompa degresleme çözeltisinin membran yüzeyinden yüksek hız ve basınçta (yaklaşık olarak 2.5 bar) geçmesini sağlamak için kullanılır. Yüzeyde kalan ve emülsiyon kırıcıyla kırılmış olan yağ, membrandan geçirilerek filtre edilir ve temizlenen sıvı yağsızlaştırma tankına geri döner. Böylelikle üretim esnasında çıkan yağlar sistemden uzaklaştırılır. Sıvının böylece depolama kabı içerisindeki konsantrasyonu artar. Yağ yoğunluğu yeterince yüksek olduğunda ünite kapatılır ve suyun çöktürülmesi sağlanır. Belli bir zaman sonra 2 bölümlü bir proses gerçekleşir. Yağ sıvı fazdan ayrılır; ikinci bölümde degresleme çözeltisinin ana parçası olan aktif yüzey aktif maddeleri geri dönüştürmek için termal şok uygulanır. Bu şok yüzey aktif maddedeki yağların serbest kalmasını sağlar ve iki faza ayırır. Ayırma işlemi çok etkilidir ve yüksek derecede yağ geri kazanılır. (Sprang-IG-97)

D.4.4 Kullanılmış yağ banyosunun temizlenmesi

Yağ giderme banyoları temizlenerek tekrar kullanıldığı halde zaman zaman yağsızlaştırma kalitesini bozmamak için bir kısım solüsyonun atılması gerekir. Yağ yükünü azaltmak için, aynı yöntem emülsiyon kırma sistemleri için de uygulanır. (bakınız önceki bölüm).

Meydana gelen yağlı atıklar, yağ yoğunluğuna bağlı olmak üzere tekrar kullanılabilir(örneğin yakılabilir). Süzüntü veya önceden yağı alınmış su kısmı ise atık su işleme tesisinde ileri arıtmadan geçirilir. (bakınız bölüm D 4.5)

D.4.5 Alkali atık suların temizlenmesi

Yağsızlaştırma solüsyonu temizleme hattından gelen bir kısım su, elektrolitik yağsızlaştırmadan gelen atık su ile yüzey temizlemeden gelen atık su hat içinde tekrar kullanılamaz, deşarj edilmeden önce arıtılması gerekir. Bunlar kireç veya HCl ile nötralize edildikten sonra filtrelerden geçirilir ve deşarj edilir. Çıkan çamur ise fitler presten geçirilerek susuzlaştırılır ve araziye boşaltılır.

D.4.6 Degres buharının toplanması ve arıtımı

Degresleme operasyonunda oluşan buhar emilerek kapalı tanklarda toplanır. Toplanan buhar zerre tutucularda “demister” temizlenir. Ayırma, ağırlığa göredir. Ağırlığı ve hızı bilinen parçacıklar (katı veya sıvı) kendi orijinal yolunu izler. Parçacıklar engellerle çarpıştığında, ağırlığından dolayı taşıyıcı gazdan ayrılır. Engeller, basit duvarlar, dolgular (tel kafes) ve labirentlerden yapılabilir. (Com-CC-2)

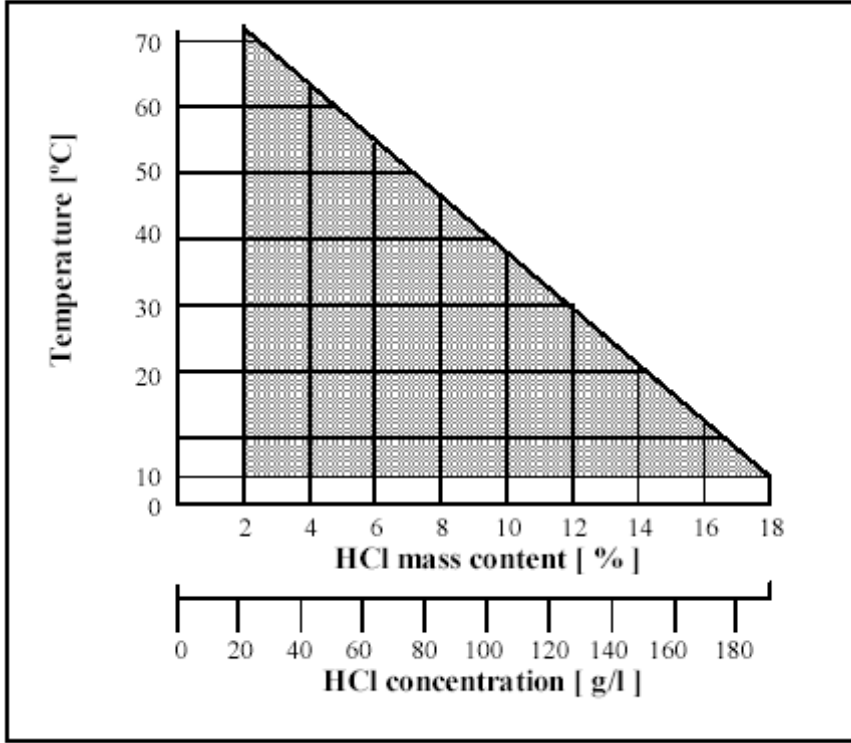
D.5. ASİTLEME

D.5.1. Açık Asitleme Banyosu İşlemi

Bir hidrolik asit asitleme banyosu üzerinde bulunan gaz halindeki hidrojen klorür muhteviyatı büyük ölçüde banyo sıcaklığı ve konsantrasyonuna bağlı olup, asidin termodinamik dengesi ve buhar basıncı ile belirlenir.

Şekil D.5-1 [VDI-RL-2579]¹ 'de belirtilen açık HCl asitleme banyolarının işleyişi için sınırlama eğrisini göstermektedir.

¹ Alman Mühendisler Birliğinin (Verein Deutscher Ingenieure) Sıcak Daldırma Galvaniz Tesisleri için Emisyon Kontrol Kılavuzu



Şekil D.5-1: Açık HCl asitleme banyolarının işleyişi için sınırlama eğrisi [VDI-RL-2579], [Galv-BAT-E]

Banyoların işleyiş noktasının (sıcaklık ve HCl konsantrasyonu) söz konusu bu çizimin koyu bölgesi dâhilinde olduğu durumlarda asitleme banyolarından gelen emisyonların 10 mg/m^3 'ün altında olduğu görülmektedir. [VDI-RL-2579]

Proses parametrelerini (sıcaklık, konsantrasyon) yakından kontrol etmek ve banyo çalışma şartlarının verilen bu limitler dahilinde olmasını sağlamak suretiyle, buhar çıkarma ve müteakip azaltma teknikleri lüzumsuz hale gelebilir.

İşlem sırasında, asitleme banyolarındaki demirli klorür konsantrasyonu yükselir. Bu durum yükselmiş bir asitli karışım etkisi ile sonuçlanır. Hidroklorik asitteki demirli klorürü aynı zamanda aynen asit konsantrasyonu artmış gibi asidin buhar basıncını da etkiler; buhar basıncı artar. 140°F (60°C) sıcaklıktaki %10 saf asit solüsyonlu %1 HCL ve %6 demirli bir asitli karışım sıvısı ile mukayese edildiğinde, buhar basıncı eş kat artar. [Esco 3]

Dolayısıyla, emisyonun azaltılması ile ilgili optimum çalışma aralığını tespit ederken, demir klorür muhteviyatı dikkate alınmalıdır.

Dışarı salınan asit buharı miktarını etkileyen bir başka husus asitleme banyosu üzerindeki hava akış hızıdır. Banyo üzerinde tamamen durağan bir atmosfer bulunduğu farz edilirse, asidin buharlaşması buhar basıncı ile tespit edilen dengeye erişildiğinde durma noktasına gelecektir. Asitleme tankı üzerindeki aşağı yukarı güçlü ve sabit bir hava akımı buhar asidini alıp götürür ve buharlaşma prosesinin devamını sağlar. Ortaya çıkan sonuç sadece artan asit tüketimi değil, aynı zamanda daha yüksek bir asit emisyonudur. Havanın hareketi ve emiş (ekstraksiyon) sistemlerinin söz konusu olduğu durumlarda emiş hızı mümkün olduğu ölçüde düşük tutulmalıdır.

D.5.2. Asitlemeden Kaynaklanan Emisyonun Kontrolü/Toplanması

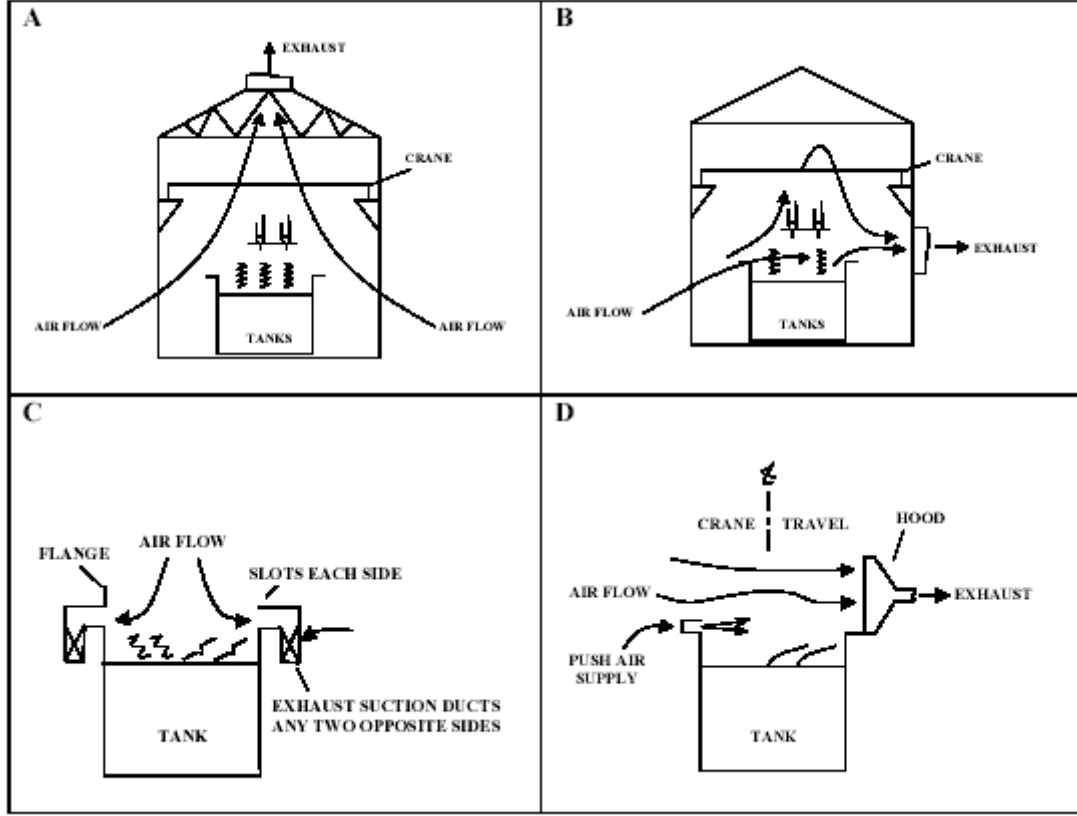
Asitleme ve/veya diğler proses banyolarından kaynaklanan hava emisyonunu almak için bir dizi farklı tasarım ve teknik mevcuttur. Şekil D.5-2 geleneksel açık asitleme banyosu işleminde uygulanan bir dizi olası çıkarma tasarımını göstermektedir.

Emiş (ekstraksiyon) ekipmanı ne kadar açık ve fiili emisyon kaynağından ne kadar uzak olursa, tutma etkinliği o kadar düşük ve kabul edilebilir bir emisyon tutma etkinliği elde etmek için çıkarılması gereken hacim o kadar büyük olur. Çatı ve duvar egzoz sistemleri genellikle daha ucuz ve montajları daha kolaydır, ancak, sonuçta ortaya çıkan daha geniş ölçekli hava akımları daha büyük fanlar ve emisyon azaltma ekipmanları gerektirirler. Ayrıca binanın bizzat kendisi ve çatılar asitli emisyonlar için toplama bacaları gibi işlev gösterir ve dolayısıyla bozulmaya maruz kalırlar. Aynı zamanda asitleme tanklarına yakın veya binanın içinde bulunan vinç ve ceraskal gibi ekipmanlar daha hızlı aşınacaklardır.

Yanal emiş ve yanal bacalar havayı sadece asitleme tankı bölgesinden dışarı atmak üzere tasarlanmaktadır ve dolayısıyla sonuçta ortaya çıkan hacim akışları çok daha küçüktürler.

Banyo prosesleri asitlemeye tabi tutulacak ürünlerin yüklenmesi ve çıkarılması için genellikle açık erişilebilir tanklar gerektirirler ve dolayısıyla sadece eskiden kullanılan tedbirler uygulanabilir.

Bununla birlikte, asitlemeden kaynaklı emisyonları tutmanın en etkili yolu Şekil D.5-3'de gösterilen tamamen kapalı/contalı tanklardır. Bu tip tanklar çeliğin/telin asitleme tankına küçük deliklerden girdiği sürekli işlemlerde (örneğin, plaka ve tel asitlemesi için) kullanılabilirler. Tanklar, buhar kaçışının önlenmesi için hafif negatif basınç altında muhafaza edilirler.



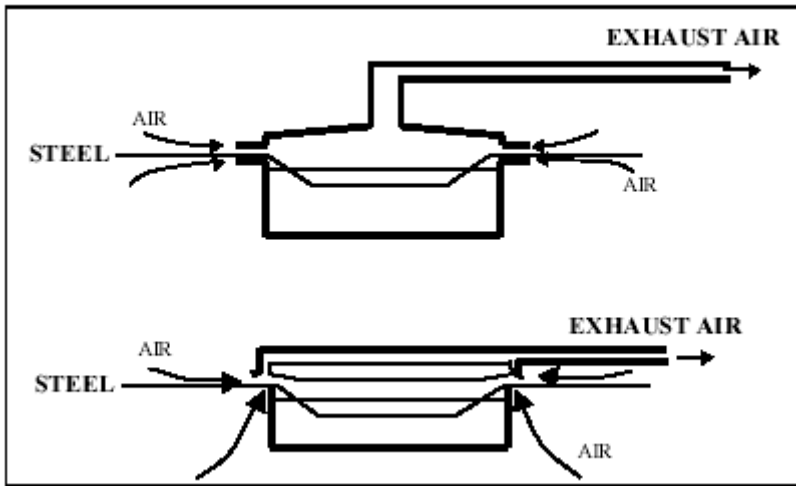
A: Çatıdan çekme (ekstarksiyon)

B: Duvar egzozu

C: Yanal emiş (ekstraksiyon)

D: Yanal baca

Şekil D.5-2: [Taş] bazı farklı emiş (ekstraksiyon) sistemleri



Şekil D.5-3: Kapalı asitleme tankları için tasarım prensipleri [ESCO x]

D.5.3. Asitlemeden Kaynaklanan Asit Gazları, Buhar ve Aerosoller için Azaltma Teknikleri (ve Asit Rejenerasyonu)

Atık gazlardan asit gazı, aerosol veya buharların çıkarılması için ıslak temizleme sistemleri kullanılır. Islak temizlemenin prensibi yakın gaz-sıvı teması suretiyle temizleme maddesindeki gaz veya sıvının emilmesidir. Emme sistemleri hem sulu hem de susuz sıvı

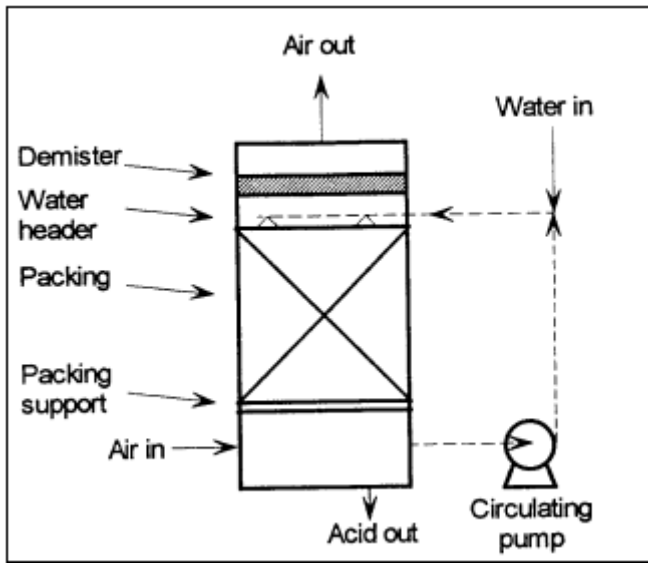
halinde olabilirler. Uygun reaktif maddenin seçimi gaz akımından temizlenecek olan kirlenici maddenin özelliklerine bağlıdır.

Su, hidrojen klorür ve hidrojen flüorür gibi çözünebilir asidik gazların ve aynı zamanda amonyağın emilmesi için uygundur. Alkali sıvılar sülfür dioksit, hidrojen sülfid ve klor gibi daha az çözünür asidik gazları emmek için uygundur. [Martin]

Gaz emici üzerinden kütle transferinin olabileceği geniş yüzey alanlı bir sıvı/gaz ara yüzüne gereksinim duyar. Bu genellikle sıvı ile kaplı ambalaj malzemesi kullanılarak veya damlacık/kabarcık oluşumu ile elde edilir. Emici maddenin tasarımı ayrıca sıvı emicinin yenilenmesi ve böylece kütle transferi için yüksek bir itici gücün idame ettirilmesi için bir vasıta da sağlamak zorundadır.

Gazın emilmesi bir hız prosesidir ve dolayısıyla konsantrasyon değişim değeri (reaksiyon için itici güç) ile sıvı ve gaz hal arasındaki temas yüzey alanı kritik tasarım parametreleridir. Yüzey alanı ambalaj malzemesi veya damlacık ebadı ile tespit edilir. Gaz ve sıvı akış hızları ile emici üzerindeki basınç düşüşü itici gücü, etkinliği ve bazı durumlarda yüzey alanını (damlacık oluşumu) etkiler. Aşağıdaki bölümlerde asitli asitlemeden kaynaklanan atık gazların temizlenmesi ile bağlantılı olarak kullanılan temel ıslak temizleme sistemleri tarif edilmektedir.

Dolgu ıslak yıkayıcı (Şekil D.5-4) destekleyici kafes üzerindeki bir dolgu malzemesi yatağı ihtiva eden bir dış kapak, sıvı dağıtıcılar, gaz ve sıvı giriş ve çıkışları ile bir zerre tutucudan oluşurlar.



Şekil D.5-4: Dolgu ıslak yıkayıcı Çalışma Prensibi [ESCO 2]

Gaz, temizleyicinin içine alttan girip, yatak boyunca yukarı doğru geçerken su ile yıkanır, su normal olarak dolgu yatağın üst kısmından yıkayıcıya girer, dolgu malzemelerine çarparak yerçekimi kuvveti ile aşağı doğru akar. Bu *ters akımlı akış* tasarımı ile en çok kirlenen gaz temizleyicinin dibinde en çok kirlenen su ile temas ederken, en temiz gaz temizleyicinin en üst kısmında en temiz su ile temas eder. Sıvı ve gaz akımlarının müşterek veya çapraz akışlı olabileceği tasarımlar da mümkündür [ESCO 2].

Havanın su ile iyice temas etmesini sağlamak ve dengeli bir akış elde etmek için, suyun dolgu yataklı yıkayıcıdan dengeli bir biçimde dağıtılması gerekmektedir. Bu, genellikle püskürtme uçları ile teçhiz edilmiş bir dağıtım kafası ile yapılır. Ayrıca, gazın tüm yatak boyunca yayılımını sağlamak için dolgular bir destek – askı sistemiyle dik olarak tutulur. Bu dolgu malzemesi desteği iyice açık tutularak filtre kirliyen bile aşırı basınç düşmesine neden olmamalı, suyun ve havanın rahatça içeriye girmesi sağlanmalıdır. [ESCO 2]

Dolgulu temizleyicilerin bir dezavantajı düzgün biçimde işlev göstermesi için dolguların oldukça yüksek bir su akış hızına – 20000 cfm hava için yaklaşık 200 gpm suya (1.34 l/m³e eşittir) – ihtiyaç duymasıdır. Dolayısıyla, çoğu dolgulu temizleyiciler taze su kullanmak yerine, temizleyicinin dibinden gelen suyu dolgunun üst kısmına pompalayan yeniden devir daim pompalarına sahiptirler. Yıkayıcıya bir miktar su verilerek, gaz akışı sırasında oluşan asit taşkandan uzaklaştırılır. Bu uygulamanın dezavantajları: [ESCO 2]

- Pompa bakım gerektirir.
- Dolguların üst kısmındaki su artık kirlenmiştir, dolayısıyla karşı akıntılı akımın avantajı artık söz konusu değildir.
- Sudaki bir kirletici, ayrılıp dağıtım kafasını veya dolguyu tıkayabileceği gibi dolguya geri pompalanır. [ESCO 2]

Bunlara rağmen dolgulu temizleyiciler plakalı temizleyicilere kıyasla hala büyük ve düşük konsantrasyonlu asit akışı üretirler.

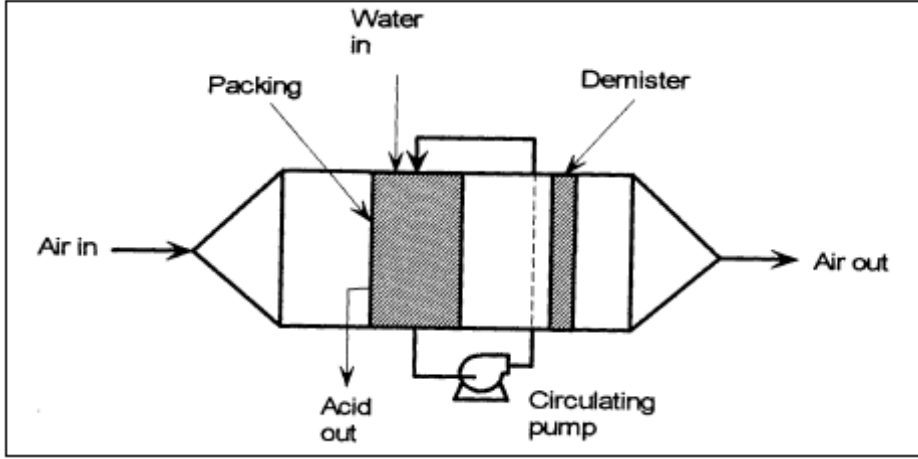
Dolgu yatağı derinliğini arttırmak suretiyle dolgulu temizleyicilerde daha yüksek bir temizleme etkinliği elde edilebilir [ESCO 2].

Dolgulu temizleyicilerin güçlü yönleri basit yapıları, hatalı montajları tolere edebilmeleri ve geniş bir gaz akış hızı aralığında çalışabilme kabiliyetleridir. Bununla birlikte, dolgulu bir temizleyiciyi tasarımı etkin (sadece “çalışmak” yerine örneğin içinden hava geçişi sağlamak, v.s. gibi) şekilde çalışır olarak tutmak, devir daim pompasını dolgudaki su dağıtımının dengeli olmasını sağlayacak vaziyette çalışır ve dolguyu temiz vaziyette tutmak için hatırı sayılır bir bakım çabası gerektirir. [ESCO 2]

Geleneksel dolgulu temizleyici hava akımının yukarı, su akımının ise aşağı doğru olduğu dikey bir kuledir. Bunun bir varyasyonu **çapraz akışlı temizleyicidir** (Şekil D.5-5). Çapraz akışlı temizleyicide sıvı atık gaz akımı boyunca yine aşağı doğru akarken, atık gaz dolgudan yatay olarak akar. Temel düzen geleneksel dolgulu temizleyicilerin ki ile aynıdır ve dolguyu ıslak tutabilmek için hala bir devir daim pompasına ihtiyaç duyulur. [ESCO 2]

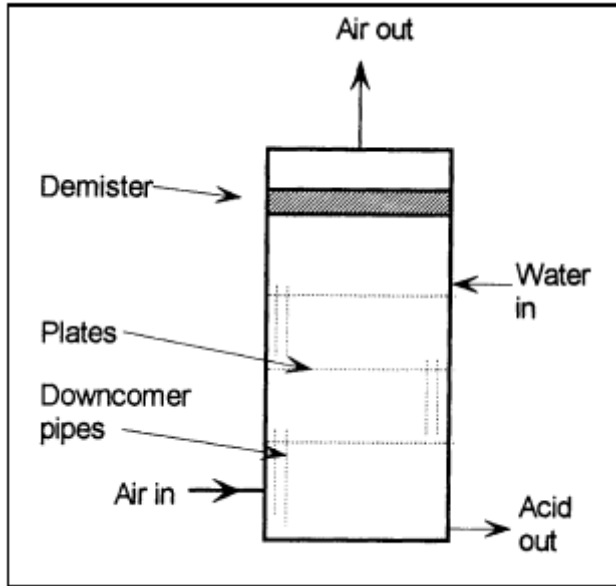
Çapraz akışlı temizleyicinin avantajı daha az bir kafa boşluğuna gereksinim duyması, boru düzeneğinin genelde daha basit olması ve dikey bir temizleyiciden daha ucuz olmasıdır. Bununla birlikte, çapraz akışlı temizleyiciler çözünebilir gazların temizlenmesinde dikey karşı akışlı temizleyicilerden biraz daha az etkilidirler. [ESCO 2]

Çapraz akışlı temizleyicinin ileri bir modeli plakalı bir temizleyicinin çok aşamalı temizleme işlemine benzer bir işlem yapar. Bu versiyonda seri halde birkaç dolgu yatağı mevcuttur. Her bir yatak ayrı bir su rezervine veya devir daim sistemine sahip olup, rastgele bir ambalajdan ziyade planlanmış bir dolgu kullanabilirler. Bu ileri tip temizleyici oldukça yüksek bir basınç düşüşüne sahiptir ve hali hazırda asitleme uygulamalarında kullanılmamaktadır. Rasgele dolgulu çapraz akışlı birimler yaygın şekilde kullanılmaktadırlar. [ESCO 2].



Şekil D.5-5: Bir çapraz akışlı yıkayıcının çalışma prensibi [ESCO 2]

Plakalı temizleyiciler (Şekil D.5-6), içerisine yığılmış birkaç yatay delikli tablaya (eleme plakalarına) sahip dikey bir kuleden oluşmaktadır. Bölmeler, plakalar içerisinde açıklıkların üzerinde kısa bir mesafede konumlandırılmıştır. Temizleme sıvısı, kulenin tepesinden girer ve ard arda tablaların her biri boyunca akar. Kirli gaz ise kulenin alt kısmından girer ve yukarı doğru çıkarak, plakalardaki deliklerin arasından geçer. Gazın hızı, deliklerden sızan sıvıyı ölemek için yeterlidir. [Martin]



Şekil D.5-6: Plaka temizleyicilerin ilkesi [ESCO 2]

Absorblama etkinliği, absorblayıcıya daha fazla plaka eklemek (kule yüksekliğini artırmak) ve sıvı akış oranını artırmak suretiyle artırılabilir. [Martin]

Her bir plaka üzerinde suyun bir havuz oluşturması yüzünden, etkin bir temas açısından küçük bir su akışına ihtiyaç duyulmaktadır. Akışa aynı zamanda çözülmüş dumanları püskürtmek ve aynı zamanda, yüzey gerilim etkileri nedeniyle delikler kanalıyla meydana gelen küçük sızmaları dengelemek için de gerek duyulmaktadır. Genellikle, devridaim pompaları, plaka temizleyiciler üzerinde gerekli değildir ve bu temizleyiciler gerçek anafor akışında çalışmaktadırlar. [ESCO 2]

Plaka temizleyiciler basittirler ve hareket edici parçaları bulunmamaktadır, ancak, plakaların seviyelenmesi ve sürekli hava akışını temin etmek için dikkatli kurulmaları gerekmektedir. [ESCO 2] Tıkanmalara ve kabuk bağlamalara karşı hassas olabilmektedirler ve köpüklü sıvılar açısından uygun değildirler. [Martin]

Plakalı temizleyicilerin avantajları, düşük bakım gereksinimi olması, bir defalık su akış sistemi nedeniyle çıkan suyun asitleme tankına geri dönüşümünün sağlanmasıdır. Ancak dezavantaj olarak plakalı yıkayıcıların dikkatli bir şekilde montajının yapılması (plakaları seviyelemek açısından) gerekmekte, ayrıca hava akışının sınırlı varyasyonu bulunmaktadır. [ESCO 2]

Bir plakalı temizleyicisiyi dizayn etkinliğinde tutmak için gerekli olan tüm şey, üst tabla açısından uygun akışlı su oranı ve dizayn edilmiş aralık dahilinde bir hava akış oranıdır. Raporlanmış su tüketimleri, 0.06 ila 0.13 l/m³ arasında değişmektedir. [ESCO 2]

Yukarıda gösterildiği üzere, temizleyicilerin anahtar unsuru, **zerre tutucudur** (saçılma separatörü, buğu temizleyici). Bu, temizleyiciyi terk eden havanın su damlacıklarından mümkün olduğunca serbest olmasını temin eden bir araçtır. [ESCO 2]

Zerre tutucunun tamamı, havanın su damlalarından çok daha kolay yön değiştirebileceği ilkesine dayanmaktadır. Birkaç yön değişikliği ile havayı bir kanal veya labirent kanalıyla yönlendirmek suretiyle, su damlalarının katı bir yüzey üzerine çarpmaları sağlanır, bu durumda, hava kanalıyla taşınamayacak kadar ağır daha büyük damlalar oluştururlar. [ESCO 2]

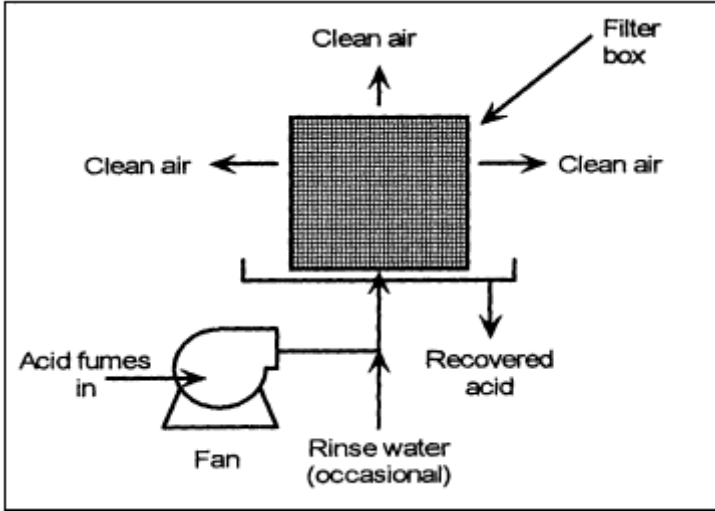
İki esas zerre tutucu türü bulunmaktadır: *örülü elek ve şerit bölmeler*.

Örülü elek tipinin idaresi ve kurulumu basit olup ince plastik lifler üzerinde suyu toplamak suretiyle onu ayırıştırılmaktadır. Dezavantajları, suyu olduğu kadar tozu da kaldırmaya meyletmesinin zaman içerisinde ince plastik lifleri bozmasıdır. Nihayet (3-5 yıl), birikmiş olan toz ve lif döküntüsü, zerre tutucuyu tıkar ve ekipmanın yenisiyle değiştirilmesini gerektirir. [ESCO 2]

Şerit tipi zerre tutucu ise paralel bir sıradan, aralarından gazların geçtiği S-şekilli bıçaklardan oluşmakta ve su bıçak yüzeyindeki etki vasıtasıyla alınmaktadır. Bu tür zerre tutucu, tıkanmalara karşı hassas olmadığı gibi neredeyse sınırsız bir ömre de sahiptir. [ESCO 2]

Her iki tür zerre tutucu, yaş ayırıcılar içerisinde oluşan damlacıkların % 99.99'undan fazlasını tutacaktır. [ESCO 2]

Bir **duman filtresinde** (bakınız Şekil D.5-7), hava, tazyikle yoğunlaştırılmış bir yatak kanalıyla düşük hızda geçer. Aradan akarken damlacıklar, lifler üzerine yapışır, yığılma yaparlar ve nihayet ağırlaşarak düşer ve akıp gider. Bu tür filtreler, tozu havadan kaldırdığından, temizleme maksadıyla düzenli zaman aralıklarında yıkanması gerekmektedir. Bununla birlikte, dolgulu ve plakalı yıkayıcılar sürekli olarak birkaç gpm'lik su kullandıkları halde filtreler, duruluma açısından günde yalnızca 30-50 gal (114 – 190 l/gün'e eşittir) su kullanmakta ve bu su, asitleme tankına geri gönderilmektedir (“atık olmayan su”) [ESCO 2]



Şekil D.5-7: Duman Filtresinin İlkesi [ESCO 2]

D.5.4 Hidroklorik Asit ile Asitleme

HCl asitle temizlemede plakalı ve dolgulu yıkayıcıların her ikisi de kullanılır ancak plakalı yıkayıcılar daha az miktarda fakat konsantrasyonu yüksek asit üretirler ve bu asitler de asitleme tankına geri döndürülürler. Asidin geri kazanımıyla arıtma giden asit miktarı düşecek, böylece arıtma maliyeti de düşecektir. [ESCO 2]

HCl ile asitleme sırasında asit buharları ortaya çıkar, bunlar gaz görünümündedirler ancak, sıvı haldedirler. Tanecikler, tamamen bir temizleyici kanalıyla hareket edecektir. Bu aerosollerin oluşum sebepleri, iyi anlaşılmasında, ancak asitleme hattından çıkan egzoz gazı çok sıcak olduğu ve örneğin, daha soğuk bir hava akıntısı ile birleşmesi suretiyle hemen soğutulduğu takdirde, ortaya çıkışları görünmektedir. Bu, genellikle sadece çok sıkı buhar kapaklarına sahip yüksek sıcaklıkta şerit hatlarında veya asit rejenerasyon tesislerinde meydana gelecektir. [ESCO 2]

Proses şartları o şekilde tasarlanmalıdır ki HCl asit aerosollerinin oluşumundan kaçınılmalıdır. Bu mümkün olmadığı takdirde, sprey alanlarının kurulumu veya yüksek enerji temizleyicilerinin kullanımı (örneğin Venturi), bir soğutma temizleyicisi veya yoğuşma filtresi gereklidir. [ESCO 2], [Rituper-93]

Dolgulu Temizleyiciler: HCl asit emisyonları 10 mg/m³ aşağısında kalır. [Rituper-93]

D.5.5 Sülfürik Asit ile Asitleme

Sülfürik asit tankları, asit buharları yaymazlar, ancak, çok ince zerrecikler halinde damlacık çıkışı olur. Bu damlacıklar, tankın yüzeyindeki çelik üzerindeki asidin aksiyonu vasıtasıyla asitleme prosesinde yaratılan çok ince hidrojen kabarcıklarının yoğunlaşması suretiyle üretilirler. Bu damlacıklar, sülfürik asitleme tanklarının yanında kokusu alınabilen asit dumanı olarak adlandırılırlar. [ESCO 2]

Damlacıklar, yeterince ince değildirler, ancak, geleneksel bir zerre gidericide tutulacak büyüklüktedir. Damlacıkların uzaklaştırılması, tümüyle mekanik bir prostestir – asit damlacıkları bir yüzeye çarpmak suretiyle burada birikir ve belli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra havadan ayrılır. Dolgulu ve plakalı yıkayıcılar bu amaç için kullanılabilir. Düz akışlı

yıkayıcılar da çapraz akışlı yıkayıcılar kadar verimlidir. Bu zerrecikleri uzaklaştırmak için duman filtreleri de kullanılabilir. [ESCO 2]

Spreyleme alanı büyük zerre tutucuyla H₂SO₄ konsantrasyonu 5 – 10 mg/m³'ün altına indirilir. [Rituper]

D.5.6 Elektrolitik Asitleme

- . Hiçbir bilgi sunulmamıştır.

D.5.7 Karışık Asitle Asitleme

Paslanmaz çelik, nitrik asit ve hidroflorik asit karışımıyla asitlenir. Nitrik asit, düşük kaynama seviyesine sahip bir sıvı, hidrojen florür (HF) ise HCl gibi bir gazdır. Bu nedenle, bu tanklar buhar yayarlar. İlave olarak, nitrojen oksit (NO_x) kabarcıklarının yoğunlaşması suretiyle üretilen damlacıklar boşaltılırlar – bununla birlikte, bu damlacıklar çelik asitlenmesinden üretilen sülfürik asit damlacıkları kadar çok ince değildirler ve daha az problemlidirler. [ESCO 2]

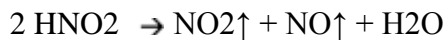
Nitrik ve HF buharları ve damlacıkları, üretilen küçük bir su miktarını kullanan bir dolgulu veya plakalı yıkayıcıda kolaylıkla uzaklaştırılırlar. [ESCO 2] Bununla birlikte, aerosollar mevcut ise, aerosolün çökmesi için yoğun bir sprey alanının işletimi gerekli olabilmektedir. [DFIU]

NO_x gazları kolaylıkla ortadan kaldırılmamakta, bununla beraber, su içerisinde çok çözülebilir değildirler (NO_x azaltımı açısından bakınız Bölüm D.6.8.3 – D.6.8.5) [ESCO 2]

HF yıkayıcıları içerisinde meydana gelebilen bir problem, çözülmez yapıdaki kalsiyum tortularının dipte birikim yapmasıdır. Bu, hidroflorik asit ile sert suyun (kalsiyum-taşıyan) reaksiyonu neticesinde ortaya çıkar ve dolguları, çıkış yeri borularını, giriş borularını veya devri daim borularını tıkar. Bu problemi bertaraf etmenin en iyi yolu, suya yumuşatma tesisi kurmak olacaktır. [ESCO 2]

D.5.8 Karışık Asitle Asitlemede NO_x Azaltma Teknikleri

Paslanmaz çelik, karışık asitle asitlendiğinde, nitrik asit metal veya metal oksitler ile tepkimeye girer ve nitröz aside (HNO₂) indirgenir, bu da azot oksit karışımı ile dengeye ulaşır.



Toplu asitlemede (örneğin, paslanmaz çelik tüpü açısından), asitleme, ortam sıcaklığında gerçekleştirilir. Toplu prosesler, daha düşük bir sıcaklık ile daha uzun asitleme sürelerinin, (örneğin 60-90 dakika) NO_x dumanlarının emisyon oranlarını azalttığı durumlarda, açık tanklara uygulanmaktadır.

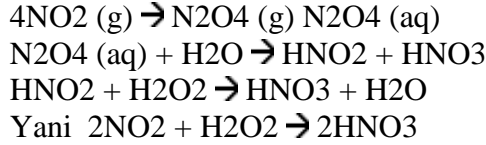
Sargı, plaka veya bakır asitlemesi, şayet sürekli olarak gerçekleştirildiği takdirde, kısa asitleme sürelerinde (yani genellikle 2-4 dakika) etkili bir asitleme sonucu temin etmek açısından daha yüksek asit sıcaklıkları gerektirmektedir. Daha yüksek asit sıcaklıkları daha yüksek NO_x dumanı emisyonu ortaya çıkardığı için, kapalı tanklar kurulmaktadır. Aşağıda verilen NO_x baskı ve azaltma önlemleri mevcuttur:

D.5.8.1 Hidrojen Peroksidin (veya Ürenin) Enjeksiyonu Yoluyla NOx'in Engellenmesi

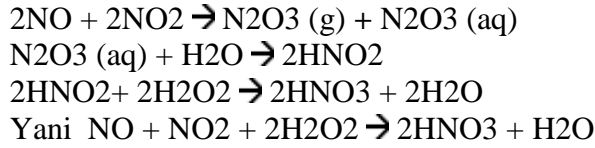
Hidrojen peroksit (H₂O₂) ile NO_x arasındaki tepkime, NO_x'in azotlu asit (HNO₂) oluşturmak için su ile tepkimeye girdiği sulu aşamada meydana gelmektedir.

HNO₂ nispeten kararsız olup kolaylıkla tekrar NO₂, NO ve H₂O'ya ayrışacaktır. NO_x nihayet proses tarafından yayılacaktır. Bununla birlikte, H₂O₂'in varlığı HNO₂'yi hızla daha kararlı olan HNO₃'e oksitleyecek bu suretle de NO_x yeniden oluşumunu ve emisyonunu engelleyecektir. Bu davranış, aşağıdaki kimyasal tepkime eşitliklerinde detaylandırılmaktadır:

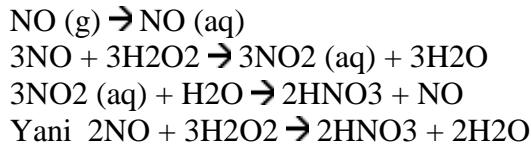
NO₂



NO/NO₂



NO



Dejakañ banyosuna eklemek suretiyle, NO_x engellenmesinde hidrojen peroksidin etkin kullanımının anahtarı, etkin bir karşımda yatmaktadır.

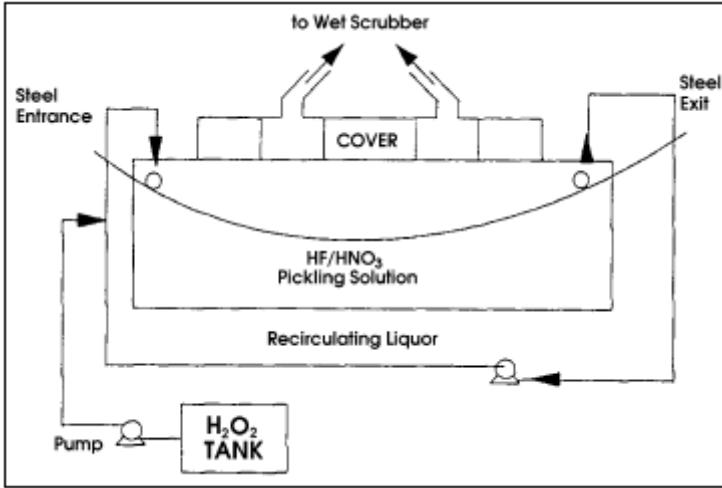
Hem nitrojen oksidi hem de geçiş metal iyonları içeren asitleme karışımına hidrojen peroksit eklendiğinde, yukarıda ana hatları çizilen kimyaya göre ya NO_x'i oksitlendirecek yada metal iyonları ile reaksiyona girmek suretiyle kendisi katalitik ayrışımından geçecektir.

Bir devridaim döngüsü içerisinde H₂O₂ enjeksiyonu suretiyle Nox'in Engellenmesi

Ostenitik çelikler genellikle asitleme karakteri açısından endotermik karakterlidirler, oysa ki ferritli çelikler, kimyasal bileşimlerindeki farklılıklar nedeniyle ekzotermik karakterlidirler. Bundan dolayı, birtakım sıcaklık kontrol araçları kurulmaktadır. Normal yöntem, bir devridaim döngüsünü dahil etmektir, bununla banyo çözeltisi, gerek ısıtıcı gerekse soğutucu kanalıyla yeniden dağıtıma tabi tutulmaktadır.

H₂O₂ ile banyo çözeltisinin etkin bir karışımın yapma yöntemi, yeniden devridaime sokulan asitleme çözeltisinin içerisinde hidrojen peroksit enjekte etmek olacaktır. Banyo içerikleri, saatte on kadar banyo değişiklikleri oranında bir devridaim döngüsü civarında pompalanır. Hidrojen peroksit (%35), ilgili proses şartlarına bağlı olarak dakikada 1 litreye kadar bu döngü içerisinde verilir. Bu işlemin şematik bir diyagramı Şekil D.5-8'de gösterilmiştir.

Gerçekleştirilen deneyler göstermiştir ki % 90'dan yukarıdaki NO_x baskılama etkinlikleri bu teknik kanalıyla yapılabilmektedir.



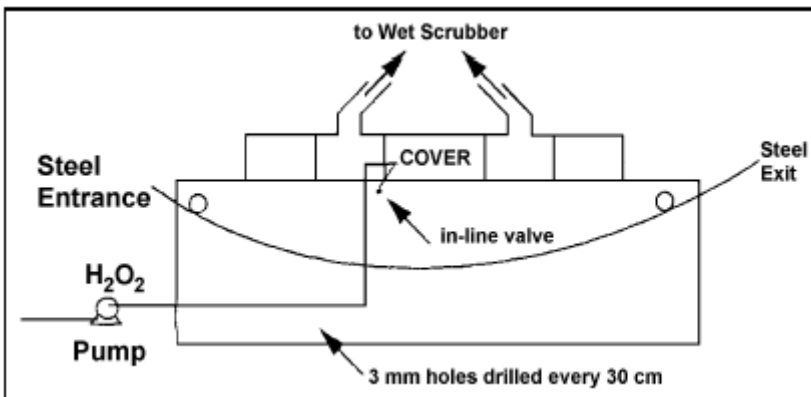
Şekil D.5-8: Asitleme asit devridaim döngüsü içerisinde H₂O₂ enjeksiyonu için şematik görünüm [WireInd-10-97]

Bir püskürtme borusu vasıtasıyla asitleme banyosuna H₂O₂ enjeksiyonu yoluyla NO_x engellenmesi

Bir asitleme banyosuna bir devridaim döngüsünün yeni bir kurulumunun sermaye maliyeti, statik bir asitleme banyosu faaliyette ise, yüksek olabilmektedir. Bu nedenle, asitleme banyosuna H₂O₂ eklemenin alternatif bir yöntemi, asitleme banyosunda konumlandırılmış iki yollu bir püskürtücü vasıtasıyla asitleme banyosuna direkt olarak H₂O₂ enjekte etmektir. Banyo içerisine, 150 mm'lik aralıklarla delinmiş 3 mm'lik delikli 30 mm çapında polipropilen tüpünden yapılmış basit bir püskürtme borusu sokulur. [WireInd-10-97]

Asitleme banyosunda toplanan çözülemez geniş ölçek miktarı dolayısıyla püskürtme borusu, bloajları minimize etmek için deliklerin yatay konuma 45 ° aşağı doğru işaret ettiği konumda ayarlanır. Püskürtme borusu, H₂O₂'ı asitleme banyosuna etkin şekilde karıştırma yöntemi olarak plaka ile çarpışmayı önlemek ve de çelik plakanın sabit hareketini kullanmak üzere hareket edici çelik plakanın hemen altına, banyonun çelik girişi kısmında konumlandırılır. Püskürtme boru sisteminin şematik bir diyagramı Şekil D.5-9'de gösterilmiştir.

Gerçekleştirilen deneyler göstermiştir ki % 90'dan yukarıdaki NO_x baskılama etkinlikleri bu teknik kullanılarak yapılabilmektedir. [WireInd-10-97]



Şekil D.5-9: Asitleme banyoları içerisine bir püskürtme borusu kanalıyla H₂O₂ enjeksiyonu için şematik [WireInd-10-97]

Bir sprey asitleme aracının içerisinde H₂O₂ enjeksiyonu yoluyla NO_x baskılaması

Hidrojen peroksit kullanan bir başka NO_x baskılama örneği, bir sprey odası içerisinde paslanmaz çelik tabakasının asitlenmesi için kullanılanıdır.

Nitrik asit/hidroflorik asit asitleme çözeltisi, paslanmaz çelik plakasının her iki tarafı üzerine püskürtülür, daha sonra asitleme çözeltisi, sprey odasına yeniden çevrime girdiği sprey odasından asitleme tutucu tankına iade edilir. [WireInd-10-97]

İki kola ayrılmadan hemen önce, hidrojen peroksidi çözelti devridaim hattına enjekte etmek suretiyle bir tesiste bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Bulunmuştur ki NO_x emisyonlarının % 90'dan daha fazlası ortaya konulan hidrojen peroksidin on dakikası içerisinde bastırılmıştır. Yine gösterilmiştir ki NO_x baskılama tepkimesi NO_x üretimi alanında meydana gelmiştir. [WireInd-10-97] Diğer kaynaklar, % 70'e kadar NO_x azaltımını raporlamaktadır. [fmp012]

Hidrojen peroksit yoluyla NO_x baskılamasının paslanmaz çelik ürün kalitesi üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır. [WireInd-10-97]

Hidrojen peroksit yoluyla NO_x baskılamasının avantajları

- Hidrojen peroksit, NO_x'i uygun yerinde nitrik aside dönüştürür ve bu nedenle nitrik asit tüketimini azaltır, bu oran bazı durumlarda % 20-30'dur.
- Hiçbir ana plan değişikliği gerekli olmaz.
- Oluşturulan zayıf hidroflorik asit çözeltisi prosese iade edilebilirken mevcut hidroflorik asit temizleyicisi, gerekli olan temizleyici çözeltisinin nötrleşmemesiyle kullanılabilir.

D.5.8.2 Nitrik Asitsiz Paslanmaz Çelik Asitlemesi

Paslanmaz çeliğin karışık asitle asitlenmesinde, nitrik asit bir aside ve bir oksidana metal asitleme süreci açısından katkıda bulunur. Teorik olarak, bir başka asit örneğinin sülfürik asit vasıtasıyla asit katkısının ikamesi ve hidrojen peroksitle oksidan katkısı, nitrik asitsiz metal asitleme çözeltisi ile sonuçlanacaktır.

Paslanmaz çelik asitleme teknikleri açısından, bu teknolojinin, başarılı olarak kullanılmış olduğu Avrupa'daki çeşitli çelik fabrikalarında denemeler yapılmıştır. [WireInd-10-97]

Bu prosesler, demir iyonun oksitlendirici yapısına dayanmaktadır, asitleme çözeltisinin demir iyon içeriği, minimum 15 g/l'lik konsantrasyonda sürdürülür. Bu, demir iyonu (Fe³⁺) açısından asitleme reaksiyonu süresince oluşturulan demir iyonunun (Fe²⁺) oksitlendirmek için bir oksitlendirici maddenin ortaya konulması ile başarılmaktadır.

Seçilen oksitlendirici madde, normal olarak hidrojen peroksittir, zira bu, asitleme banyosuna herhangi bir yabancı iyon dahil etmemekte ve bu ilave etme yöntemi esas itibariyle NO_x baskılama tekniklerinde kullanılanla aynıdır. Bu muamele, tüm üretim tesisleri türlerinde yani toplu asitleme açısından sürekli olarak kullanılabilir. [WireInd-10-97]

Paslanmaz çelik üzerindeki HF/H₂O₂ karışımlarının aksiyonları, yüksek asitleme sıcaklıklarında (yaklaşık 50 – 60 °C) HF/HNO₃'ünkinden önemli ölçüde daha saldırgandır. Buna rağmen, asitleme yaklaşık 20 – 25 °C'lik ortam sıcaklıklarında gerçekleştirildiğinde, bunun tersi gösterilmiştir. [WireInd-10-97]

İyonik olmayan yüzey aktif maddeleri ve korozyon hızlandırıcılar gibi katkı maddeleri de asitleme etkinliğini sürdürmek için asitleme banyosuna eklenmektedir. Asitleme banyosundaki hidrojen peroksidin ömrünü uzatmak için dengeleyiciler ilave edilmektedir. [WireInd-10-97]

Yapılmış olan pilot uygulamalar, nitrik asitsiz asitleme prosesinin, geleneksel nitrik asit/hidroflorik asitlerle karşılaştırıldığında, belirli sayıda avantajları bulunduğunu göstermiştir. [WireInd-10-97]

Hidrojen peroksit bazlı nitrik asitsiz asitlemenin raporlanmış avantajları

- Bazı durumlarda daha kısa asitleme süreleri.
- Azalmış sulu artık oluşumu.
- Daha uzun banyo ömrü.
- Büyük çapta indirgenmiş taneler arası korozyon.
- Daha az saldırgan asitleme, bunun anlamı, metal yüzeyi üzerindeki indirgenmiş saldırı ve çeliğin indirgenmiş ağırlık kaybı.
- İndirgenmiş NO_x emisyonları ve nitrat atık su boşalmaları (aslında, banyo başına, ürünün tonu başına atık suyun hacminde genel bir indirgeme söz konusu olur)
- Tüm atık sular, kireç muamelesi yoluyla çöktülebilir.
- Bazen, mevcut asitleme sistemlerinde prosesi kullanmak için hiçbir ana tadilat gerekmez, basit bir kontrol sistemi hariç hiçbir önemli ekipman gerekmemektedir.
- Ürün çözülmesinde bir indirgeme ve ürün kalitesinde iyileştirme açısından bir potansiyel söz konusudur.

Hidrojen peroksit bazlı nitrik asitsiz asitleme prosesi, düşük sıcaklıklarda etkin şekilde işleyebilmektedir, bu nedenle, geleneksel nitrik asit/hidroflorik asit prosesi ile karşılaştırıldığında ısıtma maliyetlerinde tasarruf sağlamaktadır. Genellikle, etkin olmak için yaklaşık 60 °C'de işleme gerekmektedir. [WireInd-10-97]

D.5.8.3 Absorblamalı Temizleme

Bölüm D.6.3'te açıklandığı üzere, yaş absorblayıcılar, karışık asit asitlemesinden gelen NO_x dumanlarını azaltmak üzere kullanılmaktadır. NO ve NO₂ çözülememekte veya sadece suda kısmi olarak çözülebilmektedir, diğer NaOH, H₂O₂ veya üre gibi yıkama maddeleri kullanılmaktadır.

NaOH absorblayıcılarının etkinliği, NO_x konsantrasyonuna ve atık gaz içerisindeki NO:NO₂ oranına bağlıdır. Tatmin edici indirgemeler elde etmek için, uzun oksidasyon süreleri veya çok aşamalı temizleyiciler gerekmektedir.

NO_x azaltımının etkinliğini artırmak için, iki veya daha fazla tamponlu kolon kurulabilmektedir. Söz konusu kolonlardan biri bir indirgeme kolonu olarak diğeri de oksidasyon kolonu olarak işlev görür. İndirgeme kolonları NaOH ve bir indirgeyici (sodyum hidrosülfid çözeltisi (NaHS) ile karşı akımlı olarak işletilmektedir. Yüksek pH'lı indirgeyici, kolon tabanında nitrojene giren NO₂'yi azaltır ve gaz akıntısında saçılabilen herhangi bir serbest asidi yıkar ve nötrleştirir. pH değeri ile oksidasyon indirgeme kimyasal potansiyeline bağlı olarak yeni NaOH ve NaHS, yıkama sıvısına ilave edilir (ORP) [LUDL].

İndirgenme kolonundan gelen gaz akıntısı daha sonra NO'nun NO₂'ye okside edildiği oksidasyon kolonuna girer. Gaz, tepede sütuna girer ve düşük pH'da oksitleştirici çözelti (örneğin, sodyum klorit - NaClO₂) ile paralel olarak akar. Sodyum klorit NO'yu oksitlendiren klor dioksiti (ClO₂) oluşturur. Yeni asit ve NaClO₂, pH ve ORP değerine bağlı

olarak eklenir. İndirgenme çevrimi ve oksidasyon, yeterli NOx azaltımı oranlarını başarmak için tekrar edilebilir. [LUDL]

Temizleme açısından H₂O₂ kullanıldığında, temizleyici çözelti genellikle, sırasıyla % 20 wt.- ve %0.5 wt.- tipik konsantrasyonlarında HNO₃ ile H₂O₂'nin bir karışımından oluşmaktadır. H₂O₂ kullanımının bir faydası, temizleyici prosesinin yan ürününün, sodyum hidroksiti kullanırken sodyum nitrat yerine nitrik asit olmasıdır. Bu asit, kullanılabilir konsantrasyonlarda iyileştirilir ve asitleme prosesinde tekrar çevrime girer. Böylece, sodyum nitrat atığı bertaraf maliyeti elimine edilmekle kalmaz aynı zamanda genel olarak nitrik asit tüketimi azalmaktadır. [CITEPA]

D.5.8.4 Seçici Katalitik İndirgeme(SCR)

→ D.2.4'e müracaat ediniz.

D.5.8.5 Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR)

⇒ Tanımlama açısından D.2.5 'e müracaat ediniz.

D.5.8.6 Karışık Asitle Asitleme Açısından İndirgeme Yöntemlerinin Mukayese Edilmesi

Tablo D.5-1, farklı NOx indirimi önlemlerini mukayese etmekte ve maliyetlere ilişkin genel bir bakışı ortaya koymaktadır.

	NOx Suppression by Injection		Nitric Acid-free Stainless Steel Pickling ²	Absorptive Scrubbing		Selective Catalytic Reduction	Selective Non-Catalytic Reduction
	H ₂ O ₂	Urea ¹		NaOH	H ₂ O ₂		
Capital Costs	low	low		high	high	very high	
Variable costs	high	low		low	high	low	
HNO ₃ Consumption	lower	higher		no influence	lower	no influence	
NOx Reduction	very high	very high		low	very high	very high	
By-products	recovered	no problem		difficult to discharge	recovered	no problem	
Steel Surface Quality	better ³	better ³		no influence	no influence	no influence	

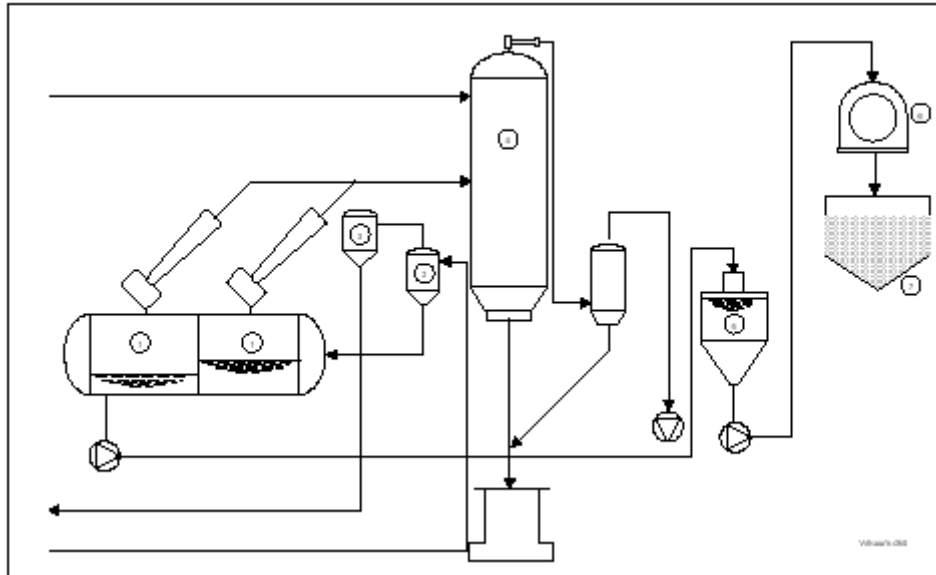
1 Comment: urea injection can lead to ammonia compounds in the effluent [Com2 CR]
2 Comment: only limited application [Com2 CR]
3 Comment: neither urea nor hydrogen peroxide injection give rise to better surface finish [Com2 CR]

Tablo D.5-1: Karışık asitle asitlemede değişik NOx azaltma tekniklerinin kıyaslanması (CITEPA'da raporlandığı şeklinde)

D.5.9 Serbest Asit Geri Kazanımı

D.5.9.1 Kristalizasyon (H₂SO₄)

Kristalizasyon suretiyle sülfürik asit geri kazanım prosesi, su, sülfürik asit ve demir sülfatın çözülebilirlik ilişkilerine dayandırılmaktadır. Demir sülfat, artan sıcaklıklarda daha çözülebilir bir karaktere sahip olup soğutulduğunda doymuş çözeltilerden kristalizasyona uğrar. Endüstride, H₂SO₄ asitli karışımlarından harcanmış asitlerden elde edilen serbest sülfürik asidin iyileştirilmesi açısından, genellikle FeSO₄x7H₂O olarak ortaya çıkan heptahidrat kristalizasyon prosesi uygulanmaktadır. Soğutma tipi hakkında, yeniden oluşturma açısından aşağıdaki heptahidrat kristalizasyon prosesleri mevcut bulunmaktadır: endirekt soğutmayla kristalizasyon, siklon kristalizasyonu ve vakum soğutma kristalizasyonu. Kristalizasyon yoluyla harcanılan asit karışımı çözeltisi muamelesi, serbest asidi nötrleştirme gerekliliğini bertaraf etmekte, bunun yanında, demir, heptahidrat olarak çökmekte ve nötrleşmesi de gerekmemektedir. Kristalizasyon prosesleri ile, önemli miktarda su artışı ortaya çıkmakta ve tuz yükünde bir indirgeme başarılabilir. Örnek olarak, Şekil D.5-10, vakum soğutma kristalizasyonu prosesini göstermektedir.



1. Kristalizatör
2. Ön-soğutucu
3. Asit eş-kondansatörü
4. Eş-kondansatör
5. Koyulaştırıcı
6. Döner ekran
7. Sülfat haznesi

Şekil D.5-10: H₂SO₄ açısından vakum soğutma kristalizasyon prosesi [DFIU98]

D.5.9.2 Buharlaştırarak Geri Kazanım (HCl)

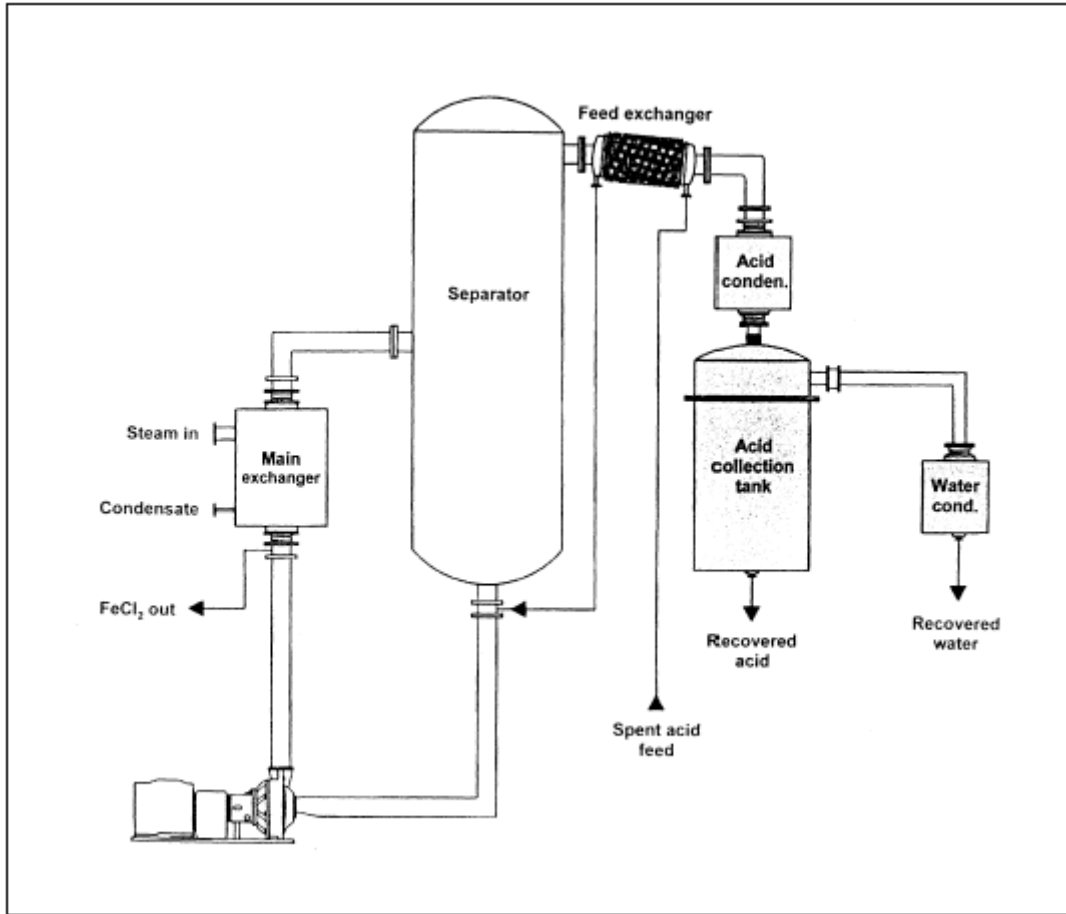
Buharlaştırarak hidroklorik asit geri kazanım sistemi, kontrol edilmiş iki aşamalı yoğunlaşma/ayırışmanın olduğu bir zorlama sirkülasyon flaş soğutucusudur. Harcanılan asit çözeltisi, harcanan atıktan asit ve suyu çıkarmak için iyice ısıtılmaktadır. Ortada sadece konsantre edilmiş demir klorür çözeltisi kalmaktadır.

Harcanılan asit çözeltisi, buharlaştırma prosesinde üretilen asit ile su buharlarının kalan ısısını kullanarak bir filtre ve önceden ısıtma esanjörü vasıtasıyla iyileştirme ünitesine aktarılır. Önceden ısıtılan harcanmış asit çözeltisi daha sonra ana ısı esanjörü kanalıyla çabucak aktığı buharlaşma bölümüne, su ve asidin buharlaştığı ayırıcı kanala girer. Asit ve su buharı, çözelti sıcaklığı 110 °C civarına erişene kadar atık çözeltisinden sürekli olarak sevk edilir.

O sıcaklıkta çözelti doyuma ulaşmıştır ve soğutucudan çıkarılmaya hazır durumdadır. Bir PLC (Programlanabilir Mantık Kontrolcüsü) sistemi otomatik olarak prosese giren asit miktarını, çıkan demir klorür ve tankta kalan miktarı çıkartır. [Cullivan-IG-97]

Ayırıcı içerisinde genişleyen buhar vasıtasıyla zorlanan asit ve su buharı, besleme esanjörüne ve asit yoğunlaştırıcıya doğru itilirler. Yoğunlaşan asit buharı, kanalda çökmekteyken yoğunlaşan su buharının bir kısmı ile birleşir. Asit konsantrasyonu, bu aşamada asitleme prosesinde tekrar kullanılmak üzere kontrol edilir. Kalan su buharları, soğutulduğu ve asit buharı atıklarından arıtılmış olan su yoğunlaştırıcısının içerisine yönlendirilir. Prosesten buhar çıkışı olmayacaktır, çünkü kalan buharlar soğutulurak kondense olurlar. Kalan kondanse su ise asitleme hattında yıkama suyu olarak kullanılır.

Asit yoğunlaştırma bölümüne eklenen opsiyonel bir ısıtma döngüsü, kusursuz bir asit karışım konsantrasyonu temin edebilmektedir. Geri kazanılan asit konsantrasyonu tipik olarak yüzde beşten yüzde 15 arasında değiştiği için, bu ilave maliyet genellikle önemli değildir. Geri kazanılan asit, yeterince kuvvetli olmasına rağmen konsantrasyonu asitleme için arttırmak üzere taze HCl asidi ilave edilmesi gerekir. [Cullivan-IG-97]



Şekil D.5-11: Buharlaştırarak Asit Geri Kazanım [Cullivan-IG-97]

Prosesin çalıştırılması kolaydır. Çalışma esnasında sadece birkaç hareket edici parçası olduğundan ve asit buharları esas itibariyle sistemi temizlediğinden, ısı esanjörleri ile reaktörlerin aksaklık süresinin minimum olduğu tecrübeyle ortaya konulmuştur. Normal

bakım, optimum performansı temin etmek için filtreleri değiştirmeyi, pompalarla ilgilenmeyi, soğutucuyu kontrol etmeyi ve kule döngülerini, soğutmayı içine almaktadır. [Cullivan-IG-97]

D.5.9.3 Geciktirme (Retardation) (HCl, H₂SO₄, HF/HNO₃)

Bu prosesin ilkesi, çözünen metallerin reçine yatağı kanalından geçerken, serbest, çözünmemiş asit iyonlarının reçineler tarafından absorblanması esasına dayanmaktadır. Su ile geri yıkama sırasında, absorblanan asit, osmotik basınçtaki farklılıklar nedeniyle yeniden serbest bırakılır. Serbest asit iyileştirme oranları, hidroklorik asit ve sülfürik asit için yaklaşık % 80 – 90'dır. Prosesin avantajları, az teçhizat ve yer gerektirmesidir. Rejenerasyon süreci için enerji gereksinimi, elektrik enerjisi ile sınırlandırılmış durumdadır. Elektrik tüketimi, üretilen işe bağlı olarak demirin yaklaşık 0.25 ve 0.40 kWh/kg'ı arasında değişmektedir. Mineralleri giderilmiş su açısından gereksinim ise, yeniden üretilmiş karışım çözeltisinin yaklaşık 1 m³/m³'dir. [Com D],[Fichtner]

Geciktirme prosesinin kullanımı, asit tüketiminin en azından 40 l/h civarında olduğu zamanda mümkün olmaktadır. Karışım çözeltisi içerisindeki ortalama metal içeriği, 50 - 60 g/l'yi geçmemelidir. Ortaya çıkan atık, bileşime bağlı olarak kullanılabilen metalik bir tuz çözeltisinden oluşmaktadır. [Com D], [Fichtner]

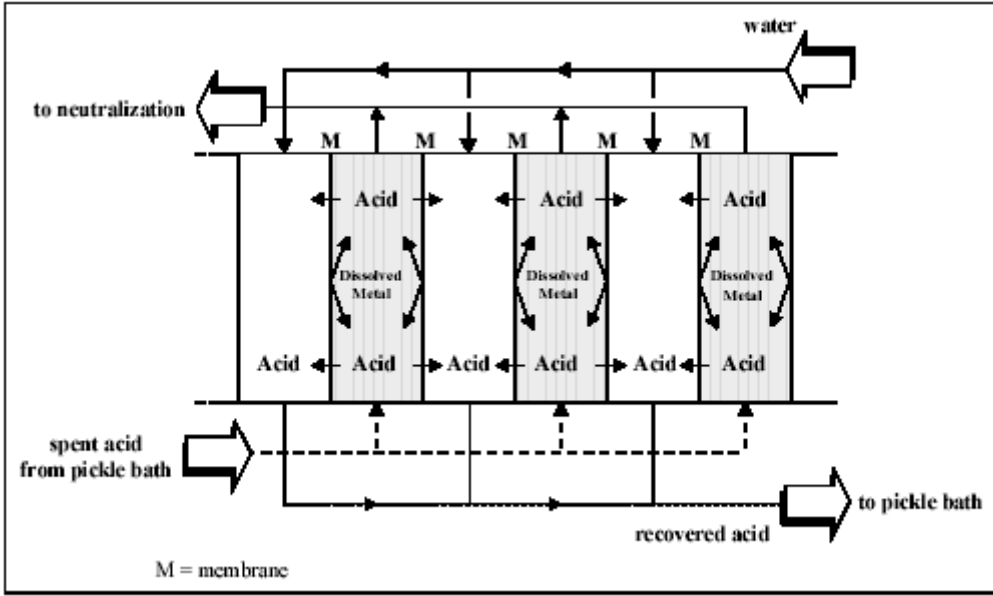
D.5.9.4 Yayılma Diyalizi (HCl, H₂SO₄, HF/HNO₃)

Yayılma diyaliz prosesi, iyon değiştirme membranı kullanılarak iki farklı sıvıyı; kullanılmış asit ve demineralize suyu birbirinden ayırır. Bu iki çözelti arasındaki konsantrasyon farkı, bu prosesin ana felsefesidir. Polimer yapılarında pozitif bir yüzey yükü bulunan özel anyonlar, membrandan (zardan) geçerken, katyonlar (metaller) zarın gerisinde kalırlar. Hidrojen iyonu bu durumda bir istisnadır. Küçük boyutu yüzünden, - anyonlarla birlikte – zardan geçerek yayılır. [OSMOTA]

Perdeler, bir 0.5 – 2 l/hm²'lik genel spesifik kapasiteli bir filtre basıncına benzer bir perde yığını içerisinde bir araya gelirler. Demineralize (minerali giderilmiş su) su ve kullanılmış asit, dalgalı bir tarzda hücreler kanalıyla karşı akım içerisinde sevk edilirler. Minerali giderilmiş su, serbest asidi bünyesine alır ve karışım prosesi için yeniden çevrime girer. Kalan kısım ise nötrleştirme işlemine sevk edilir. Bazı durumlarda bu kısım da yeniden kullanılmak üzere arıtılır. [OSMOTA]

Yıllardır, difüzyon diyalizi H₂SO₄, HCl, HNO₃ ve HF iyileştirmeleri açısından başarılı şekilde kullanılmıştır. Kullanılmış karışım çözeltilerinden yüzde 80 – 85'lik serbest asitler çıkarmak ve yaklaşık yüzde 5'lik bir metal kirliliği ile bunu saflaştırılmış şekilde geri dönüştürmek mümkündür. [OSMOTA]

Membran ömrü normal olarak 3-5 yıldır, ancak bu ömür, 45°C üzerindeki sıcaklıklarda, konsantrasyonu % 20'nin üzerinde olan hidrojen peroksit, kromik asit, nitrik asit gibi oksitlenen maddeler ve tensitler, yağlar, gres yağı, çözücüler veya temizleyiciler gibi organik maddeler nedeniyle inebilmektedir. Organik maddelerin membran bozulmasına sebep olduğu pek çok durumda, aktif karbonla ham çözeltinin bir ön arıtmadan geçmesi faydalı olacaktır. [OSMOTA]



Şekil D.5-12: Difüzyon Diyalizinin İlkesi [Fichtner]

Prosesin avantajları, az teçhizat ve yer gerektirmesi ve düşük çalıştırma maliyetlerinin olmasıdır. Difüzyon analizinin enerji gereksinimi, pompaları çalıştırmak için elektrikle sınırlanmış bulunmaktadır. Tutulan iyonun kg'ı başına elektrik tüketimi, 0.1 ile 0.23 kWh arasında değişmektedir. Minerali giderilmiş atık suyun gereksinimi, yaklaşık $1 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ger kazanılan çözeltilerdir. Difüzyon diyalizi, asit tüketiminin en azından yaklaşık 60 l/h olduğu zamanda kullanılabilir. Karışım çözeltileri içerisindeki ortalama metal içeriği, 50 - 60 g/l'yi geçmemelidir. [Com D], [Fichtner]

Prosesin raporlanmış ilave avantajları şunlardır:

- Düşük enerji gereksinimi.
- Taze asit gereksiniminin, nötrleştirilmenin ve çöktürme maliyetlerinin önemli ölçüde azalması.
- Çok düşük bakım maliyetleri.
- Uzun membran ömrü.
- Kısa amortisman ömrü [OSMOTA].

içerisinde yaklaşık 100 °C'lik bir sıcaklıkta soğutulmaya tabi tutulur. Sıcak çözülmemiş gazın termal enerjisi, reaktöre beslenmeden evvel buharlaşma vasıtasıyla harcanmış karışım çözeltisini konsantrasyon için kullanılmaktadır. Gazda bulunan çok ince toz parçacıkları yıkayıcıdan geçirilerek alınırlar.

Soğutulmuş gaz, Venturi gaz temizleyiciden, absorblayıcıya giderek hidrojen klorürün yıkama ve asitleme hattından gelen taze su tarafından absorblanması sağlanır. Bu suretle üretilen hidroklorik asit yaklaşık olarak ağırlıkça %18'lik bir konsantrasyona sahiptir. Asit tekrar sisteme geri döndürülür veya bir depolama tankında tutulur. Bir gaz temizleme ve zerre tutucudan geçirildikten sonra gaz, asitten arındırılmış bir şekilde atmosfere verilir.

Demir oksit taneli ürünü, muhtelif endüstrilerin hammaddesi olarak kullanılabilir. En önemli kullanım yerleri, sinterlenmiş parçalar ile kaynak elektrotlarının fabrikasyonu için manyetik malzemeler (örneğin, sert ve yumuşak demir filizleri), demir tozları üretimi ile manyetik bantlar, aşındırıcı maddeler, tuğlalar, cam, kozmetikler ve pigmentlerin katkı maddesi olarak kullanımınıdır.

Tanımlanmış bulunan akışkan yataklı hidroklorik asit rejenerasyonu, içerisinde değişik konsantrasyonda demir çözeltisi bulunan çözeltileri işleyebilmektedir. Borular, yüksek demir içerikli, maksimum 250 g/l'ye kadar olan demir konsantrasyonunda bile tıkanmamaktadır. Buna ilave olarak, yüksek miktarda çamur içeren çözelti de (örneğin, yüksek silikonlu çelik çeliğine ait karışımdan elde edilen), özel tasarımı enjeksiyon ekipmanı sayesinde güçlük çekilmeden rejenerasyon edilmektedir.

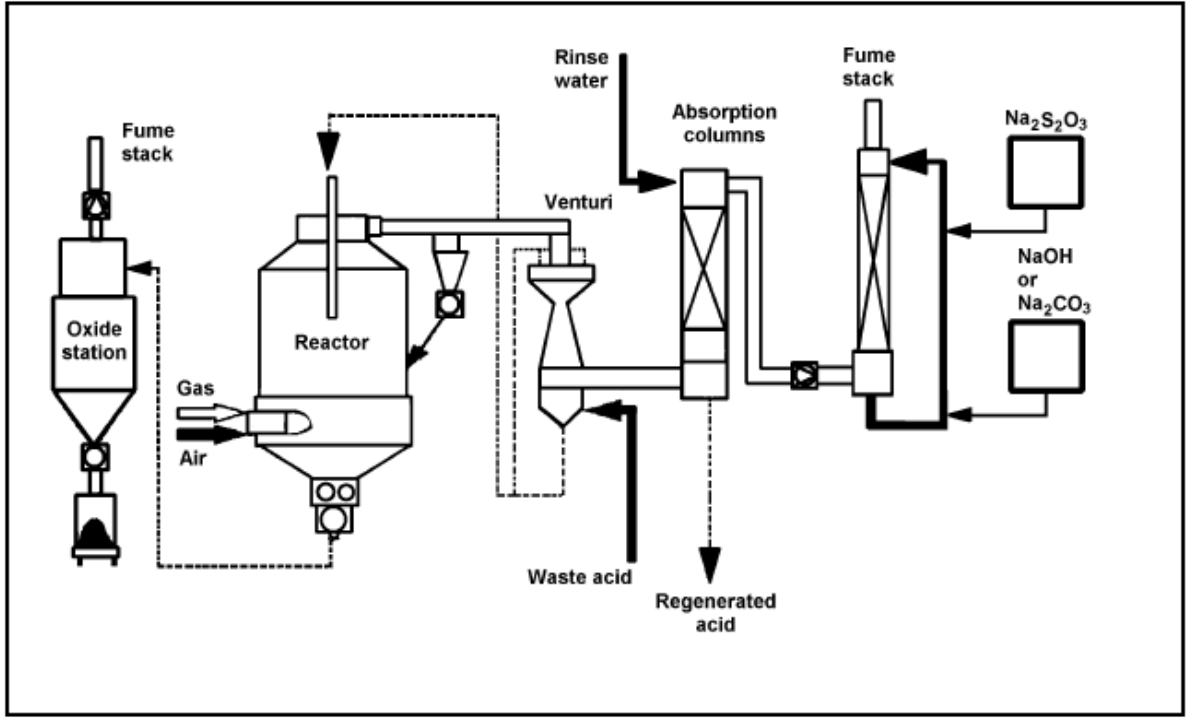
Rejenerasyon edilmiş asit neredeyse Fe⁺⁺'siz olduğu için rejenerasyon etkinliği, 10 g/litre Fe⁺⁺'e kadar demirin beklenebildiği diğer yeniden üretim proseslerinin aksine, % 99'dan hatırı sayılır derecede yüksektir. [Rituper-1]

D.5.10.1.2 Sprey Atomizasyonu (HCl, HF/HNO₃)

Hidroklorik asidin rejenerasyonu için önerilen bir diğer yöntem ise sprej atomizasyon prosesidir. Prosesin ilkesi, tüm atomizasyon sistemlerine benzerdir. Ancak, kullanılan ekipmanda bir takım değişiklikler söz konusu olmaktadır. Şekil D.5-14'te buna ilişkin bir örnek gösterilmektedir. Demir klorür ile suyun pirohidrolitik ayrışımı, sprej atomizasyon reaktöründe yaklaşık 450 °C'lik (Sidmar: 600 °C reaktör sıcaklığı) bir sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir. Kullanılan asit, reaktörden gelen sıcak gazların soğutulduğu ve asidin ön konsantrasyona tabi tutulduğu bir Venturi geri kazanıcısına beslenir. Solüsyon, daha sonra yukarıdan direkt olarak ateşlenmiş reaktörün içerisine püskürtülür. Yanan sıcak gazlar, alçalırken buharlaşma neticesinde damlacıklara sebep olurlar. Demir klorür, aşağıdaki reaksiyona göre, havadaki buhar ve oksijen vasıtasıyla hidroklorik gaz ve demir okside ayrışır:



Demir oksit bu suretle reaktörün alt kısmında toplanır ve hava basıncıyla bir oksit haznesine taşınırlar. Tozun birikmiş ağırlığı yaklaşık olarak 0.3 - 0.4 t/m³ (0.48 - 0.6 Sidmar)'dır. Bu oksit, sert ve yumuşak demir filizi gibi manyetik malzemelerin üretimi için değerli bir ham maddedir.



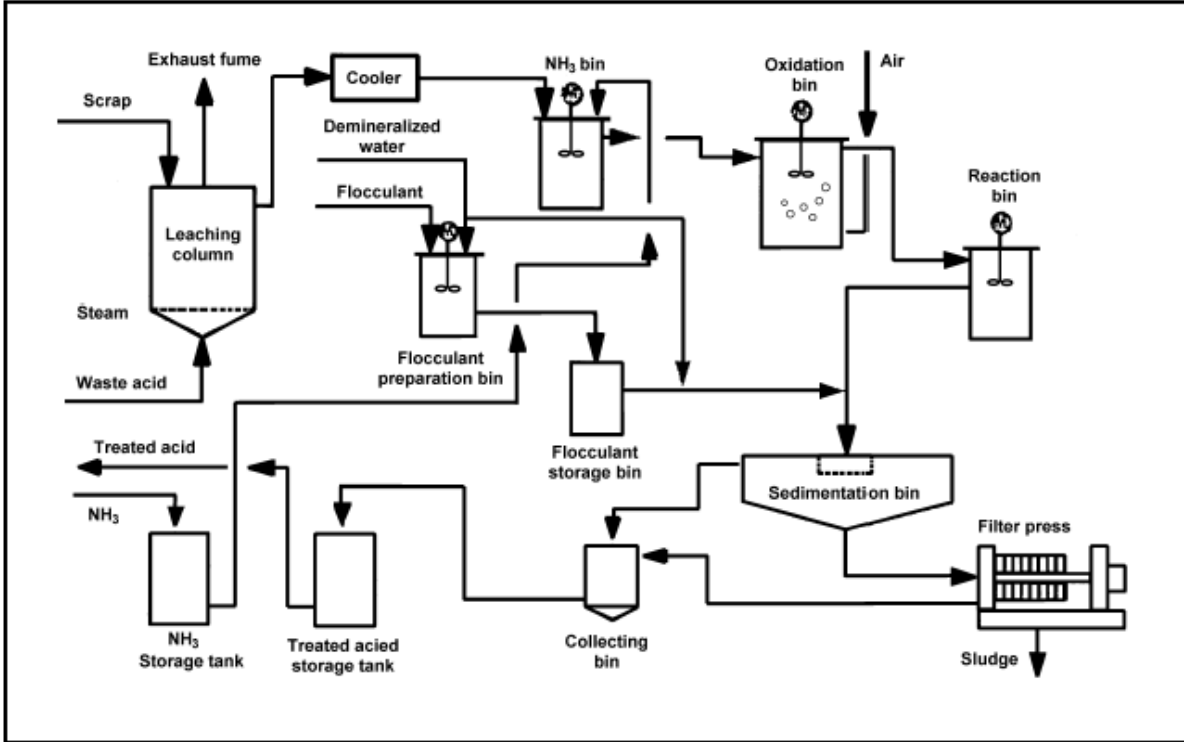
Şekil D.5-14: Sprey Atomizasyonu HCl asit yeniden üretim prosesi [Karner-1]

Hidroklorik gaz, buhar ve yanma gazları, bir absorblayıcıya ön buharlaştırıcı kanalıyla aktarılır. Ortaya çıkan çözünmemiş gazlar daha sonra alkali yıkama ünitesinde temizlenir ve bir baca kanalıyla atmosfere bırakılır. Üretilen demir oksit, kalitesine göre farklı amaçlar için kullanılabilir.

HCl içeren gazlar, karışım hattından gelen durulama suyunun absorblama suyu olarak kullanılmasıyla kolon içerisinde absorblanır. Üretilen hidroklorik asit (% 18 civarında), karışım prosesine iade edilebilir. Absorblama ünitesinden gelen çözünmemiş gaz, daha sonra, 2 mg/m³'lük HCl ve serbest Cl₂'den daha az konsantrasyonlu sodyum tiyosülfat ilaveli bir kostik gaz temizleyici içerisinde temizlenmektedir.

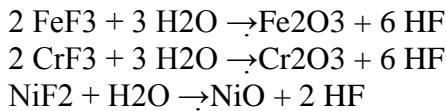
Demir oksit yan ürününün demir filizi endüstrisinde kullanılması yüzünden, son yıllarda daha yüksek kaliteli oksit talebi ortaya çıkmıştır. Spesifik yüzey alanı, parça büyüklüğü, yoğunluk gibi fiziksel parametrelerin yanı sıra, demir oksidin mangan, nikel ve çinko oksitle oluşturduğu reaksiyonlarda önemlidir. Bu nedenle, krom, nikel veya bakır gibi ağır metaller ile özellikle düşük içerikli silikon ve fosfora sahip **aşırı-saf demir oksit** üretmek için bir ön işleme prosesi geliştirilmiş bulunmaktadır. Aşağıdaki proses adımlarını temsil eden Şekil D.5-15'te proses akış şeması gösterilmiştir:

- Hurda yoluyla serbest asidin azaltılması ve ağır metallerin ayrılması (sementasyonu).
- Amonyak ilavesi yoluyla pH'nı artırılması.
- Fe²⁺'nin Fe³⁺'e oksitlenmesiyle Si ve P'un absorblanarak demir ve alüminyum hidrokside dönüştürülmesi.
- Hidroksit çamurunun uzaklaştırılması için filtrasyondan geçirilmesi.



Şekil D.5-15: Yüksek saflıkta oksit üretimi için proses akış şeması [Karner-1]

Paslanmaz çelik karışımından **karışık asitlerin** yeniden üretimi açısından sprey atomizasyonu prosesi, hidroklorik asitli prosese oldukça benzemektedir, ancak, NO_x için bir katalitik dönüştürücü kullanan bir artık gaz temizleme sistemi ve bir izotermal absorblama adımını da içine almaktadır. Serbest hidroflorik asit ve nitrik asit olduğu kadar demir, krom, çelik ve diğer metallerin florür bileşiklerini içeren kullanılmış çözelti karışımı bir ön buharlaştırıcıya sevk edilir, orada, reaktörden gelen sıcak gazlarla temasta bulunarak kısmen buharlaştırılır. Ön konsantresi yapılmış karışım çözeltisi, borularla reaktöre beslenir. İçerisinde, aşağıdaki tipte çözülme reaksiyonları meydana gelir:



İlave olarak, nitrik asit kısmen nitrojen oksitlere çözülür:

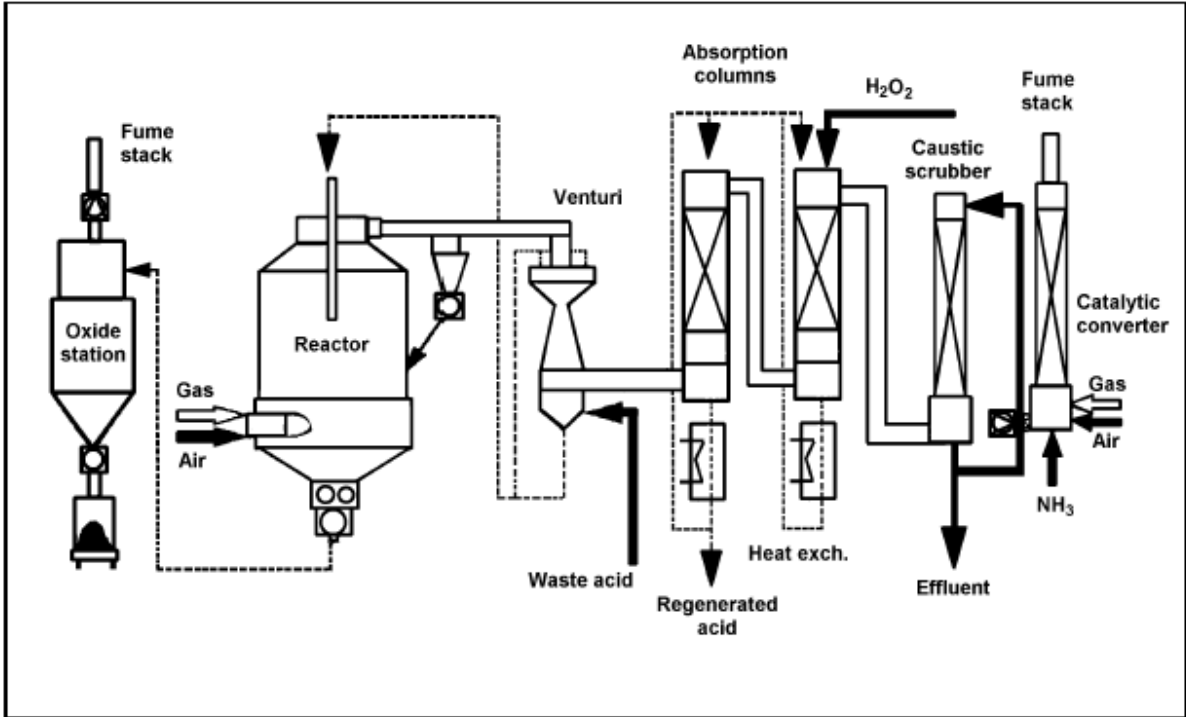


Reaktör doğrudan doğruya doğal veya diğer gazlar kullanan brülörlerle ısıtılır. Karışmış metal oksit, reaktörün alt kısmında toplanır. Oksit, florür içeriğini % 1.5 altına indirmek için reaktörün düz alt kısmında 500-600 °C'de tutulur. Bu oksit, genellikle peletlenir ve EAF'a geri dönüşüme girebilir. [Karner-1], [Com-Karner]

Su buharı, yakma gazları, HF, HNO₃ ve NO_x içeren reaktör çözülmemiş gazları, absorblamak için soğutulmuş, yeniden sirkülasyona girmiş bir iki aşamalı absorblama ünitesine sevk edilirler. Daha kolayca absorblanabilen NO'yu NO₂'ye okside etmek için ikinci kolona hidrojen peroksit eklenir. Hidroklorik asit yeniden üretiminin aksine, absorblama izotermal olarak gerçekleştirilir, yani, 2 sütundaki sıvı, harici ısı eşanjörleri içerisinde çevrime tabi tutulur ve soğutulur. Sütunlar içerisinde, serbest ve bağlı hidroflorik asidin tümü ile nitrik

asidin % 85'ine kadar olan kısmını içeren rejenerasyon asidi üretilir. Yeniden üretilmiş asit karışım prosesinde tekrar kullanılır. [Karner-1], [Com-Karner]

Absorblama kolonlarından sonra çözülmemiş gaz ilk olarak, indirgeyici madde olarak NH_3 veya üre yahut da amonyum bileşikleri kullanan seçici bir katalitik indirgeme vasıtasıyla nitrik asitten hala NO_x içeren artık gazlar ile HF 'nin izlerini ortadan kaldırmak için bir (alkali) nemli gaz temizleyici içerisinde temizlenmektedir. NO_x bu suretle zararsız nitrojen ve suya dönüştürülür. Şekil D.5-16, karışık asitler açısından böyle bir sprey atomizasyonu prosesine ait akış şemasını göstermektedir (Pyromars prosesi). [Karner-1], [Com-Karner]



Şekil D.5-16: Sprey atomizasyonu karışık asit yeniden üretim prosesi [Karner-1]

D.5.10.2 Elektrolitik Rejenerasyon (HCl , H_2SO_4)

Elektrolitik asit rejenerasyonu, elektrolitik hücrenin ve su bölünmesinin katodunda demirin çökmesine, anotta da asidin yeniden oluşumuna dayandırılmaktadır. .

HCl açısından bir serbest ve demir bağlı asit iyileştirmesi mümkündür, ancak, eşanlı olarak anotta su bölünmesi ile klorür gazı oluşur. Bu, bir atık gaz çıkarma ve atık gaz temizleme ünitesini gerektirmektedir.

H_2SO_4 yeniden üretiminde, ilave bir elektrolit (amonyum sülfat) kullanılmakta ve katot ile anot bir iyon değişimi membranı vasıtasıyla ayrılmaktadır. Anodik kısımdaki sülfat iyonları, karışım işlemine geri dönüşüm oluşturabilecek H_2SO_4 'i yeniden oluştururken, katodik paslanmaz çelik plakaları üzerinde demir çökmesi olmaktadır.

D.5.10.3 İki Kutuplu Membran (HF/HNO_3)

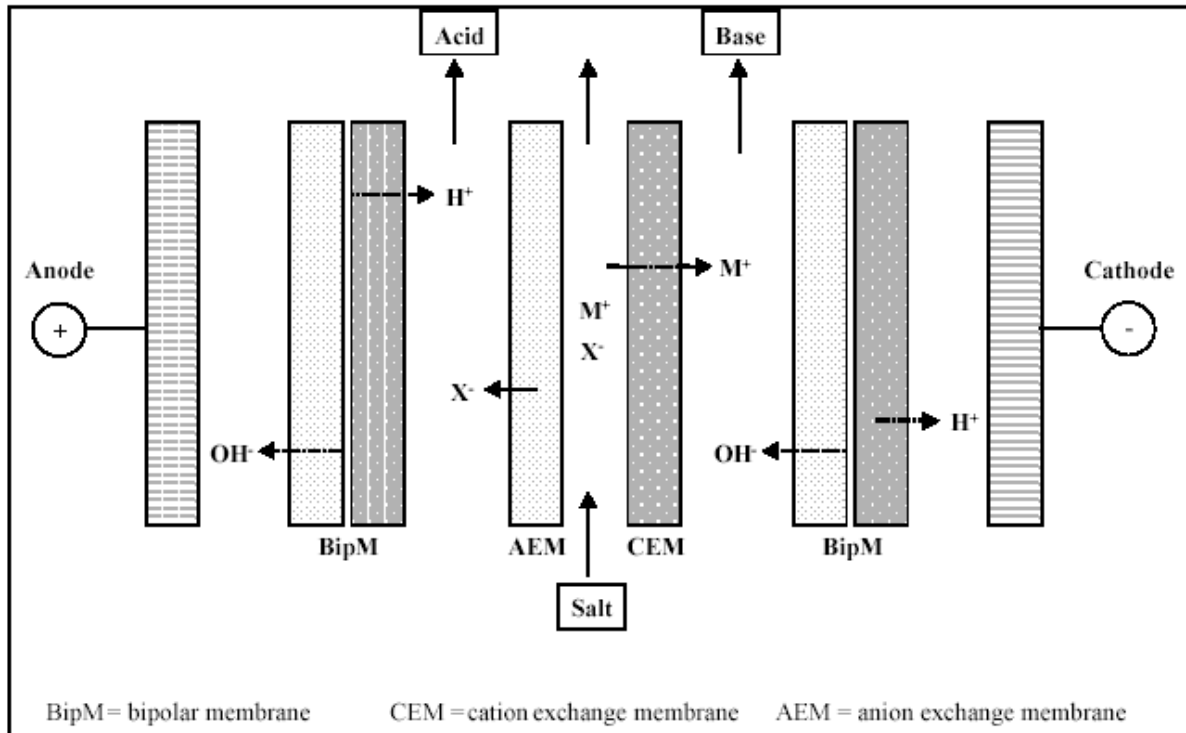
İki kutuplu membran kullanılarak asidin yeniden üretimi, işlem adımlarının bir kombinasyonunu oluşturur. İlk olarak, örneğin difüzyon diyalizi yoluyla serbest asit iyileştirilir. Daha sonra kalan harcanmış asit çözeltisi, potasyum hidroksit (KOH) ile

nötrleştirilir, bu suretle potasyum klorür (KCl) veya – karışık asitlerle – potasyum florür (KF) gibi metal hidroksitleri ve tuzlar üretilir. Metal hidroksitler atık olarak çökelir ve ayrıca işlenir, örneğin, suları giderilir. Metal hidroksit iyice yıkanmak suretiyle, hemen hemen tüm klorür ve florürler çözelti içerisine aktarılırlar.

Tuz çözeltisi içeren KCl/KF daha sonra ayrıca elektrodializ vasıtasıyla konsantre edilir. Üretilen su, metal hidroksit atık yıkama için kullanılabilir. [Fichtner]

İki kutuplu membran prosesi, elektrodialize benzeyen membran prosesi ile çözelti içerisindeki ayrı yüklü iyonların iyon değişimi için membranlarını kullanmaktadır, ancak bir iki kutuplu membranın su bölünme karakteristiği ile ayrılmaktadır.[EC Haskoning]

Membranlar, karşıt yüklü iyon değişim malzemelerine ait iki tabakadan oluşmaktadır. Bir elektrik akımına bağlı olarak, tuz çözeltileri (potasyum) içerisindeki kationlar, paralel bir su akışı içerisinde kation değişim membranı vasıtasıyla geçerler, anyonlar (klorür, florür) ise başka bir paralel su akışı içerisinde anyon değişim membranı vasıtasıyla geçerler. İki kutuplu membran nedeniyle, su sürekli olarak H^+ ve OH^- 'ye çözülür. Tuz çözeltisinin anyonları ve kationlarıyla KOH durumunda asit ve baz üretilir. Asit, karışım prosesi için yeniden çevrime sokulur, KOH ise nötrleştirme adımı açısından yeniden çevrime sokulur. [Fichtner]

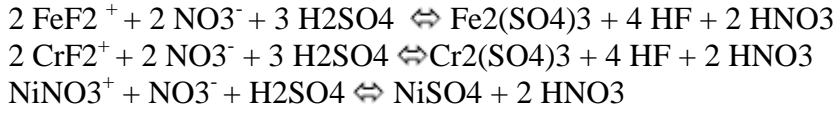


Şekil D.5-17: İki Kutuplu Membran Vasıtasıyla Tuzun Bölünme İlkesi [Fichtner]

D.5.10.4 Buharlaştırma Prosesi (HF/HNO₃)

Buharlaştırma prosesinde, harcanmış asit karışımları, yoğunlaştırılan ve yeniden çevrime sokulan HNO₃ ve HF'yi hareket ettirmek için vakum altında 80 °C'de sülfürik asitle birlikte konsantre edilirler. Çökelmiş metal tuzu, Ca(OH)₂-karışımı ile nötrleştirilir.

Kullanılan asit karışımları, sirküle eden sülfürik asit ile birlikte bir vakum buharlaştırıcısına beslenir. Karıştırılmış asit vakum buharlaştırıcısında 80 °C'ye kadar ısıtılır. Oluşmuş sülfür asidi, en azından % 60'lık konsantrasyona ulaşıldığı dereceye kadar ilave edilir. Bu konsantrasyon, yüksek bir iyileştirilmiş asit karışımını garanti eder. Metal florürler ve nitratlar, metal sülfatlar ile serbest bırakılmış asidi oluşturur. Bu reaksiyon ürünleri, aşağıdaki tepkimelere göre oluşurlar:



Su, HF ve HNO₃, buharlaştırılır ve yoğunlaştırılır. Yoğunlaştırıcının taşkanı, ürün tankına yönlendirilir.

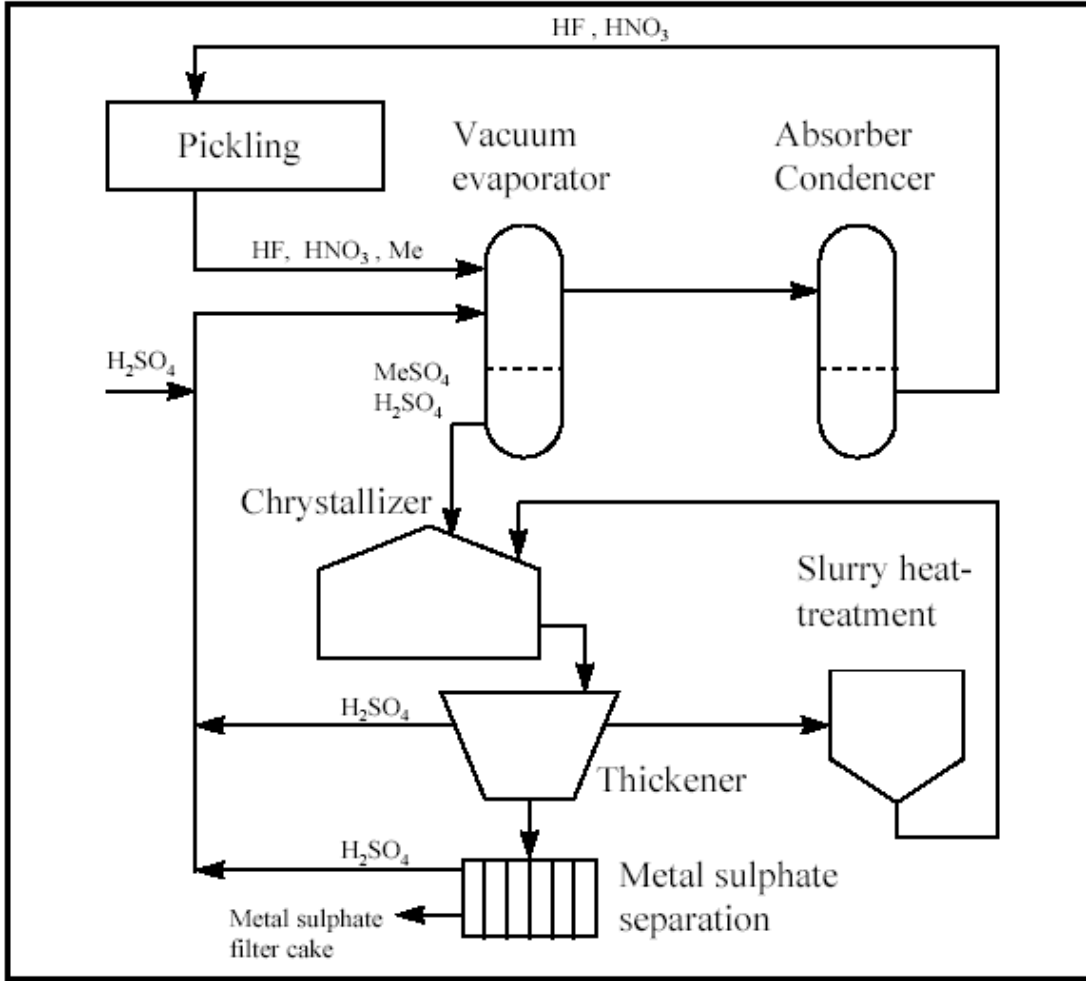
Metaller, metal sülfatların eksik kristalizasyonuna sebep olan güçlü sülfür asit çözeltisi içerisinde sülfat zincirli bileşikler oluştururlar. Bu bileşikler, gerek sıcaklığı gerekse H₂SO₄ konsantrasyonunu artırmak suretiyle ayrıştırılırlar. Bu, metallerin çökmesine ve (HF ve HNO₃) asit artıklarının buharlaşmasına yol açar. Bu ısı muamelesi, daldırılmış bir yakma buharlaştırıcısında meydana gelir.

Buharlaşma-kristalizasyon çevrimindeki uzun bir bekleme süresi, 80 °C'lik sıcaklıkta oluşturulan sülfat tuzunun filtreleme özelliklerini de iyileştirir. Kristalizatör tankından gelen sülfat karışımı, konik koyulaştırıcıya pompalanır. Koyulaştırıcının taşması, metal sülfat topağını ayırmak için basınç filtresine yönlendirir. Süzüntü, kristalizatöre geri gönderilir. Sülfat topağı, nötrleştirici reaktör içerisine beslenir. Reaktör içerisinde topak kireçle karıştırılır.

Isı muamelesi, daldırılmış bir yakma buharlaştırıcısında yapılır. Yakma gazları, bir taban tüpü kanalıyla çözelti yüzeyinin aşağısına akıtılır. % 80'lik bir sülfür asit konsantrasyonuna 150 °C'de ulaşılır. Yakma gazları, HF ve HNO₃ asitlerini iyileştirmek için bir Venturi gaz temizleyicisi kullanarak yıkanılır. Bu çözelti, vakum buharlaştırıcı aşamasında yoğunlaştırılan ana asit karışım akıntısı ile birleştirilir. Daldırılmış buharlaştırıcı, kristalizatör tankına yönlendirilir.

Çok olumlu bir olgu, prosesin iyileştirilmiş asitlerde florür ve nitrat konsantrasyon seviyelerini güç bela değiştirmesidir. Konsantrasyonlara ait hafif bir artış elde edilmekte, bu da karışım hatlarında uygun bir su dengesini temin etmektedir.

Proses ekipmanının yüksek kaliteli malzemeler kullanılarak inşa edilmesi zorunluluk taşımaktadır. Özel korozyona dayanıklı çelik tabakalar ve florokarbon polimerler, proses ekipmanı açısından inşaat malzemeleri olarak geniş kullanım alanı bulmuştur. Outokumpu Asit Karışımı İyileştirme prosesinin akış şeması Şekil D.5-18'de ortaya konulmaktadır.



Şekil D.5-18: Karışık Asit Yeniden Üretimi için Buharlaştırma Prosesi [Com2 Fin]

D.5.10.5 Rejenerasyon ve Geri Kazanım Proseslerinin Gözden Geçirilmesi

Aşağıdaki D.5-2 sayılı tablo mevcut asit yeniden üretim ve asit ıslah teknikleri hakkında bir gözden geçirme sunmaktadır.

HCl asitleme tesislerinde harcanan asitlerin geri kazanımı ve rejenerasyonu								
	Priohidroliz	Geciktirme	Diyaliz	Elektrolitik Oksitleme	Elektrolitik Çökertme	Fe	Kimyasal Oksitleme	İyon Değişimi
1.Proses prensibi	Yeniden üretim	Serbest HCl'nin Geri Kazanımı	Serbest HCl'nin Geri Kazanımı	FeCl ₂ 'nin FeCl ₃ 'e Dönüşümü	HCl Elektrolizinin Yeniden Üretimi	FeCl ₂ 'nin FeCl ₃ 'e Dönüşümü	FeCl ₂ 'nin FeCl ₃ 'e Dönüşümü	Serbest HCl Asidinin Geri Kazanımı
2.Diğer ürünler	Demir oksitleri	-	-	FeCl ₃	Demirli şatlar	FeCl ₃	FeCl ₃	FeCl ₃
Tahliye için atık	-	Asitli FeCl ₂ çözeltisi	Asitli FeCl ₂ çözeltisi	-	-	-	-	-
3.Yeniden üretim oranı Toplam asit	>%99	Nötrleştirme için	Nötrleştirme için	>%95	>%95	>%95	>%95	-
Serbest asit	-	%75-90	%75-90	-	-	-	-	%50-70
4.Yeniden üretim için giriş	-Elektrik enerjisi -Doğal gaz -Taze ve atık su	-Elektrik enerjisi -VE su	-Elektrik enerjisi -VE su	-Elektrik enerjisi -Muratik asit	-Elektrik enerjisi	-Elektrik enerjisi -HCl + hava veya Cl ₂ ya da HCl+H ₂ O ₂	-Elektrik enerjisi -VE su -Kimyasal oksitleme için oksitlendirici maddeler	
5.Uygulama alanı l/h	>300	>40	>60	>20	>20	>20	>20	>40
6.Montaj karmaşıklığı	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük	Orta	Orta	Orta	Yüksek
7.Gerekli alan	Büyük	Küçük	Orta	Küçük	Küçük	Orta	Orta	Orta
8.Fayda/maliyet oranı	Yüksek	Orta	Orta	Orta	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
9.Tesis sayısı ¹	Yaklaşık 250	Yaklaşık 15	Yaklaşık 5	2	???	???	???	1
H₂SO₄ asitleme tesislerinde harcanan asitlerin geri kazanımı ve rejenerasyonu								
	Kristalleştirme (dolaylı siklon veya vakumlu soğutma)	Geciktirme	Diyaliz	Elektrolitik Oksitleme	HCl işe Proses ve Proliz	Kristalleştirme ve Pişirme	Solventler ile Çökertme	
1.Prosesi prensibi	Serbest H ₂ SO ₄ 'ün Geri Kazanımı	Serbest H ₂ SO ₄ 'ün Geri Kazanımı	Serbest H ₂ SO ₄ 'ün Geri Kazanımı	Yeniden üretim	Yeniden üretim	Yeniden üretim	Serbest H ₂ SO ₄ 'ün Geri Kazanımı	
2.Diğer ürünler	FeSo ₄ ; 7H ₂ O	-	-	Demirli şatlar	Demir Oksit	Demir Oksit	Demir Oksit	
Tahliye için atık	(Eğer Cr, Ni ve Zn varsa)	Nötrleştirme için asitli FeSO ₄	Nötrleştirme için asitli FeSO ₄	-	-	-	(Eğer Cr, Ni ve Zn varsa)	
3.Rejenerasyon oranı Toplam asit	-	-	-	>%99	>%95	>%95	-	
Serbest asit	>%99	%80-90	%75-85	-	-	-	>%99	
4.Rejenerasyon girdisi	-Elektrik enerjisi -Buhar -Soğutma suyu	-Elektrik enerjisi -VE su	-Elektrik enerjisi -VE su	-Elektrik enerjisi -Devredeki ek elektrolit	-Elektrik enerjisi -Doğal gaz -Soğutma suyu -Devredeki taze ve durulama suyundan kaynaklanan HCl	-Elektrik enerjisi -Buhar -Doğal gaz -Soğutma suyu -Taze ve atık su	-Elektrik enerjisi -Buhar -Soğutma suyu -Devredeki solvent	
5.Uygulama alanı l/h	>200	>40	>60	>20	>500	>500	>200	
6.Montaj karmaşıklığı	Orta /Yüksek	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek	
7.Gerekli alan	Orta/ Büyük	Küçük	Orta	Orta	Büyük	Büyük	Orta	
8.Fayda/maliyet oranı	Orta	Orta	Orta	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	
9.Tesis sayısı ¹	Yaklaşık 80	Yaklaşık 30	Yaklaşık 5	2	1	1	Yok	

Tablo D.5-2: Rejenerasyon ve geri kazanım sistemlerine genel bakış (DFIU 99'da sunulduğu gibi)

HNO₃ /HF asitleme tesislerinde harcanan asitlerin geri kazanımı ve rejenerasyonu									
	Solvent Çıkarma	Geciktirme	Diyaliz	Kristalleştirme	Pirohidroliz	Tek Membranlar	Kutuplu	Outokumpu Prosesi²	Kawasaki Prosesi
1.Proses prensibi	Toptan yeniden üretim	Serbest asitlerin yeniden üretimi	Serbest asitlerin yeniden üretimi	Serbest asitlerin yeniden üretimi	Toptan yeniden üretim	Toptan yeniden üretim	Toptan yeniden üretim	Toptan yeniden üretim	Toptan yeniden üretim
2.Yeniden asit üretimi	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF	Toplam HNO ₂ ve HF
3.Diğer ürünler	-	-	-	Metal floritleri	Metal Oksitleri	Metal hidroksit	Ni(OH) ₂	Demir Oksit	
Tahliye için atık	Metalik tuz çözeltisi	Metalik tuz çözeltisi	Metalik tuz çözeltisi	-	-	-	Metalik hidroksitler	Metalik tuz çözeltisi	
3.Rejenerasyon oranı	HNO ₃ %80-95				HNO ₃ %80-90	HNO ₃ %90-95	HNO ₃ >%97	HNO ₃ %75-90	
Toplam asit	HF %50-65				HF %90-99	HF %90-97	HF %99	HF %85-95	
Serbest asit		HNO ₃ %80-95 HF %80-90	HNO ₃ %85-95 HF %80-90	HNO ₃ %80-95 HF %50-55			%50-70		
4.Rejenerasyon girdisi	-Elektrik enerjisi -H ₂ SO ₄ -Soğutma suyu -Devredeki TBP -Aktifleştirilmiş karbon	-Elektrik enerjisi -VE su	-Elektrik enerjisi -VE su	-Elektrik enerjisi -Soğutma suyu	-Elektrik enerjisi -Doğal gaz -Soğutma suyu -Taze ve atık su -H ₂ O ₂ veya muadili	-Elektrik enerjisi -Devredeki kostik pota çözeltisi -Silisli toprak	-Elektrik enerjisi -Devredeki H ₂ SO ₄ -Propan -Kireçtaşı -Buhar -Soğutma suyu	-Elektrik enerjisi -Devredeki TBP ve D2EHPA kimyasalları -Devredeki NH ₄ HF ₂ -Doğal Gaz -Taze su	
5.Uygulama alanı l/h	>300	>40	>60	>300	>500	>100	4500	>1000	
6.Montaj karmaşıklığı	Orta	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta	Çok Yüksek	
7.Gerekli alan	Orta	Küçük	Orta	Orta	Geniş	Orta	Orta	Çok Geniş	
8.Fayda/maliyet oranı	Orta	Orta	Orta	Düşük	Orta	Orta	Orta	Orta	
9.Tesis sayısı ¹	2	Yaklaşık 30	Yaklaşık 5	1	2	2	2	1	

¹ Dünya çapında, 1990'daki gibi, üretim ve pilot tesis

² Veri kaynağı [Com2 FIN]

Tablo D.5-2'nin devamı: Rejenerasyon ve geri kazanım sistemlerine genel bakış (DFIU 99'da sunulduğu gibi)

D.5.11. Asitli Atıkların / Atık Suların İşlenmesi

D.5.11.1. Asitli Atık Suyun Nötrleştirilmesi

Durulama, asitleme tankı egzoz sisteminin buhar emicilerinden veya çalkalama (tesis temizliği) işlemlerinden kaynaklanıp, tesis içinde hiç bir şekilde tekrar kullanılmayan asitli atık sular deşarjını en aza indirmek maksadıyla tahliye edilmeden önce nötrleştirilirler (örneğin, diğer tesis faaliyetlerinden kaynaklanan alkali atık sular ile) ve işleme tabi tutulurlar. Çözülmüş metal iyonları hidrokside yada yavaş seyirde çözülen tuzlara dönüştürülür ve hemen sonrasında çoğu kez çöktürücüler (flocculant) ilave edilerek çöktürme yoluyla uzaklaştırılırlar. Çöken tortu, presli filtreden geçirilerek suyu alınır ve bertaraf edilir.

Nötrleştirme (asitleme banyosundan arta kalanların) oldukça fazla miktarda tortu üretir. Büyük oranda demir hidroksit ve sudan oluşan tortu, uygun olmayan metaller (çinko gibi) ve diğer maddeler ile kirletilmiş olmadıkça demir üretimi için tekrar kullanılabilir. Ayrıca akarsu atıklarının karışmamasına ve geri dönüşümü zorlaştırabilecek olan tortu maddelerine özellikle dikkat edilmelidir.

Nötrleşmeyle birlikte ayrıca, birçoğu suda çok çabuk çözülebilen ve arıtılmış suyla birlikte atılan nötr tuzlardan (örneğin, NaCl, CaCl₂, Na₂SO₄, CaSO₄) çok miktarda elde edilebilmektedir. Bu tuzların sudan ayrılması, özel ve pahalı teknikler kullanılarak yapılan arıtım sistemleriyle mümkündür (ters ozmoz, elektrodializ veya iyon değişimi sonrasında buharlaşma ve kalan tuzların kurutulması gibi). Her ne kadar bu tuzlar ayrıştırılsa da geriye kalan artıklar tekrar kullanımı kısıtlandırır ve bu tuzların çözülebilirliğiyle toprağa karışması azaltılabilir. [EUROFER CR]

Paslanmaz çelik atıkları ile karbon çelik atıkları arasında bir ayırım yapılmalıdır. Karışık asit nötralizasyon prosesi çamuru tekrar kullanılmayacağı için land-fill'e (dolgu sahasına) gönderilir. [Com2 CR]

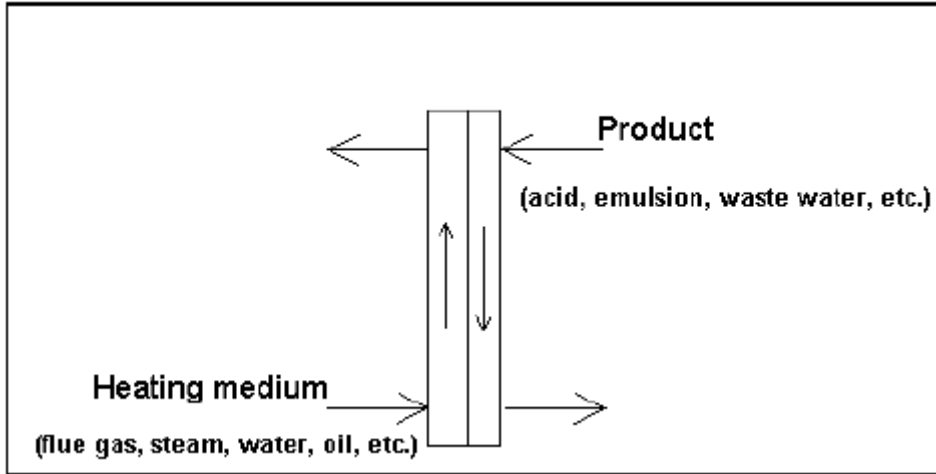
D.6. PROSES SOLÜSYONLARININ (ASİT, EMÜLSİYONLAR, ...) ISITILMASI

Demirli metal proseslerinde asit banyolarının ısıtılması, emülsiyon ayrılması veya atık suyun azaltılması/ buharlaştırılması gibi birkaç aşamada proses solüsyonlarının ısıtılması gerekli olabilir. Temel olarak iki teknik mevcuttur: **ısı değiştiriciler** ve **daldırmalı yakma** (brülörün daldırılması) sistemleridir. Eskiden kullanılan buhar enjeksiyon yöntemi (örneğin, asit banyolarının ısıtılması için) gereksiz seyreltmeye yol açtığı için burada ele alınmamıştır. Isı değiştirici ve daldırmalı yakma sisteminin çalıştırılma prensipleri Şekil D.6-1 ve D.6-2 de gösterilmiştir.

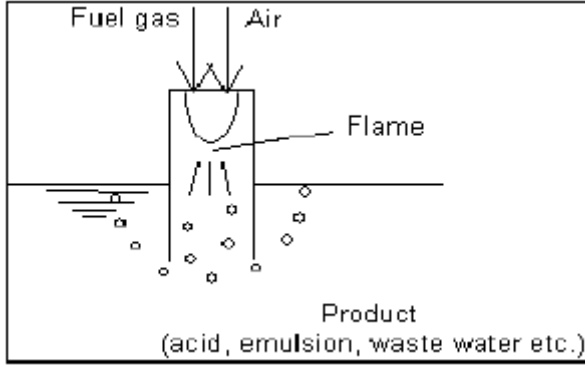
Isı değiştiricisinde, ısıtma aracı ve ısıtılacak olan sıvı bir bölmeyle birbirinden ayrıldığından bir kontaminasyon veya kirlenme olmaz.. Gaz brülörünün daldırılmasında ise, ısıtma aracı sıcak gaz borusuyla derhal ısıtılacak olan sıvıya doğru üflenir ve her ikisi de karıştırılır. Isıtma yöntemi avantajlı olduğu gibi aksine durumlar da söz konusudur ve uygulama bir dereceye kadar tesisin münferit konumuna da bağlıdır.

Buharın ya da düşük sıcaklıkta ısıtılmış başka bir aracın şekillenmesinde fazla ısının kullanılabilirdiği yerde, ısı değiştiricileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Boru ve plaka ile ısıtılacak ürünün ve/veya ısıtıcı aracın kimyasal özelliklerine bağlı olarak yüksek kalitede malzemenin kullanılmak zorunda olduğu bazı ısı dönüştürücü tasarımları mevcuttur. Isı dönüştürücüde sıcaklık transferi açısından geniş bir alana ihtiyaç duyulur.

Isıtma gazının hali hazırda olması yada buharın öncelikli olarak üretilmek zorunda olması durumunda, sıvıyı doğrudan ısıtmak için bir yakıcı kullanmak makul olabilir , böylece sıcaklık artar. Ürünün CO, SO, NO vb....sorun teşkil edebilen gazları içerme olasılığı ve bir kısmının büyük ölçüde gaz arıtımını gerekli kıldıran baca gazıyla tamamlanabilme durumu ise sistemin dezavantajlardır.



Şekil D.6-1: Isı Değiştiricilerin Çalışma Prensibi [VOEST]



Şekil D.6-2: Daldırmalı Yakmanın Çalışma Prensibi [VOEST]

Daldırmalı yakma sisteminin bazı avantajları raporlanmıştır. Ekonomikliğinin yanı sıra, enerji ve asit tüketiminde de azalma sağladığı iddia edilmektedir.

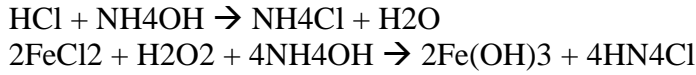
D.7. FLAKS İŞLEMİ (FLUXING)

D.7.1. Flaks Banyolarının Sahada Rejenerasyonu (Demirin Ayrılması)

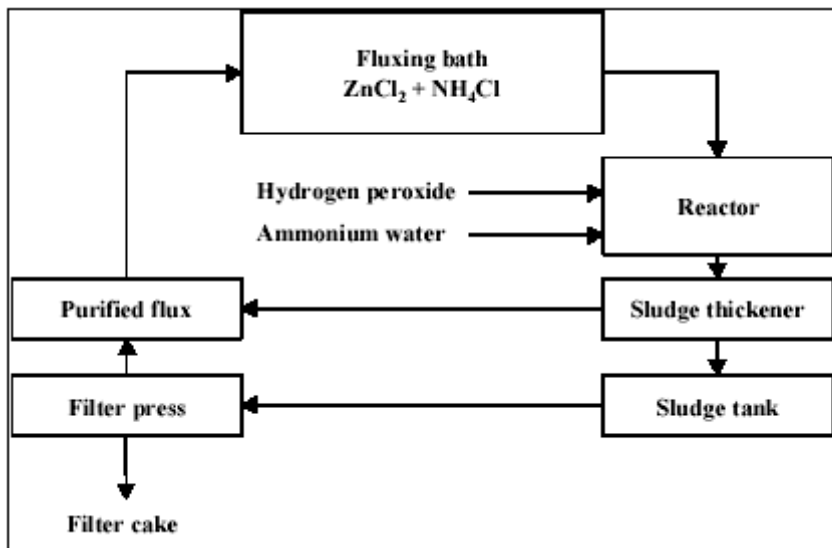
İşlem sırasında flaks çözeltisi içindeki demir konsantrasyonu artar. Belli bir aşamadan sonra bu çözelti kullanılamaz hale gelir. Çözeltiyi yeniden kullanmak için demirin alınması gerekir. Bu işlem sürekli ya da kesikli olarak yapılabilir.

D.7.1.1. Amonyak ve H₂O₂ Oksitlenmesi Kullanarak Demirin Ayrılması

Amonyak (pH değerinin ayarlanması için) ve H₂O₂ (oksitleyici) eklenmesi suretiyle demir, Fe(OH)₃ olarak çöktürülür ve aşağıdaki reaksiyona uygun olarak NH₄Cl üretilir:



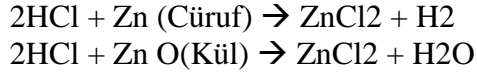
Çöktürülen demir hidroksit tortusu alınır ve atılır.



Şekil D.7-1: Flaks rejenerasyon akış şeması [DK-AT-93]

Başlangıçta çözeltilerde bulunan, durulama ya da asitleme banyosundan kaynaklanan çözeltiliyle gelen çinko, ZnCl₂ olarak kalır.

Normalde üretilen NH₄Cl/ZnCl₂'nin oranı pek çok galvaniz üreticisi tarafından istenen orandan yüksektir ve üretilen tuz miktarı flaks (eritici) sarfiyatını dengelemede yeterli değildir. Bu durum, eritici tuzların üretimini arttıran seyreltilmiş asitleme veya çinko giderme çözeltilisinin eklenmesi ile düzeltilebilir. Üretilen tuzun NH₄Cl/ZnCl₂ oranını etkilemenin bir başka seçeneği seyreltilmiş asitleme veya çinko giderme çözeltilisinin önceden cüruf veya kül ile reaksiyona sokulmasıdır; böylece NH₄Cl yerine ZnCl₂ üretilir:

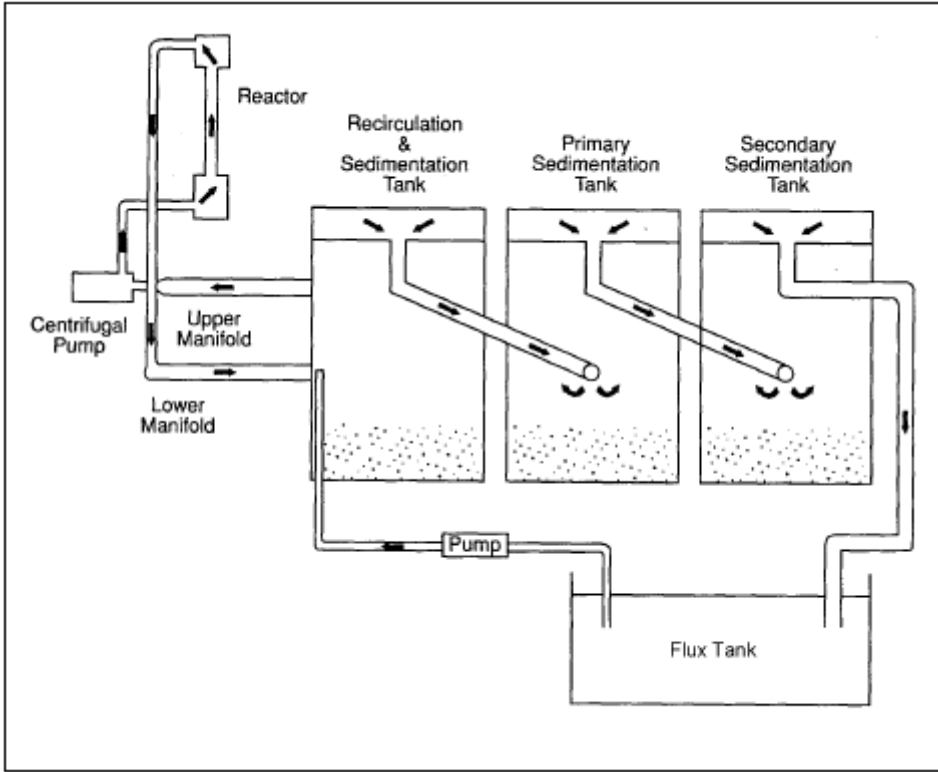


Otomatikleştirilmiş pH ve redox kontrolü eriticideki herhangi bir organik katkı maddesinin zarar görmesini önleyerek seçkin bir demir çökmesine (katılardaki demirin yaklaşık %50'si) ve düşük bir oksitlendirici potansiyeline olanak tanır. Azami koyulaşma ve filtrasyon etkinliği elde etmek için flokülatördeki çözeltiliye seçilmiş bir çöktürücü eklenir ve bunun neticesinde katılar için yüksek bir çökme oranı, taşan kısımda mükemmel bir berraklık ve kalan kısımda gelişmiş filtreleme özellikleri elde edilir. Presli filtre çıkışında yaklaşık %50 katı madde içeren kek elde edilebilir.

Galvaniz üreticileri tarafından istenilen kompozisyona sahip bir flaks çözeltilisi elde etmek mümkündür. Flaks maddenin optimum kompozisyonu için çinko klorür veya amonyak klorür ilaveleri gerekli olabilir [DK-BAT-93].

D.7.1.2. Elektrolitik Oksitlenme Kullanarak Demirin Ayrılması

Elektrolitik oksitlenme prosesi, bir seri reaktör modülünden oluşmuştur. Bu modülde çözülmüş demir elektrolitik olarak okside olur ve çökeltme tankları serisinden geçerek, oluşan tortuların çöktürülmesi sağlanır. Bu prosesin şematik akış diyagramı aşağıda gösterilmektedir.



Şekil D.7-2: Elektrolitik oksitlenme prosesinin şeması [Choice/Barr-IG-94]

Flaks çözeltisi reaktörden geçtikçe ferro demir, (II) ferrik demir (III) olarak oksitlenir. Ferrik demir (III), hidroksit olarak çökeltilir. Bu asit üretimiyle ilgilidir. Bu değişikliklerin sonucunda reaktörden çıkan çözülmüş demir ve asit konsantrasyonları girişten daha düşüktürler. Bundan dolayı geri kazanım tankındaki demir ve asit konsantrasyonu flaks tankındakinden düşüktür. İki tanktaki demir konsantrasyonları arasındaki ilişki bir dizi faktöre bağlıdır, ancak pratikte geri kazanım tankındaki konsantrasyon litre başına neredeyse sıfıra kadar düşebilir ve dikkatli bir operasyon ile litrede 1 gram veya daha az konsantrasyonlar elde edilebilirken ana tankta litre başına 2 gramdan daha az bir sabit konsantrasyon kolayca elde edilebilir. [Choice/Barr-IG-94]

- Sistem bir klorür dengesine dayalı olup, durulama ve flaks tankından gelen klorürler çinko amonyum klorür üretiminde tamamlama suyu olarak kullanılır.
- Demir ayrılır.
- Herhangi bir atık su arıtma işlemi gerekli değildir.
- Durulama suyunun asit tanklarına geçişi asit maliyetlerinde önemli bir tasarruf sağlar.
- Su girişi ve maliyetleri asgari seviyeye indirilir [Choice/Barr-IG-94]

Tedarikçi Avustralya'da yerleşik olduğundan ekipman için yedek parça temini potansiyel bir sorun olarak rapor edilmiştir. [Comm2 EGGA]

D.7.1.3. İyon Değişimiyle Demirin Ayrılması

İyon değişim prosesinde demiri absorblamak için reçine kullanılır. Bu proses katı parçacıklara karşı hassas olduğundan, ilk önce flaks çözeltisi filtre edilir. Bu standart bir plakalı filtre ile yapılabilir. Konsantre edilmiş NaOH ilave edilerek, pH istenen değere getirilir. Homojen bir çözelti oluşturmak için nötrleştirme ünitesi sürekli karıştırılır. Çözelti bunun akabinde demirin

reçine tarafından emildiği iyon-değişim kolonunu pompalanır. Sıvı, kolonu terk ettikten sonra durulama/flaks banyosuna geri döner. Reçine demirle doyduğunda yıkanarak tekrar üretilmelidir. Geri kazanılan çözelti, bir başka hazneye pompalanır. Kolonda demir ve asit iyon değişimi gerçekleşir. Asit reçine tarafından absorbe edilirken, demir HCL içinde çözünür. [Sprang-IG-97].

D.7.2 Kullanılmış Flaks Banyosunun Dışarıda Yeniden Kullanımı

D.7.2.1 Yeni Flaks Üretimi için NH3 Uzaklaştırılması, Çökertilmesi ve Kısmi Kullanımı

- Hiçbir bilgi sunulmamıştır.

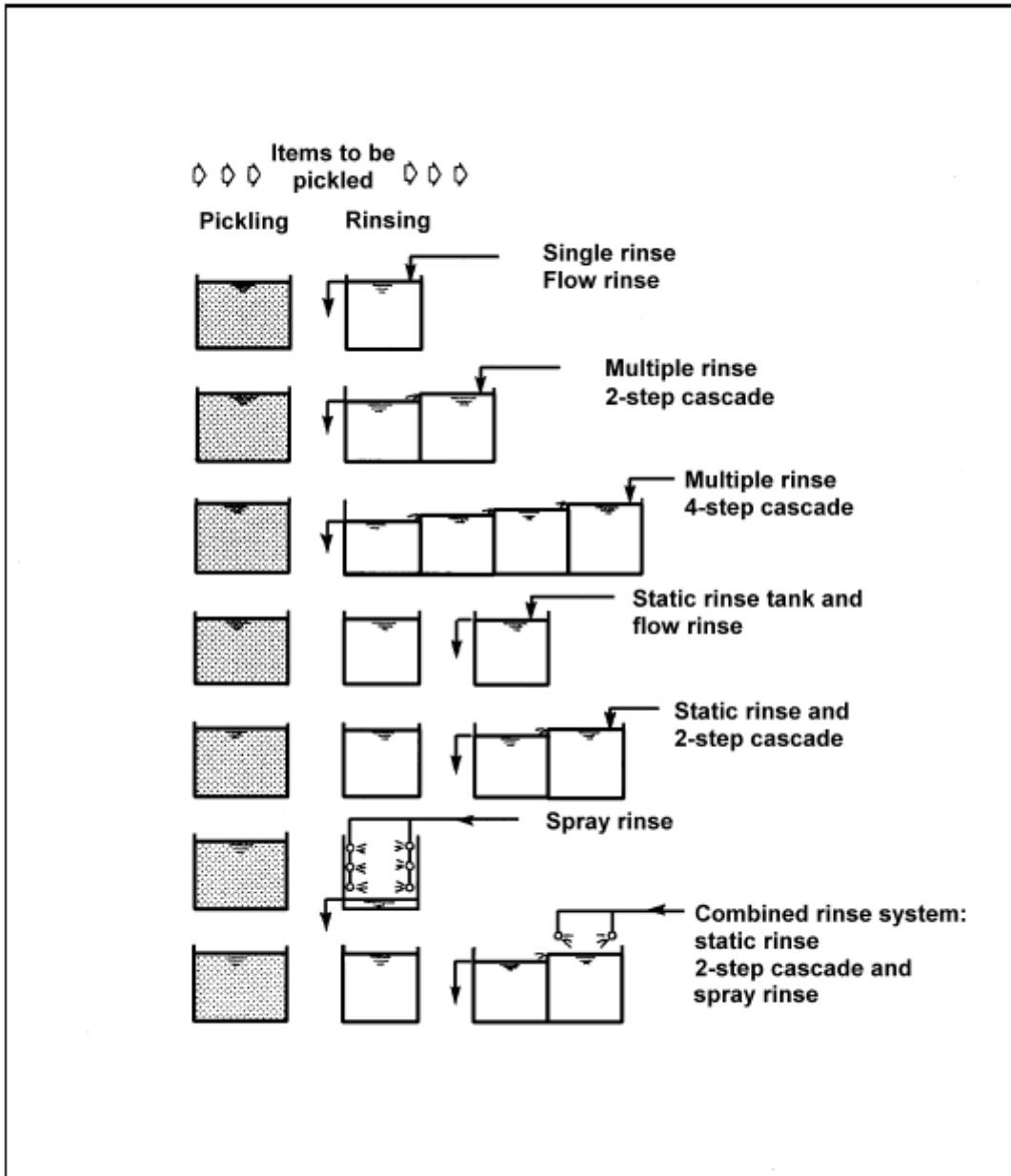
D.7.2.2 Yeni Flaks Üretimi için H2O2 Oksitlenmesi, Toptan Yeniden Kullanımı

- Hiçbir bilgi sunulmamıştır.

D.8 DURULAMA

D.8.1. Durulama Suyunun Etkin (çoklu) Kullanımı

Şekil D.8-1 modası geçmiş yüksek akışlı durulamadan gelişmiş kombine durulama sistemlerine kadar uzanan bir dizi mevcut durulama tekniği göstermektedir: Bununla ilgili su sarfiyatı Tablo D.8-1’de listelenmektedir. Yüksek akışlı durulama, su tüketiminin fazla olması nedeniyle çok fazla kabul edilebilir değildir. Yıkama suyunun defalarca kademeli ve statik durulama tanklarında kullanımı, yıkama suyu konsantrasyonunun artmasına, bu da takip eden proseslerde suyun kullanımını ya da **rejenerasyon teknikleri** uygulayarak, **proses banyolarında** veya yıkama suyu olarak yeniden kullanımı sağlayacaktır.



Şekil D.8-1: Durulama Sistemleri [Rituper93]

Asitleme Banyosunda Konsantrasyon (g/l)		100				200				600			
En Son Durulama Banyosunda Konsantrasyonu (mg/l)		5	10	20	50	5	10	20	50	5	10	20	50
Durulama Kriteri		2 10 ⁴	10 ⁴	5 10 ³	2 10 ³	4 10 ⁴	2 10 ⁴	10 ⁴	4 10 ³	1.2 10 ⁵	6 10 ⁴	3 10 ⁴	1.2 10 ⁴
Durulama Sistemi	Banyo Sayısı	Durulama Suyu Tüketimi (m ³ /saat)				Durulama Suyu Tüketimi (m ³ /saat)				Durulama Suyu Tüketimi (m ³ /saat)			
Akışlı durulama	1	2000	1000	500	200	4000	2000	1000	400	12000	6000	3000	1200
2 adımlı basamak	2	14.1	10	7.1	4.5	20	14.1	10	6.3	34.6	24.5	17.3	11
3 adımlı basamak	3	2.7	2.1	1.7	1.3	3.4	2.7	2.1	1.6	5.0	4.0	3.1	2.3
4 adımlı basamak	4	1.2	1.0	0.9	0.7	1.4	1.2	1.0	0.8	1.9	1.6	1.3	1.0
Statik ve akışlı durulama	2	400	200	100	40	800	400	200	80	2400	1200	600	240
Statik durulama 2 adımlı basamak	3	6.3	4.5	3.2	2.0	9.0	6.3	4.5	2.9	15.5	11.0	7.7	4.9
Statik durulama 3 adımlı basamak	4	1.6	1.3	1.0	0.7	2.0	1.6	1.3	0.9	2.9	2.3	1.8	1.3
Püskürtmeli durulama %100 etkinlik	1	9.9	9.2	8.5	7.6	10.6	9.9	9.2	8.3	11.7	11.0	10.3	9.4
Püskürtmeli durulama %30 etkinlik	1	3.3	3.1	2.9	2.6	3.6	3.3	3.1	2.8	4.0	3.7	3.5	3.2

Not: Taşırma 100 l/saat

Tablo D.8-1: Farklı durulama sistemleri için su tüketiminin kıyaslanması [Rituoer93]

D.8.2 Durulama Suyunun Arıtımı

İyon değişimi, elektrolitik demir giderme, ters ozmos, giderilen demirin oksidizasyonu.

→ Herhangi bir bilgi sunulmamıştır.

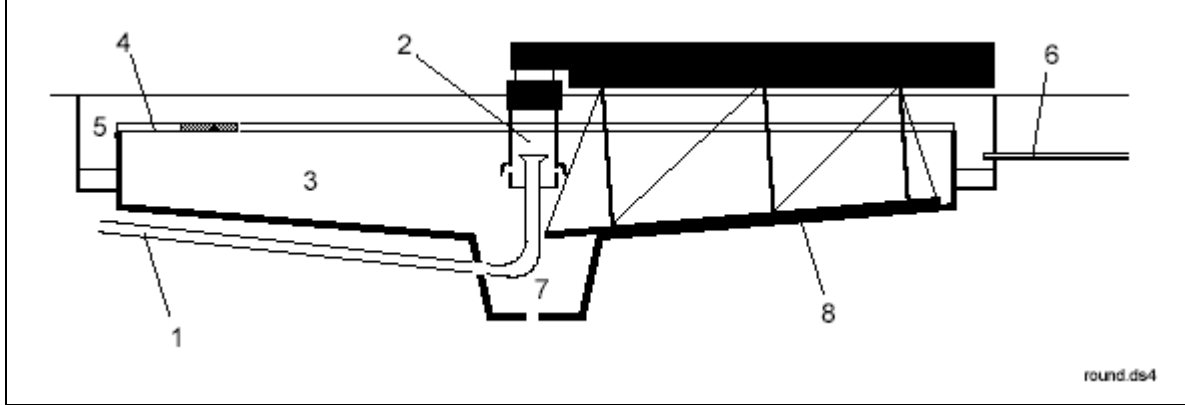
D. 9. PROSES SUYU VE ATIK SU ARITIMI

D.9.1 Yağ ve Tufal İçeren Proses Suyunun Arıtılması

Pek çok durumda, iri taneli tufal, tufal çukurunda toplanır ve tesise zarar vermemesi için, küçük tufal ayırıcılar ile sudan alınır (eğer tufal içeren su pompalanacaksa, pompaya ve hatlara zarar vermemesi tufalın ayrılması faydalı olur). Tufal çukurlarında tufalın alınmasıyla atık su içerisindeki tufal konsantrasyonu 200-800mg/l'den 60-100 mg/l'ye düşer. Merkezi olmayan tufal toplama sisteminin avantajı, su kanallarında tortulaşmanın ve korozyonun önlenmesidir.

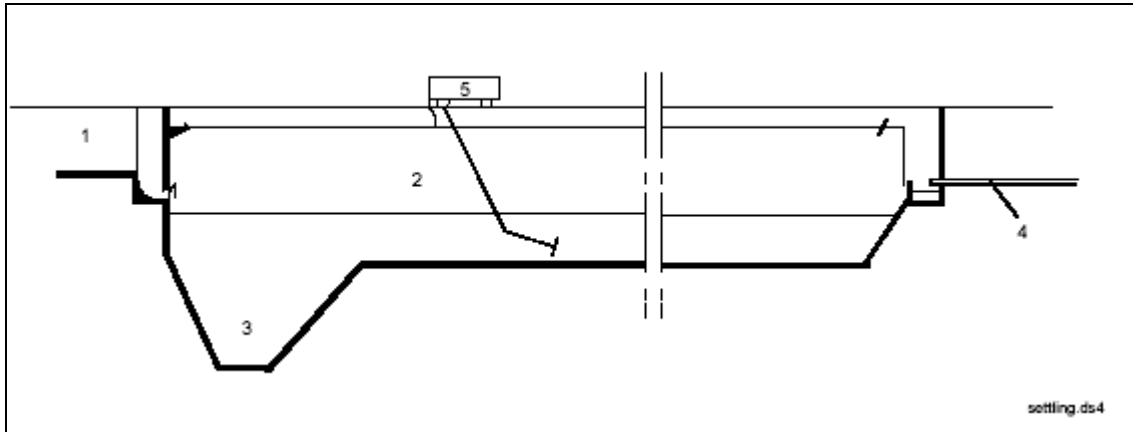
Daha fazla iri taneli tufal temizliği için, su genellikle çöktürme tanklarında fiziksel olarak arıtılarak büyük tufal ve hidrokarbonların sudan ayrılmasını sağlarlar. Pek çok farklı tasarım mevcuttur; örneğin, dikey ve yatay akışlı tanklar. Şekil D.9-1 ve D.9-2 çöktürme tipli ayırıcılara örnek olarak verilmiştir.

Bu ayırıştırıcıların temel prensibi, sahip oldukları ağırlık sebebiyle, iri taneli parçacıklar, havuzun dibinde toplanırlar. Diğer taraftan da, suyun içerisinde dağılmış halde bulunan yağ suyun yüzeyine çıkar. Su, içerisine batmış halde bulunan bir bariyerle donatılan bir çıkış deliğinden, temizlenmiş su ile karışmayacak şekilde boşaltılır. Biriken tortular, bir kuyuya doldurulurlar ve buradan ekskavatör veya pompa ile taşınırlar.



1 Atık su girişi	5 Temiz su toplama borusu
2 Dağıtım silindiri	6 Temiz su çıkışı
3 Rezervuar	7 Çamur rezervuarı
4 Temiz su dökme noktası	8 Çamur sıyrıcısı

Şekil D.9.1 Yuvarlak durultma tankı (dikey)



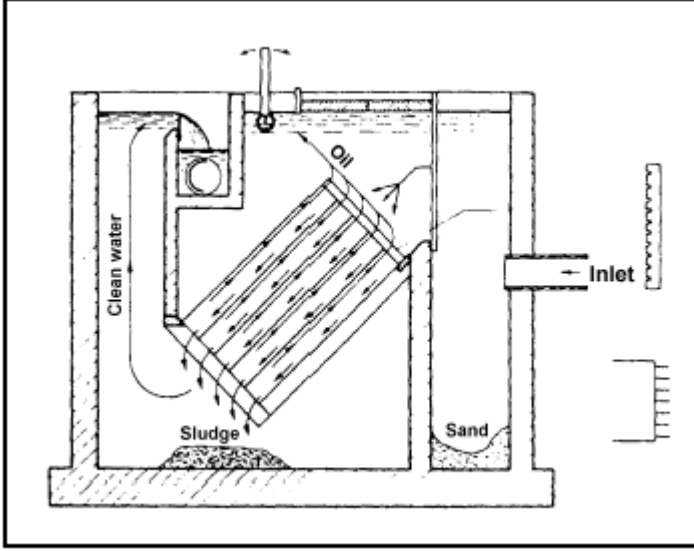
1 Atık su girişi	4 Temiz su çıkışı
2 Çökeltme için yararlı alan	5 Çamurluk
3 Çamur rezervuarı	

Şekil D.9.2 Yatay akışlı durultma tankı

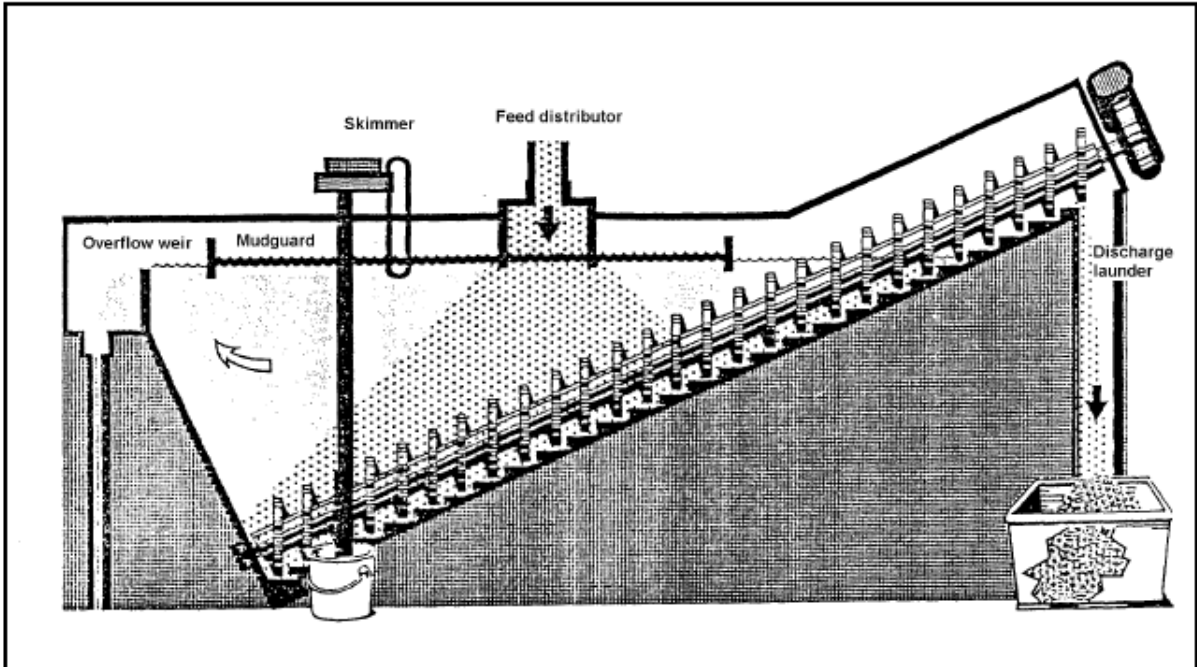
Ulaşılabilir indirgeme miktarı tankın boyutuna, parçacık büyüklüklerinin dağılımına, pıhtılaştırma maddesi ilavesi ve yağ içeriğine göre değişiklik gösterebilmektedir. Durultma (çöktürme) tankları, katı muhteviyatını 40-80 mg/l'den 20-35 mg/l'ye kadar düşürebilir.

Diğer çöktürmeli ayırıcılar, vida şeklindeki durultma tankları ve lamel ayırıcılardır. Durultma tanklarına kıyasla, daha kompakt bir yapıya sahiptirler. Lamel ayırıcılarda (Bakınız şekil D.9-3), gelen su eğimli levhalara (lamel) yönlendirilir. Durultma mesafesi çok daha kısadır. Yerçekimi sayesinde, parçacıklar levhalara doğru inmeye zorlanırlar. Bu arada, yağ da levhaların üzerine doğru çıkar ve sıyırma mekanizmaları ile toplanabilirler. Temizlenen su bir çıkıştan boşaltılır. Çöken maddeler ise, tankın tabanından boşaltılır.

Vida tipi durultma tankları (Bakınız şekil D.9-4), eğri bir zemine sahip durultma tanklarıdır. Yerçekimi ile çöken katı maddeler, kısmen tortu içerisine gömülmüş hareketli bir vida ile ayırıcıdan alınır.



Şekil D.9.3 Lamel ayırıcı şeması (Fichtner)



Şekil D.9.4 Vida tipi durultma tankı (BSW-WWT-90)

Santrifüj ayırıcılarda, parçacıklar akış ile duvara yapıştırılır. Ayırma odasının duvarındaki parçacıklar, toplama odasına doğru yavaşça kayarlar. Toplama odası dolduğunda, otomatik tasfiye işlemi başlar. Bu metodun tek dezavantajı, yağ ayırıştırmanın mümkün olmamasıdır.

Suyun yüzeyinde yüzen yağ, yağ sıyırıcıları ile alınır. Yağ, havuz içerisinde gömülü halde bulunan şerit veya hortuma yapışır. Söz konusu şerit veya hortum ile yağ havuzun dışına çıkartılır ve burada yağ sıyırma işlemi yapılır.

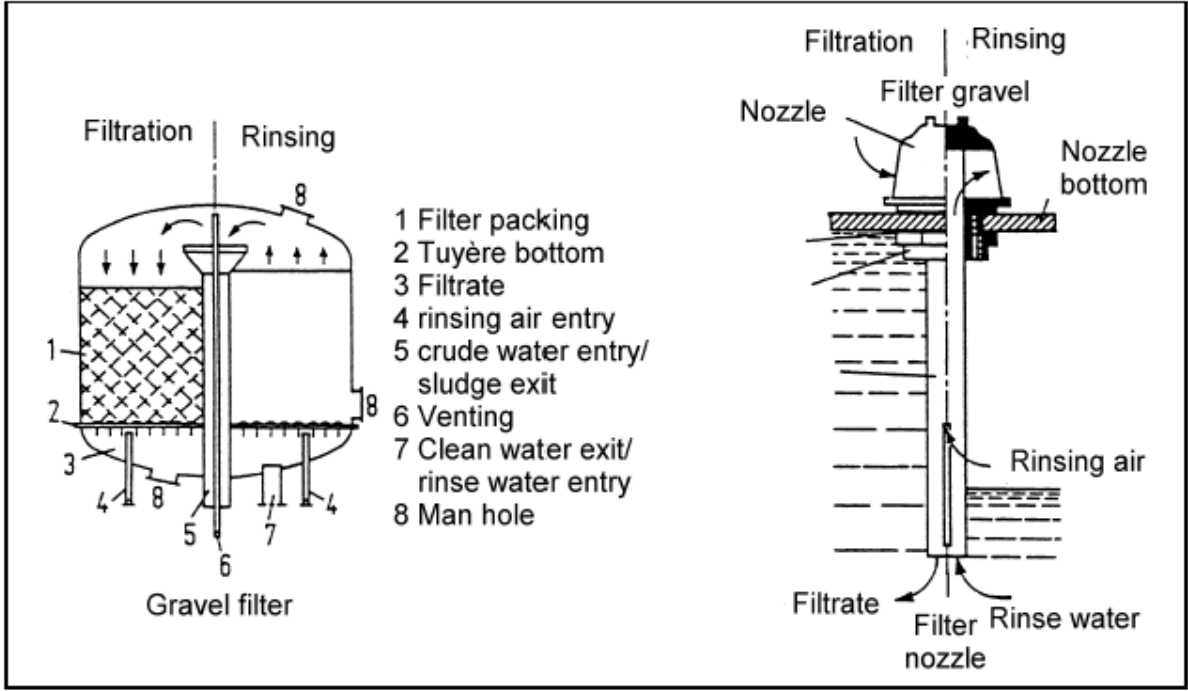
Temizlik işlemi çakıl veya kum filtreleri ile yapılabilir (Şekil D.9-5). Su filtrenin tepesinde altına doğru akar. Bu sayede büyük miktarda, tufal, çamur ve yağ tutulur. Temizleme sistemine bağlı olarak, bu filtreler, su tarafından taşınan 1 microna kadar küçük parçacıkları tutabilir. Temiz ancak hâlen termal yüklü su, yeniden sirkülasyon için gereken doğru ısıyı elde edebilmek için, soğutma kulelerinde soğutulur. Çakıl ve kum filtreleri, parçacık ve hidrokarbonlardan temizlenmelidir. Filtreler su veya hava ile temizlenmelidir. Temizleme işleminde kullanılacak su, temizlenen suyun % 1 ila 3'ü arasında olmalıdır.

Bazı kum filtreleri, sürekli geri yıkama ile birlikte çalışırlar. Bu işlemde su, filtrenin tabanından tepesine doğru akar ve kum sürekli bir şekilde yukarı taşınarak, yıkanır. Temizlenen kum, temiz kum yatağına düşer.

Bu yıkama suyu genellikle yüksek kirlilik oranına sahiptir ve gerektiğinde pıhtılaştırma maddeleri ilave edilerek, ya ön yıkama ünitelerinde yada özel çamur arıtma ünitelerinde ayrı olarak arıtılır.

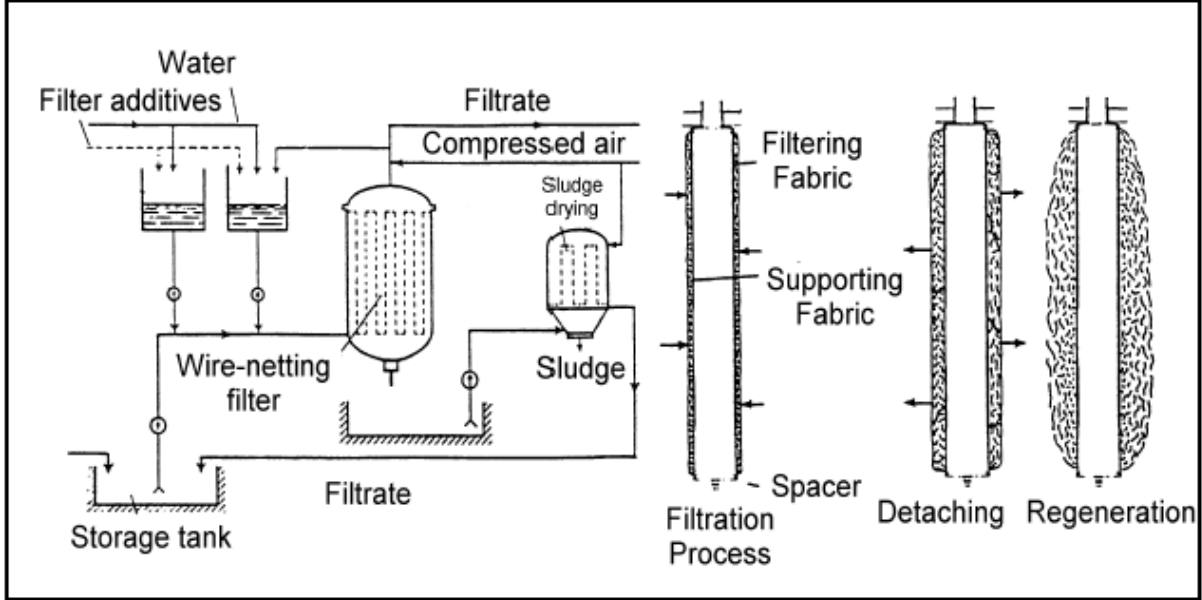
Kum filtrelerinden elde edilen yıkama suyunun arıtımında su kalınlaştırıcıya (thickener) gönderilir, pıhtılaştırıcı maddeler (koagulant) ilave edilerek, çamurun çöktürülmesi sağlanır. Bir ön reaksiyon odasında, suya pıhtılaştırıcı madde ilave edilerek karıştırılır. Çamur, tankın merkezinde çökelir. Temizlenen su ise savaklanarak kum filtre sistemine geri döndürülür. Bir sıyırıcı vasıtasıyla toplanan çamur ise alınmak üzere çamur çukurunda toplanır.

Eğer çıkan çamurda çok fazla su var ise, çamurun suyunun daha fazla alınabilmesi için bir fitler presden geçirilir. Süzülen su tekrar kalınlaştırıcıya sirküle edilir.



Şekil D.9-5: Geri yıkamalı bir çakıl filtresine örnek (Theobald)

Ön temizleme işlemi uygulanmış atıksuyun daha ince arıtımı için uygulanabilecek bir başka yöntem ise silindirik yapıda tel kafeslerden oluşmuş filtre kullanımındır. (Bakınız Şekil D.9-6)



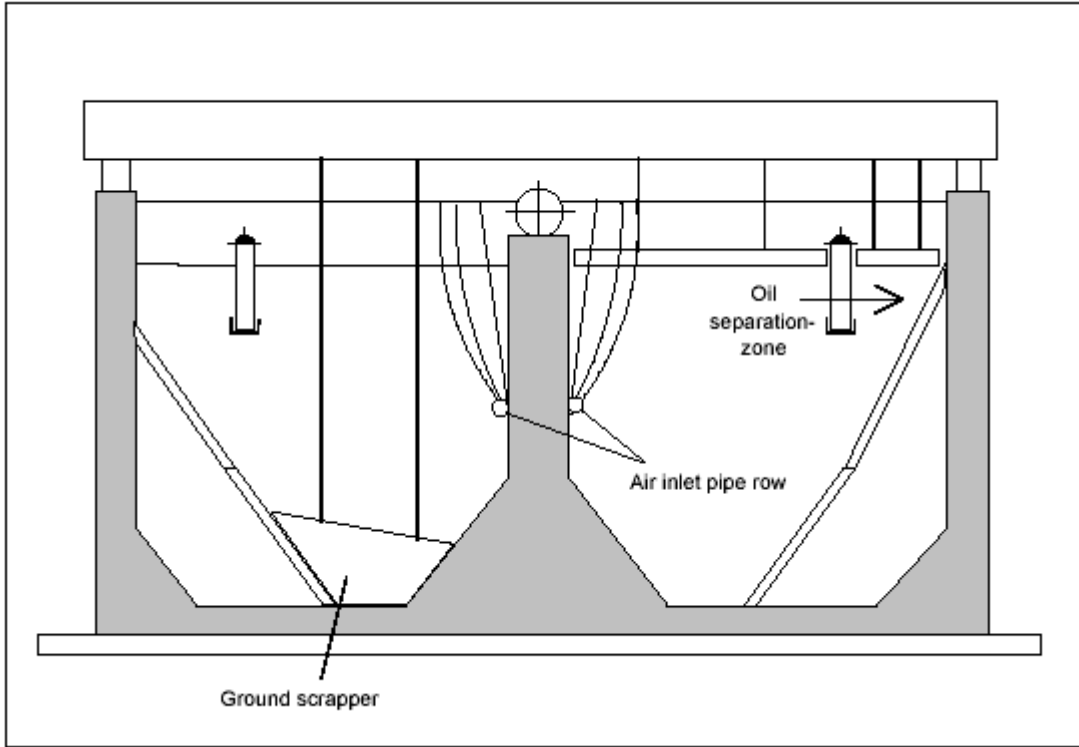
Şekil D.9-6: Tel kafesli filtre örneği

Bu filtrelerin işletmesi aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- Başlama safhası: Bu aşamada, bir süzme tabakası oluşturulur.
- Süzme safhası: Bu aşamada, filtre ve çamur tabakasının geçirgenliğini korunması için ilave filtreleme yardımcı malzemeleri katılır.
- Hafif yıkama safhası: Bu aşamada, suyun akışı tersine çevrilerek filtreler temizlenir.

Yıkama esnasında elde edilen çamurun suyu doğrudan süzülebilir ve yüksek yağ içeriğine sahip ise, yeniden kullanılmadan önce (örneğin sinter tesisinde) özel bir arıtma işlemine tabi tutulması gerekir.

Daha etkin bir ara temizlik ve tufal ile yağın daha iyi ayrıştırılması için, Şekil D.9-7’de de gösterildiği gibi havalandırılmış tufal tutucular geliştirilmiştir. Bu işlem, çökeltme ve yüzdürme prensiplerini birleştirmektedir. Katılar alt kısma çöker ve sıyırıcılar tarafından alınırlar. Bu sırada, içeri üflenen hava (hava baloncukları) yağın su yüzeyinde yüzmesini kolaylaştırır.



Şekil D.9-7: Havalandırılmış tufal tutucu

Bunlara ek olarak, tufal tarafından emilen yağ, çalkalama ile yıkanır. Yağ ile tufalin daha iyi ayrıştırılması ve tufaldeki yağ oranının azalması ile, geri dönüşüm seçeneklerinde de iyileşme gözlenir. 15-30 dakikalık bir işlemde, 15-20 m³/(m²/h) yükte, havalandırılmış tufal tutucu, >63 um parçacıklarda % 99 oranında, 31-63 um arasındaki boyutlarda % 20-80 oranında parçacık azalması sağlayabilirler.

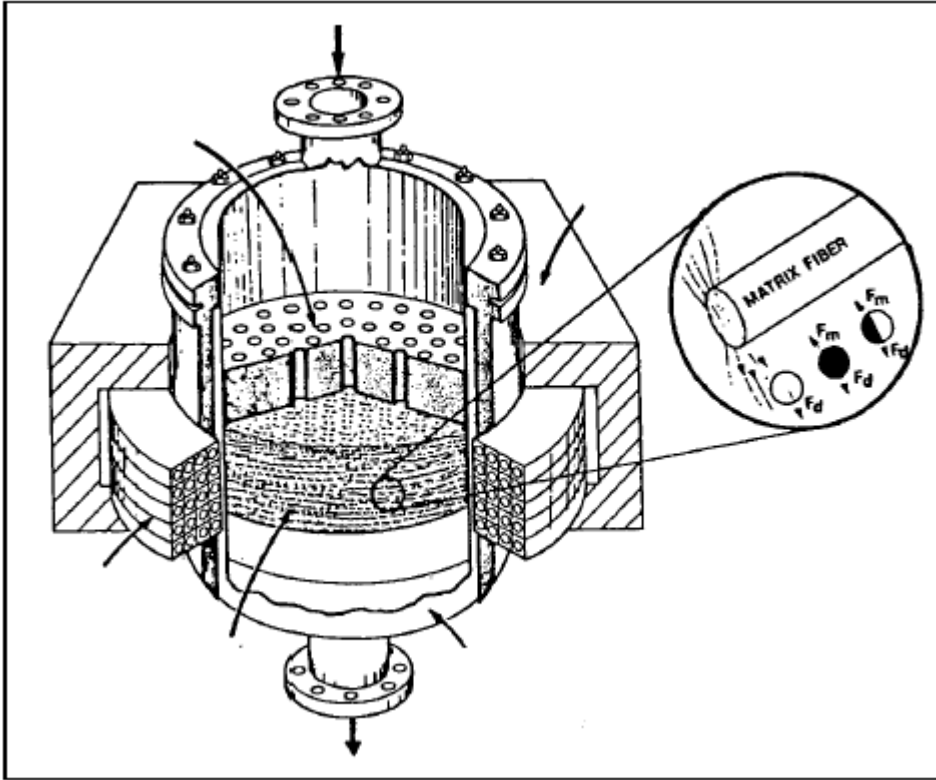
	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)	Azalma (%)
Askıda katı madde	32.3	25.8	20.1
Çökebilir katı madde	95.5	44.2	53.7
Toplam Demir	43.5	24.6	43.4
Hidrokarbonlar¹	2.0	1.3	35.0

Not: Veri kaynağı (StuE-111-3)
¹ DIN 38409, bölüm 18, 1981'e göre belirlenmiştir.

Tablo D.9-1: Havalandırılmalı tufal tutucuların ulaştıkları emisyon seviyelerine örnek

Havalandırılmalı tufal tutucu ile atıksuyun yağ ve gres içeriğinin düşürülmesi, filtrelerin de çalışma performansını artırır. Yağ ve gres miktarının azalması nedeniyle, geri yıkama işlemine geçiş süresi de uzatılabilir.

Tesis tufali yüksek bir manyetik hassasiyete sahiptir, bu nedenle manyetik filtreleme ile de alınabilirler (Bakınız Şekil D.9-8). Bir çelik rulonun yaratmış olduğu manyetik alanla küçük tufaller tutulur ve filtreleme işlemi yapılır.



Şekil D.9-8: Manyetik filtreleme

D.9.2 Soğutma Sistemleri ve Soğutma Suyu Arıtımı

Kapalı çevrimlerde soğutma suyunu kullanmak ve böylece su tüketimini azaltmak için, soğutma suyu yeniden soğutulmalı ve arıtılmalıdır.

Soğutma, ya soğutma kulelerinde buharlaşma ile yada ısı dönüştürücülerinde veya hibrid soğutma kulelerinde gerçekleştirilir. Basınçlı soğuk ters akımlı soğutma kulelerinde, soğutulacak su, soğutma kulesinin hücrelerinde bulunan gridler üzerine dökülür ve bloklar üzerinde akarak soğutma kulesinin tepesine ulaşır. Yanlamasına yerleştirilen fanlar sayesinde, suyun akışının tersine doğru bir hava akımı oluşturulur. Soğutmanın verimliliği, havanın miktarı ile kontrol altında tutulur. Sudaki tuzu azaltma işlemi, elektrikli bir ölçüm mekanizması tarafından kontrol altında tutulur. Gerekli miktarlarda seyreltici, sodyum hipoklorit, biyosit (bakteri oluşumunu engeller) ve asit veya alkali ilave edilir.

Levha ısı ileticilerinde, düz akım kanallarına sahip levhalar, eşanjör duvarlarına vidalanır. Her levhadan, alternatifli olarak, sıcak atık su ve soğuk soğutma suyu bu kanallardan pompalanır. Isı, levhanın duvarları vasıtası ile iletilir.

Hibrid soğutma kulelerinde, levha ısı ileticisi kulenin üst kısmına monte edilir. Kulenin alt kısmında su, buharlaşma ile soğutulur. Isı ileticisi sayesinde, % 100 nemli olan hava ısınır ve sis gibi yoğunlaşır.

Soğutma kuleleri bulunan devre tipi su arıtma tesislerinin planlanması ve kurulmasında, tesisin coğrafî durumu da dikkate alınmalıdır. Yeniden soğutma prosesinde suyun buharlaşması nedeniyle, özellikle orta Avrupa'da, sürekli sis ve endüstriyel kar olarak adlandırılan hava olayının oluşumundan iklim koşulları etkilenebilir. (EUROFER HR)

EKLER

Demir Metal İşlemede Mevcut En İyi Teknik Referans Dokümanı

Ek 1: İzleme
Ek 2: Mevzuat
Terimler Sözlüğü
Referanslar

EK 1: İZLEME

Demir haddeleme sektörüne özel konularda, II. TWG toplantısında, asit buharının (özellikle HF ve düşük konsantrasyon oranında olanlar) ve kaçak emisyon ölçümünün zorluğu dile getirilmiştir.

Sonuçların gerçek performansı mümkün olduğu kadar iyi yansıtabilmesi için, örnekleme süreci ve örnek sayısı yeterince yüksek olmalıdır.

İzleme konusunda başka herhangi bir bilgi sunulmamıştır.

EK 2: MEVZUAT

Burada belirtilen bilgiler dışında demir haddeleme mevzuatına ilişkin başka bir bilgi sunulmamıştır. Bazı üye ülkelerdeki mevzuatın eksik olduğu bölümlerde, bu bilgiler Büro'ya sağlanmamış demektir.

1. HELCOM VE PARCOM ÖNERİLERİ

Demir haddeleme proseslerine ilişkin HELCOM ve PARCOM önerileri aşağıda özetlenmiştir:

HELCOM Önerisi 11/7

- 1 Ocak 1995 tarihinden itibaren, demir çelik endüstrisindeki proseslerde (haddeleme, haddehanelerdeki ocaklar ve kesme işlemleri de dahi) oluşan toz emisyonları, atmosfere bırakılmadan önce, toplanmalı ve filtrelenmelidir.
2. Bütün proseslerde oluşan kaçak emisyonlarından, teknik olarak fizibil olduğu kadar kaçınılmalıdır.
3. Toz temizleme işleminde, torbalı filtreler veya teknolojik olarak çevreye duyarlı yöntemler kullanılmalıdır. Örneğin, sinter tesislerinde, yüksek fırınlardan ve veya elektrik ark ocaklı tesislerde BOF fırınlarından çıkan ikincil gazlar, kesme veya çekme işlemi sırasında oluşan emisyonlar için kullanılır.

Bu teknikler kullanıldığında, filtrelenmiş gazın parçacık içeriği, 10 mg/m³'ü geçmemelidir. Bu değer, her durumda 50 mg/m³'ün altında olmalıdır.

4. Emisyonları düşük tutmak için, iyi bir proses, araç kontrolü ve düzenli izleme sağlanmalıdır. 1987 yılından bu yana, parçacık emisyonlarının 5 kg/h ve daha fazla veya kadmiyum emisyonunun 5 g/h veya daha fazla olup olmadığı sürekli bir şekilde takip edilmektedir. Ayrıca, 2-5 kg/h parçacık emisyonuna sahip tesislerin, sürekli bir şekilde atık gaz saydamlığını belirleyen gerekli ölçüm cihazları ile donatılmış olmaları da takip edilen noktalar arasındadır.

HELCOM Önerisi 17/5

1. Genel gereksinimler:
 - proses suyu, kirlenmiş soğutma suyu ve kirlenmiş yağmur suyu hatlarının, ayrı ayrı arıtılması diğer kirlenmemiş soğutma suyu sistemlerinden ayrılmış olması gerekmektedir.

- % 95 sirkülasyon oranına ulaşabilmek için, proses suyu ve kirlenmiş soğutma suyu için, kapalı su sistemlerinin kurulumu geliştirilmelidir.
- atık miktarını minimize etmek için, üretim prosesleri, yan ürünlerin kullanımı, atık ve yağmur suyu arıtma teknolojisi geliştirilmelidir
- istem dışı deşarjı en aza indirgeyebilmek için, içeride ve dışarıda gerekli önlemler alınmalıdır (örneğin, arıtılmamış atık su için yeterli miktarda depolama kapasitesi kurulmalıdır)
- oluşan çamur, çevreye en az seviyede zarar verecek şekilde bertaraf edilmelidir; (tercihen arıtılarak, yüksek fırın, sinter tesisi veya elektrik ark ocağına vererek)

2. Tesisin atık suyu için gerekli koşullar

1'deki genel koşulları tam olarak yerine getirdikten sonra, yıllık bazda aşağıdaki değerler aşılmamalıdır:

Sıcak Haddeme: Yalnızca mevcut tesisler için Askıda katı madde 50 g/t (veya 1 t/yıl), Yağ 10 g/t (veya 0.2 t/yıl) dur.

Soğuk Haddeme: Askıda katı madde 10 g/t, Yağ 5 g/t'dur.

HELCOM Önerisi 13/6

Çevre açısından en iyi uygulamanın tanımı.

Yeni ikincil çelik üretimi ve haddeme tesisleri ile ilgili kirlilik sınırının hakkında PARCOM Önerisi 92/3

Karada bulunan kaynaklardan deniz kirliliğinin önlenmesine ilişkin konvansiyona imza atan taraflar aşağıdaki hususlarda mutabakat sağlamışlardır:

Nitrik asitin kullanıldığı ve NO_x emisyonlarının (NO₂ olarak) yıllık 5 tonu aştığı asitleme tesislerindeki NO_x emisyonunun düşürülmesine yönelik önlemler alınmalıdır.

Sıcak haddeme ve sürekli döküm makinalarından elde edilen proses suyunun, en azından % 95 oranındaki bölümü (doğrudan soğutmadan elde edilen su) tekrar sirküle edilmelidir.

Sıcak haddemede oluşan proses su sistemlerinden çıkan askıda katı madde miktarı, üretilen her 1 tonluk çelikte 50 gramı ve yağ miktarı ise 10 g/ton seviyesini geçmemelidir.

Soğuk haddemede kullanılmış yağ emülsiyonlarını boşaltmadan önce, arıtma işlemi (örneğin ultrafiltrasyonla) yapılmalıdır. Soğuk haddemede yapılacak deşarjlarda askıda katı madde miktarı 10 g/tonu, yağ ise 5 g/tonu geçmemelidir. Entegre atık su sistemlerine sahip tesislerde, boşaltılan toplam miktar, yıllık üretim ile yukarıdaki değerlerin çarpımından fazla olmamalıdır.

Asitleme prosesinden çıkan atık su miktarı mümkün olduğu kadar azaltılmalıdır. Asitleme tesislerinde, çıkan atıksudaki metal konsantrasyonları aşağıdaki değerlerle sınırlanmalıdır:

Ni	1 mg/l
Cr-tot	1 mg/l
Cr (VI)	0.1 mg/l
Zn	2 mg/l

Cd 0.2 mg/l

(filtrelenmemiş numunelerden alınan atık sudaki maksimum metal konsantrasyonu)

Yılda, 20 tondan fazla nitrik asit kullanan asitleme tesislerinde, nitrat boşaltımını en aza indireyecek önlemler alınmalıdır.

Çinko içeriği açısından zengin olan filtre tozları (Zn içeriği % 16'nın üzerinde olanlar) ve paslanmaz çelik üretiminde ortaya çıkan bütün filtre tozlarından metallerin geri kazanımı sağlanmalıdır.

İkincil demir çelik tesisleri için mevcut en iyi teknoloji tanımı konusunda, 14 Haziran 1990 tarihli PARCOM önerisi 90/1

Paris Komisyonu, ikincil demir çelik tesisleri için aşağıdaki önlemlerin mevcut en iyi teknolojiyi oluşturduğunu kabul etmiştir.

- Kesme ve çekme gibi işlemlerde, toz temizleme için torbalı filtreler veya aynı derecede etkili diğer filtreleme sistemleri.
- Asitleme banyolarının yeniden kullanılması ve durulama suyu sistemlerinin kapalı çevrim hale getirilmesi.
- Nitrik asit veya aynı işlevi gören başka uygulamalara sahip asitleme banyolarına hidrojen peroksit ilave edilerek, atmosfere verilen NO_x salımını azaltmak.
- Sürekli döküm ve haddelemeden elde edilen atık suyun filtrelenmesi, çöktürmeden geçirilerek tortusundan uzaklaştırılması ve suyun sirküle ettirilerek tekrar sistemde kullanılması.
- Filtre tozundan metallerin geri kazanımı.

2. AVUSTURYA, GENEL HAVA EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

(160 Nolu kanuna da bakınız)

2.1 Isıtma/Yeniden Isıtma/Isıl İşlem Tesisleri

(bakınız BGB1. II No: 160, sayfa 727, paragraf 5)

SO₂ emisyon limit değeri, kok fırın gazı kullanır 300 mg/Nm³
NO_x emisyon limit değeri, ön ısıtılmış hava kullanır 750 mg/ Nm³ (NO₂ olarak hesaplanmıştır)
NO_x emisyon limit değeri, ön ısıtılmış hava kullanmaz 500 mg/ Nm³ (NO₂ olarak hesaplanır).

Gaz ve sıvı yakıtlar için O₂ referans değeri % 5'tir. (detaylar için yasanın 726. sayfasına bakınız)

2.2 Asit Yüzey İşlem Tesisleri

(bakınız BGB1. II No: 160, sayfa 727, paragraf 7)

SO₂ emisyon limit değeri 300 mg/Nm³
NO_x emisyon limit değeri 500 mg/ Nm³ (NO₂ olarak hesaplanır).

Gaz ve sıvı yakıtlar için O₂ referans değeri % 3, katı yakıtlar için %6'dır. (detaylar için yasanın 726. sayfasına bakınız)

Yukarıdaki limit değerler, yarım saatlik değerlerdir ve yeni tesislere uygulanmak zorundadır. Eski tesislerin bu değerlere, 5 yıl içerisinde ulaşma zorunlulukları bulunmaktadır. Daha fazla detay yasada yer almaktadır.

2.3 Avusturya'nın Su Emisyon Limitleri

Sıcak/soğuk metal işlemede atık su emisyon sınır değerleri (haddeleme, dökme, çekme); daha fazla bilgi için kanunun 2835-2838 nolu sayfalarına bakınız.

	Sıcak Şekillendirme (s.2835)		Soğuk Şekillendirme (s.2836)	
	Kullanılan su	Kanalizasyon sistemi	Kullanılan su	Kanalizasyon sistemi
Genel Parametre				
Sıcaklık	30 oC	35 oC	30 oC	35 oC
Fish toxicity G _F (Balık biyodeneği)	2	Biyolojik parçalanmaya etkisi yoktur	4	Biyolojik parçalanmaya etkisi yoktur
Filtrelenen miktar	50 mg/l	200 mg/l	50	200
pH değeri	6.5-8.5	6.5-9.5	6.5-8.5	6.5-9.5
İnorganik parametreler	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Krom olarak Cr	0.5	0.5	0.5	0.5
Krom-VI olarak Cr			0.1	0.1
Demir olarak Fe	2.0	2.0	2.0	2.0
Bakır olarak Cu			0.5	0.5
Nikel olarak Ni	0.5	0.5	0.5	0.5
Çinko olarak Zn	1.0	1.0	1.0	1.0
Florür olarak F			30	30
Nitrat olarak N			20	-
Nitrit olarak N			1.5	10
Amonyum olarak N	5.0	5.0		-
Fosfor olarak P	2.0		2.0	-
Organik parametreler	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
KOİ	75		200	-
Toplam Organikler	10	20	10	20

Tablo: 2-1: Atık su emisyon sınır değerleri.

Bu kanun, yeni tesisler için 1998 yılında yürürlüğe girmiştir. Eski tesislere ise, gerekli koşulları karşılayabilmeleri için, 2005 yılına kadar 7 yıllık süre tanınmıştır. Daha fazla bilgi için kanunun 3 ve 4. bölümlerine bakınız.

3. DEMİR HADDELEME FAALİYETLERİ İLE İLGİLİ YÜRÜRLÜKTEKİ ALMAN KANUNU

Almanya’da demir haddeleme faaliyetleri ile ilgili önemli mevzuatlar, BImSchG (Federal Emisyon Kontrol Anlaşması), WHG (Federal Su Anlaşması) ve KrW-/AbfG’de yer almaktadır. Almanya, farklı çevre araçları için farklı medya lisans sistemleri kullanmaktadır. Ancak bir tesise ilişkin nihai karar, her açıdan çevre etkilerinin incelenmesi ile yerel makamlar tarafından verilir. Ayrıca, lisans prosedüründe gürültü koşulları da yer almaktadır. Almanya, lisans prosedürü ile kirlenmenin önüne geçmeyi hedeflemektedir. “Tedbir prensibi” standartların belirlenmesine imkân sağlayan yasal bir statüye sahiptir. Almanya’daki lisans sürecinde, yasal standartlar müzakereye kesinlikle açık değildir.

Almanya’nın federal yapısına uyum açısından, çevre kanun ve yönetmeliklerinin uygulanması federal hükümetlerin sorumluluğundadır. Ancak federal hükümetler, idari prosedürü farklı şekilde uygulama özgürlüklerine sahiptirler. Yeni tesisler için, emisyon ve çevreye salımlar, lisans prosedürü sürecinde çevresel etki değerlendirmesine tabi tutulurlar.

Area	Legal Basis	Regulations and ordinances
Transport	Verkehrsrecht	Gefahrgutverordnung Straße Gefahrgutverordnung Schiene Gefahrgutverordnung Binnenschifffahrt
Health and safety at work	Chemikaliengesetz (ChemG) Gewerbeordnung	Chemikalienverbotsordnung Gefahrstoffverordnung TA Lärm Arbeitsstättenverordnung und -richtlinien
Emissions	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Bundes-Immissionsschutzverordnungen Bundes-Immissionsschutzverwaltungsvorschriften TA Luft TA Lärm Katalog wassergefährdender Stoffe Abwasserverwaltungsvorschriften Indirekteinleiterverordnungen der Länder
Waste	Abfallgesetz (AbfG) Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrW.-/AbfG)	Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung Abfallbestimmungsverordnung Reststoffbestimmungsverordnung TA Abfall TA Siedlungsabfall

Tablo 3.1 Üretim hattı boyunca uygulanan kanunlar ve yasal temelleri

Tablo 3-1’de, üretim hattı boyunca, Almanya’da çevre korunmasına yönelik yasal temeller ve kanunların genel açıklaması yer almaktadır.

3.1 Hava kalitesi ile ilgili Alman kanunları

Almanya’da uygulanan hava kirliliğinin kontrolüne ve gürültü azaltımına yönelik temel kanun Federal Emisyon Kontrol Anlaşması’dır (BImSchG). Bu anlaşma, temel olarak ortam havasının korunmasını hedeflemektedir. Ancak, havadan kaynaklanan bir su ve toprak kirliliği de bu anlaşmanın kapsamı içerisine girmektedir. BImSchG, 21 kanundan ve Hava Kalitesi Konusunda Teknik Yönerge’den (TA Luft) oluşur. TA Luft, özellikle lisans prosedürüne tabi tesisler tarafından karşılanacak koşulları daha detaylı bir şekilde

açıklamaktadır. Sonraki bölümlerde Almanya’da hava kirliliğinin önlenmesine yönelik kanun ve anlaşmalar konusunda daha fazla bilgi yer almaktadır.

3.1.1 Federal Emisyon Kontrol Anlaşması

Hava kirliliğinin takibinde, BImSchG yasal bir enstrümandır. Kanunda tanımlandığı gibi, emisyon, hava kirliliği gürültü, titreşim, ışık, ısı, radyasyon ve insanları, hayvanları ve bitkileri etkileyen diğer ilgili faktörleri kapsamaktadır. BImSchG’ye göre, federal makamlar lisansa tabi olacak tesislerin türünü tanımlayan kanunları yayımlamakla, bu tesisler için lisans gereksinimlerini belirlemekle, emisyon sınır değerleri belirlemekle ve lisans almış olsun veya olmasın tesislerin teknik kontrol gereksinimlerini belirlemekle yükümlüdür.

Özellikle BImSchG’nin madde 5 (1)3’ü, atıkların azaltılmasını hedeflemektedir. Bu paragraf, endüstriyel üretimin diğer etkilerine vurgu yapmaktadır. BImSchG’de tanımlanan “son teknoloji ürünü” BAT’lardan birine benzerdir.

Burada kullanıldığı şekliyle “son teknoloji ürünü”, emisyon seviyelerinin kısıtlanmasında uygulanan belirli bir teknolojinin pratik uygunluğunu belirten işletme modları veya tesislerdeki ileri proses gelişimlerini ifade etmektedir. Son teknoloji ürününü belirlerken, uygulamada başarılı olduğu kanıtlanmış karşılaştırmalı proses, tesis ve işletme modları özellikle dikkate alınmalıdır.

Prensip olarak, lisans makamı tarafından belirlenen emisyon limitleri ve emisyon limitlerine uyum için uygulanacak teknoloji seçimi açısından “son teknoloji ürünü”, endüstrinin kendisine bırakılmıştır. Çevre üzerinde olabilecek muhtemel olumsuz etkilere karşı gerekli önlemler, son teknoloji kullanan kontrol sistemleri kullanılarak alınacaktır. Kütle akışına bağlı olarak, bazı maddeler sürekli ölçülmelidir (örneğin SO_x, NO_x ve parçacıklar).

3.1.1.1 Lisansa Tabi Tesisler Hakkında Kanun (4. BImSchV)

4. BImSchV (Lisansa tabi tesisler hakkında kanun), BImSchG kapsamında lisansa tabi olan tesisleri listelemektedir. Bu kanuna göre, metal haddeleyen tesisler, yeni olup olmadığı gibi hususlara bakılmaksızın, resmi bir lisans prosedürüne tabi tutulmaktadır.

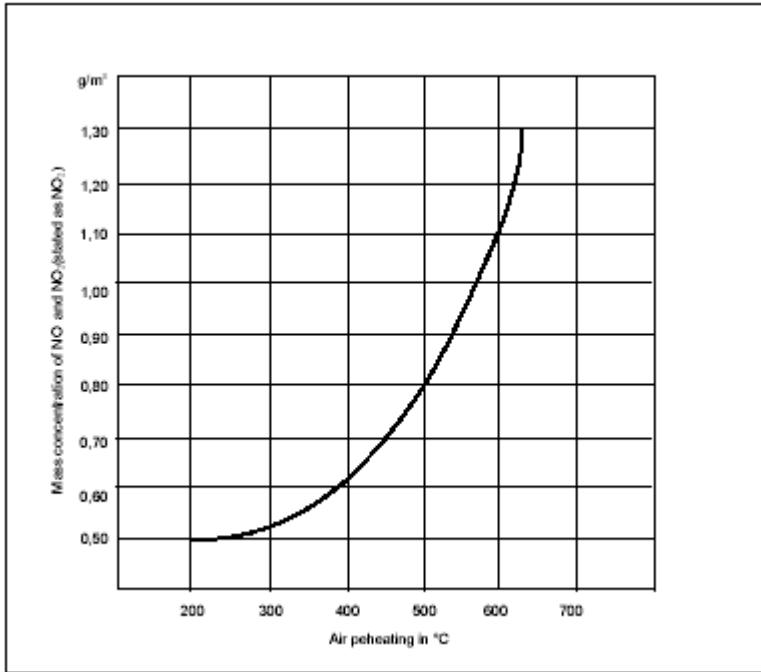
3.1.1.2 Hava Kalitesi Konusunda Teknik Yönetmelik (TA Luft)

Hava Kalitesi Konusunda Teknik Yönetmelik (TA Luft), bir genel idari kanun gibi BImSchG’ye bağlı olarak oluşturulmuştur. TA Luft, lisansa tabi olan tesislerin karşılımları gereken ilave gereksinimleri belirlemektedirler. Pek çok hava kirlenici için limit değerler belirlemekte ve yayılmış emisyonların sınırlandırılması için tasarlanan yapısal ve işletme koşulları belirlemektedir. Belirlenen koşullar Tablo 3-2’de listelenmiştir:

TA Luft Nosu	Referans	Spesifikasyon
3.3.3.6.1 (haddeleme)	Referans miktar	Emisyon değerleri, atık gazdaki oksijen içerik miktarı anlamına gelmektedir. 5/100
3.3.3.6.1 (haddeleme)	Azot oksit *	200 C veya daha yüksek ön ısıtma sıcaklığında çalışan tesislerde, atık gazdaki azot monoksit ve azot dioksit emisyonları Şekil 3-1’deki azot dioksit olarak verilen oranları geçmemelidir. Emisyonu kontrol altında tutmak

		için gerekli önlemler alınmalıdır.
3.3.3.6.1 (haddeleme)	Sülfür oksit	Bir demir çelik tesisi ile bir kok tesisi arasındaki birbirleri ile ilişkili üretimlerde yanıcı gazların kullanılması halinde, sülfür oksit emisyonları, BImSchV'deki emisyon değerini geçmemelidir.
3.3.3.9.1 (galvanizleme)	Atık gaz temizleme	Curuf yapıcı madde kullanan galvaniz tesislerinde, atık gaz toplama ekipmanı bulunmalıdır. Toplanan atık gazlar atık gaz temizleme tesisine kanalize edilmelidir.
3.3.3.9.1 (galvanizleme)	Toz	Atık gaz içerisindeki toz emisyonu 10mg/m ³ 'ten (STP) daha fazla olmamalıdır.
3.3.3.9.1 (galvanizleme)	Klorür bileşikleri	Atık gaz içerisindeki gaz halindeki inorganik klorür bileşikleri, 20mg/m ³ 'ten (STP) daha fazla olmamalıdır.
3.3.3.9.1 (galvanizleme)	Emisyon ölçümleri	Tek bir ölçümün sonucu, pek çok daldırma işlemi tarafından belirlenir; ölçüm süresi daldırma sürelerinin toplamına eşittir ve yaklaşık olarak yarım saat sürer. Daldırma süresi, galvanizli parçanın galvaniz banyosuna ilk ve son temasları arasında kalan süredir.

Tablo: 3-2: Teknik koşullar



Şekil 3-1: NOx emisyon limitleri, TA Luft

*: Almanya Landerausschup für Immissionsschutz (LAI) 6-8 Mayıs 1991 tarihinde, ısıtma ve ısı işlemlerinde, TA Luft'u daha dinamik hale getirecek somut koşullar belirlemeye karar vermiş ve NOx için aşağıdaki emisyon değerlerini belirlemiştir:

yeni tesisler: 500mg/m³
hava ön ısıtma sistemine sahip mevcut tesisler
450 C'ye kadar: 500mg/m³
450 C'nin üzerinde: hedef değer 500mg/m³

Kok fırın gazı kullanılması durumunda: hedef değer 500mg/m³

TA Luft, 1986 yılında yürürlüğe girdiğinden, yerel idareler bazen daha katı emisyon sınır değerlerinin uygulanmasını talep etmektedirler.

3.1.1.3 Gürültü Azaltımı Konusunda Teknik Yönetmelik (TA Larm)

Gürültü Azaltımı Konusunda Teknik Yönetmelik (TA Larm) tesislerdeki gürültü emisyon limitlerini belirlemektedir. Bir tesisin, inşasına, çalışmasına veya değiştirilmesine, tesisin bulunduğu bölge için belirlenen emisyon limitleri aşılmadığı sürece ve son teknolojiye uygun olarak gürültü engelleme önlemlerinin alınması halinde izin verilir.

3.1.2 Su kalitesi ile ilgili Almanya'daki mevzuat

Su yönetimi ile ilgili olarak, nerede olursa olsun her deşarj işlemi Federal Su Anlaşması'na uygun olmalıdır. (Wasserhaushaltgesetz, WHG). WHG, hava kirliliğinin kontrolünde kullanılan BImSchG'ye benzer şekilde, su kirliliğinin kontrol altında tutulmasını hedefleyen yasal enstrümandır. WHG kuralları, demir haddeleme prosesleri de dahil olmak üzere, pek çok endüstriyel proses tarafından üretilen atık suları kapsamaktadır. WHG uyarınca, yüzey, deniz ve yer altı sularının kullanımı, yetkili makamların onayına bağlıdır. Almanya'da su koruma kanunu, Atık Su Kanunu (Abwasserordnung, AbwV) kapsamında uygulanmaktadır. Bu konuda, deşarj esnasında karşılanması gereken minimum koşulları belirleyen genel idari yasalar da bulunmaktadır. Genel olarak, suyun korunmasına yönelik çerçeve kanun Federal seviyede oluşmakta ve federal hükümetler, su kanununa tamamlayıcı yönetmelikler de ilave edebilmektedirler. WHG, boşaltma vergi anlaşması (Abwasserabgabengesetz, AbwAG) ile daha da güçlendirilmiştir. Vergiler, Tablo 8-3'e göre, atık miktarı ile boşaltılan atık suyun muhtemel olumsuz etkileri doğrultusunda belirlenmektedir. Kanalizasyona boşaltma durumunda, daha önceden belirlenmiş konsantrasyon ve yıllık taşıma ile ilgili sınır seviyenin aşılması durumunda, boşaltma işlemi yapan tesis ilave ödeme yapmak zorunda kalır.

Tehlikeli Madde	Ölçüm Birimi	Sınır değerler	
		Konsantrasyon	Yıllık taşıma
Oksitleşebilir Maddeler (KOİ)	50 kg Oksijen	20 mg/l	250 kg
Fosfor	3 kg	0.1 mg/l	15 kg
Nitrojen	25 kg	5 mg/l	125 mg
AOX gibi Organik halojen bileşimleri	2 kg halojen, CI olarak hesaplanır	100 ug/l	10 kg
Cıva & Bileşenleri	20 g	1 ug/l	0,1 kg
Kadmiyum & Bileşenleri	100 g	5 ug/l	0,5 kg
Krom & Bileşenleri	500 g	50 ug/l	2,5 kg
Nikel & Bileşenleri	500 g	50 ug/l	2,5 kg
Kurşun & Bileşenleri	500 g	50 ug/l	2,5 kg
Bakır & Bileşenleri	1000 g	100 ug/l	5 kg
Fish toxicity (balık biyodenevi)	3000 m3 boşaltma/G _F	G _F =2 (deşarj edilen sudaki balıklar için zehirli olmayan seyreltme faktörü)	

Tablo 3-4: Deşarj Vergi Anlaşması'na Göre Sınır Değerler

Kanalizasyon hatları için, belirli yasal kaynaklardan minimum gereksinimler belirlenmiştir. AbWV'nin (Abwasserordnung) 24a ekinde, demir metal işleme faaliyetleri yer almaktadır. Bu ek aşağıdaki proseslerden elde edilen atık suya uygulanmaktadır: sürekli döküm, sıcak şekillendirme, sıcak boru üretimi, soğuk şerit üretimi, soğuk boru, profil, tel üretimi, yarı ve nihai mamullerin yüzey işlemleri. Söz konusu ekin 2.1.2 ekinde, atık suda bulunabilecek zararlı maddelerin minimum seviyeleri belirtilmiştir. Tablo 8-7'de, özellikle sıcak ve soğuk şekillendirme olmak üzere, AbWV tarafından belirlenen önemli sınırlamalar yer almaktadır. Endüstriyel proseslerin dolaylı soğutulması için kurulu bulunan soğutma sistemlerinden elde edilen atık sular ile proses su arıtımı bu kanun kapsamına girmez. Bu faaliyetlerden elde edilen atık su, AbWV'nin Ek 31'inde yer alan koşullara tabidir. Eğer belirtilen değerler gözlenmezse, atık suyun boşaltılmasına onay verilmez. Toplu galvanizleme tesislerindeki atık sularda AbWV'nin Ek 40'ına uygun olmalıdır.

Tehlikeli Maddeler	Sıcak Şekillendirme	Sıcak Boru Üretimi	Soğuk şerit üretimi	Soğuk boru üretimi	Sürekli Yüzey işlem
Kimyasal Oksijen Talebi (KOl)	40 mg/l	200 mg/l	200 mg/l	300 mg/l	300 mg/l
Demir	5 mg/l	5 mg/l	3 mg/l	5 mg/l	5 mg/l
Hidrokarbonlar	5 mg/l	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l	5 mg/l
Nitritten Nitrojen (NO ₂ -N)	-	-	5 mg/l	5 mg/l	-
Toplam Fosfor	-	-	2 mg/l	2 mg/l	2 mg/l
Florür	-	-	30 mg/l	30 mg/l	-
Kurşun	-	-	-	-	0.5 mg/l
Krom, toplam	0.2 mg/l	0.5 mg/l	0.5 mg/l	0.5 mg/l	0.5 mg/l
Krom IV	-	-	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.1 mg/l
Bakır	-	-	-	-	0.5 mg/l
Nikel	0.2 mg/l	0.5 mg/l	0.5 mg/l	0.5 mg/l	0.5 mg/l
Çinko	2 mg/l	2 mg/l	2 mg/l	2 mg/l	2 mg/l
Kalay	-	-	-	-	2 mg/l
Siyanür	-	-	-	-	0.2 mg/l
İnceltici faktör olarak Fish toxicity	2	2	6	6	6
AOX	-	-	-	-	1 mg/l

Tablo 3-5: Demir çelik üretiminde atık su deşarj kriterleri (AbwV, Ek 24)

Pek çok federal devlet, dolaylı deşarjlar için tamamlayıcı kanunlar oluşturmuşlardır. Bu direktifler, federal yasalar çerçevesinde, genellikle endüstriyel tesislere uygulanmaktadır. Ancak, pek çok tesisin atık suyu doğrudan boşalttıkları ve bu nedenle dolaylı boşaltma ile

ilgili yasalara da uymaları gerektiği dikkate alındığında, dolaylı boşaltma kanunlarına çok fazla önem verilmez.

Tehlikeli Maddeler	Minimum Gereksinimler
Kimyasal Oksijen Talebi (KOİ)	40 mg/l
Fosfor bileşikleri, P olarak verilir	3 mg/l
Çinko	4 mg/l
AOX	0.15 mg/l
Kalıcı klor	0.3 mg/l
Krom bileşimleri	Bulunmamalıdır.
Cıva	Bulunmamalıdır.
Nitrit	Bulunmamalıdır.
Metal Organik Bileşimler (Metal-karbon-bileşim)	Bulunmamalıdır.

Tablo 3-6: Endüstriyel proseslerin soğutma sistemleri deşarj kriterleri

3.1.3 Almanya’da Atık Yönetimi ve Tehlikeli Madde Kanunu

Almanya’daki atık kanunu, Atık Önleme ve İşleme Anlaşması’yla (Abfallgesetz, AbfG) belirlenmiştir. Bu kanun, atıkların depolanmasında ve kullanımında (örneğin, üretici tarafından kullanılabilir maddeler veya çevreyi korumak amacıyla, uygun şekilde işlenmesi gereken maddeler) uygulanır.

Atıktan “sakınma, kullanma ve atma” konularında önlemleri sıralayan kanun, Geri Dönüşüm ve Atık Yönetimi Anlaşması’nca (Kreislaufwirtschafts – und Abfallgesetz, KrW-/AbfG) belirlenmiştir. Bu anlaşma, Ekim 1996 yılında yürürlüğe girmiş ve AbfG’nin en önemli kısmıdır. Bu anlaşma, ulusal atık kavramını tamamını genişletmekte ve atıktan sakınma ve atık kullanma konularında yeni öncelikler belirlemiştir. Ayrıca, KrW-/AbfG, üreticilerin ürün sorumluluklarını da bir kanununa bağlamaktadır.

İdari prosedürler için, atık konusunda teknik yönetmelikler (TA Abfall) ve belediye atıklarına (TA Sedlungsabfall) başvurulmaktadır. Buna ilave olarak, idari bir yönetmelik, özel atıklar konusunda teknik kılavuz (TA Sonderabfall) da, özel atıkların kullanımına ilişkin kanunları belirlemektedir. Atık işleyen tesisler, BImSchG’nin 5. Maddesi doğrultusunda, özel kararnemelerle belirlenen koşulları karşılamalıdır.

Federal devletler tarafından oluşturulan çalışma grupları, atık türlerini kategorilendirmiş ve 333 tanesi kontrol önceliğine (LAGA-Abfallartenkatalog) sahip olmak üzere, toplam 589 atık türü belirlemiştir. Bu atık kataloğu 31 Aralık 1998 tarihine kadar geçerli olmuş ve bu tarihten sonra, bunun yerine Avrupa atık kataloğu (EWC) kullanılmaya başlanmıştır. LAGA kataloğundan EWC’ye geçişi sağlamak amacıyla, Almanya’da bir geçiş kataloğu (LAGA-Umsteigekatalog) çalışması yapılmıştır. Tablo 8-9, demir haddeleme faaliyetlerinde oluşan ilgili seçilmiş maddelerin sınıflandırılmasını özetlemektedir:

Atık Türü	LAGA Atık Anahtarı¹	EWC Atık Anahtarı
Tufal	351 02	120199
Ayrıştırılmış Refraktör	31103	100206
Eisenhaltiger Staub ohne schadl. Beim.	35101	120102
Demir hurdası	35103	170405
Çinko oksit curufu	35309	170404
Demir hidroksit	51309	110104, 190201
Demir klorür (FeCl ₃)	51519	060305
Kullanılmış asit	52102	060101, 060102, 060103, 060105, 110105
Soğutma elemanları	54401	120110
Haddehane çamuru	54701	130501
Yağ ayırmadan çıkan çamur	54703	130502

¹ Rezervli sınıflandırma

Tablo 3-7: Seçilmiş FMP aktiviteleri sonucunda elde edilen seçilmiş LAGA/EWC atık numaraları

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

Maddeler	
Ca	Kalsiyum
Ca (OH) ₂	Kalsiyum hidroksid
CaCl ₂	Kalsiyum klorid
Cd	Kadmiyum
CO	Karbon monoksit
CO ₂	Karbon dioksit
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
FeCl ₂	Demir klorid
Fe ₂ O ₃	Demir oksit, ferik oksit
FeO _x	
HCl	Hidroklorik asit
HF	Hidroflorik asit
Hg	Civa
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
Mn	Manganez
N ²	Moleküler nitrojen
NaCl	Sodyum klorid
NO ₂	Nitrit
NO _x	Nitrojen oksit
N _a 2SO ₄	Sodyum sülfat
Ni	Nikel
NH ₃	Amonyak
NH ₄ Cl	
NO	Nitrik oksit
NO ₂	Nitrojen dioksit
Pb	Kurşun
SO ₂	Sülfür dioksit
Zn	Çinko
ZnCl ₂	Çinko klorid

Birimler	
euro	AB'nin para birimi
Pa	Pascal
C	Santigrat Derece
g	Gram
kg	Kilogram
t	Metrik ton (1000 kg)
min	Dakika
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp

Nm ³	273 K'da m ³ 101.3kPa, kuru
kWh	Kilovat saat
kWth	Kilovat termal
J	Jul
s	Saniye
h	Saat
d	Gün
y	Yıl
t/d	Ton/gün (bir günde ton)
t/y	Ton/yıl
bar	10 ⁵ Pa
l	Litre
vol%	Miktarın oranı
Mt/a	Yılda milyon ton

Ön Ekler	
u	Mikro 10 ⁻⁶
m	Milli 10 ⁻³
c	Centi 10 ⁻²
k	Kilo 10 ³
M	Mega 10 ⁶
G	Giga 10 ⁹

Kısaltmalar	
Ø	Ortalama
BAT	IPPC Direktifi Madde 2 (11)'de tanımlandığı gibi mevcut en iyi teknik
BF	Yüksek fırın
BFG	Yüksek fırın gazı
BOF	Basic Oxygen Furnace
BREF	BAT referans belgesi
CC	Sürekli kaplama/sürekli kaplanmış
COD	Atık suda kimyasal olarak oksitlenebilir organik maddeleri belirten kimyasal oksijen ihtiyacı
COG	Kok fırını gazı
CR	Soğuk haddeleme/soğuk haddelenmiş
EIPPCB	Avrupa Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Bürosu
EP	Elektrostatik çökeltici
€ veya Euro	Avrupa para birimi
FF	Torbalı filtre
FMP	Demir metal işleme
HC	Hidrokarbon
HNx Gas	Nitrojen-hidrojen karışımı
HOWAQ	Sıcak su soğutma
HR	Sıcak haddeleme / sıcak haddelenmiş
HTC	Saatlik teknik kapasite
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit

IEF	Bilgi değişim forumu
n.a.	Mevcut değil
NG	Doğal gaz
PCDD/F	Poliklorine dibenzo -p-Dioksinler/Furanlar
ppm	Parts per million (Milyonda bir birim)
SCR	Selective catalitic reduction (seçici katalitik indirgeme)
SNCR	Selective non-catalitic reduction (seçici katalitik olmayan indirgeme)
SS	Askıda katı madde(atık su içerisinde)
TSS	Toplam askıda katı madde (atık su içerisinde)
TWG	Teknik ęalıřma grubu
VOC	Uçucu organik bileşikler

Terimlerim Tanımları	
Karışık Asit/Karışık Likör	HCl asit ęelięin asitlenmesinde ve galvanizleme sırasında yüzey temizliğinde kullanılır.
Karışık Asit	Paslanmaz ęelięin asitlenmesinde kullanılan nitrik ve hidroflorik asit karışımı
Sıyırma	Asit (HCl) içerisine daldırmak suretiyle ęelięin ęinkodan arındırılması

REFERANSLAR

[ABAG]

ABAG (Magdalena Sordo, Dominik Toussaint), 1993

Vermeidung von Abfällen durch abfallarme Produktionsverfahren – Feuerverzinkereien-

[ABAG-BIO]

Kunz, P. 1996

Reststoffvermeidung durch ein biologisches Entfettungsspülbad in einer Feuerverzinkerei

[ABAG-Flux]

Fraunhofer Institut, ISI (D)

Toussaint, D.; Rotter, U. 1995

Aufbereitung von Altfluxen aus Feuerverzinkereien

[AC-Kolloq]

J. Schultes, R. Degel

Moderne Prozeßroute zur Erzeugung neuer Flachprodukte (Vortrag 23)

12. Aachener Stahl Kolloquium 19.-20.6.1997

[algoma.com]

Website, 1998

Direct Strip Production Complex (DSPC)

[Bed-95]

Beddows & Company, 1995

The EU Cold Rolled Strip Industry

[Bekaert94]

N.V. Bekaert S.A., 1994

Company Information on Wire Technology

[Bekaert98]

Bekaert, Bert Gielen, 1998

Personal Information from Bert Gielen on Purpose and a short description of processes in Wire Industry

[BG-Com]

Personal communication Mr. Gielen, Bekaert

[BGielen 31.3]

Personal communication Mr. Gielen, Bekaert

[BSW-WWT-90]

Prof. Dr. Schwandtner, 1990

BSW. Abwasserbehandlung (Stand Mai 1990)

Badische Stahlwerke Aktiengesellschaft

[CC-11/99]

Input from CC-Shadow Group. EUROFER

[CEAM]

Centro de Estudios y Asesoramiento Metalúrgico, 1995

La fabricación de tubos de acero en la Comunidad (Steel Tube Production in the Community)

[CET]

Comité Européen de la Tréfilerie, 1998

The european steel wire-drawing industry: description

[CET-BAT]

Personal communication Mr. Bert Gielen

[Choice-Barr]

G. Choice, N. Barr

A continuous electrolytic preflux treatment unit

[CITEPA]

CITEPA, 1994

Technical Note on BAT to reduce emissions of pollutants into the air from hot and cold rolling mills in iron and steel industry,

[Com A]

Comments on 1st draft FMP from Austria

[Com2 A]

Comments on 2nd draft FMP from Austria

[Com2 B]

Comments on 2nd draft FMP from Belgium

[Com BG]

Comments on 1st draft FMP from Bert Gielen

[Com2 BG]

Comments on 2nd draft FMP from Bert Gielen

[Com BG2]

Comments on 1st draft FMP from Bert Gielen, additional

[Com BG3]

Comments on 1st draft FMP from Bert Gielen, additional

[Com-CC-2]

Comments on 1st draft FMP from Continuous Coating Shadow Group

[Com2 CC]

Comments on 2nd draft FMP from Continuous Coating Shadow Group

[Com CR]

Comments on 1st draft FMP from Cold Rolling Shadow Group

[Com2 CR]

Comments on 2nd draft FMP from Cold Rolling Shadow Group

[Com D]

Comments on 1st draft FMP from Germany

[Com2 D]

Comments on 2nd draft FMP from Germany

[Com DK]

Comments on 1st draft FMP from Denmark

[Com E]

Comments on 1st draft FMP from Spain

[Com EGGA]

Comments on 1st draft FMP from EGGA

[Com2 EGGA]

Comments on 2nd draft FMP from EGGA

[Com FIN]

Comments on 1st draft FMP from Finland

[Com2 FIN]

Comments on 2nd draft FMP from Finland

[Com HR]

Comments on 1st draft FMP from Hot Rolling Shadow Group

[Com2 HR]

Comments on 2nd draft FMP from Hot Rolling Shadow Group

[Com I]

Comments on 1st draft FMP from Italy

[Com Karner]

Comments on 1st draft FMP, e-mail from Karner

[Com NL]

Comments on 1st draft FMP from Netherland

[Com UK]

Comments on 1st draft FMP from UK

[Com2 UK Galv]

Comments on 2nd draft FMP from UK Galvanisers

[Com VDMA]

Comments on 1st draft FMP from VDMA

[Com2 Wedge]

Comments on 2nd draft FMP from Wedge Group

[Corus 31.8]

Personal communication Corus

[Cullivan-IG-97]

Cullivan, B.

Beta Control Systems Inc, USA, 1997

Zero Discharge Yields Enhanced Production

[Dan-EPA]

Danish Environmental Protection Agency, 1998

Personal Information from the Danish EPA on EU BAT for Ferrous Metal Processing

[Dammann]

Dr. Ing. E. Dammann

**Anlagen nach dem Stand der Technik für die Prozeßwasserbehandlung in
Warmwalzwerken und Stranggießanlagen**

[Danieli]

Lordo, W.

Danieli Wean

Metal Bulletins International Coated Coil Conference, 1997

Flexible Hot Dip Galvanizing with In-line Pickling Process for Evolving Markets

[DFIU 96]

Rentz, O.; Püchert, H.; Penkuhn, T.; Spengler, T.

Stoffstrommanagement in der Eisen- und Stahlindustrie

(Material Flow Management in the Iron and Steel Industry)

E. Schmidt Verlag, Berlin (1996)

[DFIU 98]

Rentz, O., 1998

BAT in the German Ferrous Metals Rolling Industry (Chapters 1-3)

[DFIU 99]

Rentz, O., 1999

BAT in the German Ferrous Metals Rolling Industry Final

[DK 30.6]

Personal communication DK

[DK-EPA-93]

Batch Hot-dip Coating of Fabricated Steel Products

DK-EPA; BAT-note (1993)

[DK-EPA-98]

Danish Environmental Protection Agency, 1998

Personal Communication, on EU BAT for Ferrous Metal Processing

[EC Haskoning]

European Commission

Techno-economic Study on the Reduction Measures, Based on Best Available Technologies, of Water Discharges and Waste Generation from Primary and Secondary Iron & Steel Industry

Final report prepared by Haskoning NL-Nijmegen (1993)

[EC Study]

C. Roederer and L. Gourtsoyannis

Coordinated study "Steel-Environment"

DG XII-EUR 16955 EN (1996)

[EGGA]

Input EGGA

[EGGA5/98]

European General Galvanizers Association, 1998

Briefing note on General Galvanizing industry

[EGGA/99]

EGGA, General Assembly 98, Gothenburg, Sweden

[EGGA7/99]

Personal communication EGGA

[EGGA8/99]

Personal communication EGGA

[EGGA7/00]

Personal communication EGGA

[EGKS95]

European Coal and Steel Community (ECSC), 1996

ECSC Investments

[El-Hindi]

El-Hindi, L.

Fitertech, Inc. USA

**A study in Waste Minimization Techniques for Modern Wire and Cable Facilities
(Abstract)**

[EPA-453]

National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Steel Pickling – HCl Process Facilities and Hydrochloric Acid Regeneration Plants – Background Information

for Promulgated Standards

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Research

Triangle Park, NC 27711, December 1998, No. EPA-453/R-98-010b

[ERM95]

ERM-Environmental Resources Management, 1995, Reference 1658

Technical Note on BAT to Reduce Emissions of Pollutants into the Air from the Coating of Steel Coil

[ESCO1]

Stone, J.

Esco Engineering, 1998

The Whys and Hows of Waste Water Treatment for Picklers

[ESCO2]

Stone, J.

Esco Engineering, 1998

The Whys and Hows of Pickle Line Fume Scrubbers

[ESCO3]

Stone, J.

Esco Engineering, 1997

The Whys and Hows of Hydrochloric Acid Pickling

[ETSU-CS-263]

Kirk, J.

Good Practice Programme ETSU (Good Practice - Case Study 263) 1995

Hot charging practice for continuous steel reheating furnaces

[ETSU-FP15]

Best Practice Programme (New practice – Final Profile 15), 1991

Oxygen trim on a steel re-heat furnace

[ETSU-FP-64]

Best Practice Programme (New practice – Final Profile 64), 1992

Integral bed burners in a small continuous furnace

[ETSU-G76]

The Energy Technology Support Unit (ETSU), 1993

Continuous Steel Reheating Furnaces: Specification, Design and Equipment

[ETSU-G77]

The Energy Technology Support Unit (ETSU), 1993

Continuous Steel Reheating Furnaces: Operation and Maintenance

[ETSU-GIR-45]

Energy Efficiency Office, General Report No. 45, 1996

NOx Reduction Technology for Steel Reheating and Heat Treatment Furnaces

[ETSU-NP-54]

The Energy Technology Support Unit (ETSU), 1993

Dual-Fuel Regenerative Burners on a Large Re-Heating Furnace

[EUROFER 17.4]

Personal communication EUROFER

[EUROFER 31.3]

Personal communication EUROFER

[EUROFER 30.6]

Personal communication EUROFER

[EUROFER 2.7]

Personal communication EUROFER

[EUROFER 3.4]

Personal communication EUROFER

[EUROFER 6.9]

Personal communication EUROFER

[EUROFER CC]

EUROFER, Task Group Coating, 1998

**Technical note on the BAT to the Integrated Pollution Prevention and Control. Draft:
Coating of Steel Coil Hot Dip Processes**

[EUROFER CR]

EUROFER, Task Group Cold Rolling, 1998

**Technical note on the BAT to the Integrated Pollution Prevention and Control. Draft:
Cold Rolling Mill**

[EUROFER HR]

EUROFER, Task Group Hot Rolling, 1998

**Technical note on the BAT to the Integrated Pollution Prevention and Control. Draft:
Hot
Rolling Mill**

[EUROSTAT]

Eurostat, 1993

The Iron and Steelworks Plants in the European Union

[Euro-Strategy]

EuroStrategy Consultants, 1995

The Community Wiredrawing Industry (Final Report)

[Fichtner]

Fichtner, 1994

**Hessisches Vollzugs-programm zur durchführung des reststoffvermeidungs- und -
verwertungsgebotes nach 5-I-3 bimschg**

[FIN 28.3]
Personal communication Finland

[Flem BAT]
P. Vercaemst, P. Van den Steen, R. Dijkmans, 1999
Best available Techniques (BAT) for Hot Dip Galvanising,
Vito, 1999/PPE/R/037

[fmp012]
UK, EA, 1993
Chief Inspector's Guidance to Inspectors, Process Guidance Note IPR 4/11 (Processes for the Manufacture or recovery of Nitric Acid and Processes Involving the Manufacture or Release of Acid-Forming Oxides of Nitrogen)

[GALVA-94-1]
W. Riekehof (Hosokawa Mikropul GmbH), 1994
Proceeding of Intergalva 1994
Emission control of air pollutants in Hot Dip Galvanizing Plants

[GALVA-97-1]
V. Hageböiling (Radebeul Gialvanizers)
Proceeding of Intergalva 1997
Zinkopal – A new dimension in corrosion protection for small parts

[Galv-BAT-E]
Fundación Entorno, Junio 1999
Instalaciones para la transformación de metales ferrosos (epígrafe 2.3.c)

[Germany 7.4]
Personal communication Germany

[HMIP]
Department of the Environment HMIP Commissioned Research (1993), DoE/HMIP/RR/066
Davy Consultants, Davy Energy and Environmental, Ashmore House, Stockton-On-Tees (1993)
Pollution Control for Casting and Shaping of Iron and Steel, Ferrous and Special Alloys

[HMIP-95-003]
R.M. Davies, J. Sykes, D.R. Williams
Inspectorate of Pollution, Department of the Environment, 1995, DOE/HMIP/RR/95/003
The Control of the Emissions of Oxides of Nitrogen from Certain Combustion Processes

[HR]
EUROFER, Task Group Cold Rolling, 1998
Technical note on the BAT to de Integrated Pollution Prevention and Control. Draft: Hot Rolling Mill, Chapter 2

[IISI]

IISI, 1997

Steel industry and the environment - technical and management issues

[Input-CR-1]

Input Cold Rolling Shadow Group,

[Input-HR-1]

Daniël Van Roosbroeck

SIDMAR N.V. 1999

[Karner-1]

Karner, W.; Hofkirchner, W.

Metallurgical Plant and Technology International 1996, Vol. 19; n° 2

Modern Pickling and Acid Regeneration Technology

[LUDL]

Pengidore A., Cserr, G. Jr.

Chemical Pickling Process at Alleghy Ludlum's n° 91 Anneal and Pickle Line

AISE annual convention, 1996, Vol. 1, pages 187 -198

[Metall94]

Pempera, F.G., Frommann, K.

Metallurgica, 1994

Turbulence Pickling Technology for Carbon Steel and Stainless Steel Strip (abstract)

[Met-Plant-Int-1-94]

Anstots, T. Giesa, D., Spieckermann, K., Wuppermann, C.D.

Metallurgical Plant and Technology International, 1994 . Vol. 17, n° 1

The New Annealing and Pickling Line for Wide Stainless Strip in the Krefeld Works of Thyssen Stahl AG

[Near-Net-Shape]

J.K. Brimacombe, I.V. Samarasekera

The challenges of thin slab casting

Near-Net-Shape Casting in the Minimills, Proceedings of the international Symposium 96,

Metallurgical Society of the Canadian Institute of Mining

[N.Stone2]

J.N. Stone

49th Annual Convention Wire Association International Toronto, 1979

Design your pickle line for pollution control

[Oekopol 7.9]

Personal communication Oekopol

[OSMOTA]

Deuschle, A.,

OSMOTA Membrantechnik GmbH, Germany

AESF Conference on Environmental Control for the Surface Finishing Industry, 1993

Difussion Dialysis - An Economical Technology for Recovery of Acids From Pickling

Processes

[Pan-97]

European Commission, 1997

Panorama of EU Industry

[Piat 19.9]

Personal communication Galvanizers Association (Mr. Piatkiewicz)

[Rituper-1]

Rituper, R.

Iron and Steel Engineer 1995 Vol. 72; n° 11

High-Performance Effluent-free Pickling Plants with Fluid Bed Hydrochloric Acid Regeneration

[Rituper-93]

Dr. R. Rituper: Beizen v. Meattlen

Schrieffreihe Galvano technik

Eugen G. Leuze Verlg Saulgan 1993

[SIDMAR]

Personal communication SIDMAR

[Sprang-IG-97]

Sprang, W.J.A.M.

Bammens Groep BV, Netherlands, 1997

New Separation Techniques for Galvanizing Plants

[SSAB]

G. Andersson

Pollution Prevention in the Hot Strip Mill

European Symposium on Environmental Control in the Steel Industry

International Iron and Steel Institute 1995, pages 311 - 328

[STAT97]

Wirtschaftsvereinigung Stahl 1997

Statistical Year-book of the Steel Industry 1997

[Stone]

Neil Stone, J.

Economical fume control in pickle houses

[StTimes 6/93]

Saving energy in continuous reheat furnaces

Steel Times, June 1994, pages 267 - 268

[StuE-96-7]

Maximilian Zur und Gerhard Reimann, Dortmund, 1976

Anwendung von Zweistoff-Filtern zur Kreislauf-Wasserbehandlung in einem Warmbreitbandwalzwerk

Stahl und Eisen 96 (1976) Nr. 7

[StuE-111-3]

Dammann, E.; Uphoff, R.; Kucera, J. (1994)

Belüftete Feinzunderfäzür Behandlung von Prozeß-wasser aus Stranggießanlagen und Warmwalzwerken

[StuE-113-10]

Arnold J., Gante, D., Hoffmann G.W., Meyer O.

Stahl u. Eisen 113 (1993) n° 10

Strategie und Anlagentechnik der Energiewirtschaft der Preussag Stahl AG

[StuE-114-1]

Klose, R.; Uphoff, R.; Kucera, J. (1994)

De-oiling of millscale sludge by a wet-mechanical procedure

[StuE-114-9]

J. Szekely, G. Trapagada

Zukunftsperspektiven fuer neue Technologien in der Stahlindustrie

Stahl und Eisen 114 (1994) Nr. 9

[StuE-116-11]

U. Grobe, P. Jakobshagen W. Schupe

Stahl und Eisen 116 (1996) Nr. 11

Einsatz von Optimierungsrechnern an den Erwärmungsanlagen eines Rohrwalzwerkes

[StuE-117-5]

F. T. Münch

Stahl und Eisen 117 (1997) Nr. 5

Leistungssteigerung und Einsparung von Wärmeenergie bei er Warmbandherstellung

[StuE-118-2]

Claus Hendricks, Horst Michael Aichinger, Michael Joksch und Hans Peter Domels, 1988

Energieaspekte und gegenwärtiger Verbrauch an Energierohstoffen der Weltstahlerzeugung

Stahl und Eisen 118 (1998) Nr. 2

[StuE-118-5]

B. Eng., M. Albedyhl, C. Klinkenberg, H. Langner, H. Pircher and K. Wünnenberg

Stahl und Eisen 118 (1998) Nr. 5

Werkstoffliche Aspekte des Dünnbrammengießens

[Svedala]

M. Wallin, B. Schlittler

Novel Techniques for reclamation of Water and Scale-products in Steel Mill Operations

Svedala Industries, 1996

[Tech Metal]

Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie-Leipzig (1990)

**Vortrag anlässlich der Mitgliederversammlung des Industrieverbands Feuerverzinken
am
1997**

[Theobald]

Theobald, W.

**Hintergrundpapier zum Anhang 24 (Anforderungen an die Eisen- und Stahlindustrie)
zur
Rahmen-Abwasserverordnung nach § 7a Wasserhaushaltsgesetz**

[UBA-Hähn-83]

Dietrich Hähn, 1983

**Entwicklung einer fortschrittlichen Minderungs-technologie zur Luftreinhaltung an
einer
Feuer-verzinkungsanlage**

[UBA-Hoesch-87]

W. Ackermann, a-a. Kaskas, 1987

**Altanlagenprogramm des Bundesministers des Innern
Verminderung der eEmissionen einer Feuerverzinkungsanlage für Fertigtelle**

[UBA-Huster-85]

H-W. Lieber, H. Rasch, 1985

**Altanlagenprogramm des Bundesministers des innern
Emissionsminderung durch Abgaserfassung und Abgasreinigung in einem
Stückverzinkungsbetrieb**

[UBA-Kloeckner-82]

G. Bastisch, 1996

Klößner Stahl GmbH, Bremen

**Investitionen zur Verminderung von Umweltbelastungen
Programm des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**

[UK-5/98]

Andrew Bond

Environment Agency, 1998

British Steel Hot Dipped Tinning Process, Brierley Hill, West Midlands

[Ullman's]

Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5. edition

Steel

VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim Vol. A 25 (1994) 63-307

[SVHG]

Siegener Vereinkerei Holding GmbH, 1997

**Vortrag anlässlich der Mitgliederversammlung des Industrieverbands Feuerverzinken
am
1997**

[Vanroosb 3.4]

Personal communication Vanroosbroeck

[VDI-RL-2579]

Verein Deutscher Ingenieure, 1988

VDI – Richtlinie 2579

Emission Control Hot-Dip Zinc Galvanizing Plants

[Vercaemst 27.7]

Personal communication Vercaemst

[Vercaemst 30.3]

Personal communication Vercaemst

[Weigel]

Personal Communication

Stahl werke BREMEN

Anlage-Nr.: 3.5

[Welzel]

Welzel, K.

Maßnahmen zur Emissionsminderung bei Feuerverzinkungsanlagen

100(1979) H.11 Haustechnik - Bauphysik - Umwelttechnik gi S 10/340

[WireInd-10-97]

Sanders, N.J.

Wire Industry, 1997 Vol. 64 n° 10; issue 766

Hydrogen Peroxide Technology for NOx Suppression and Nitric Acid-free Pickling of Stainless Steel Wire and Wire Production

[WOLL]

Woll, R.

ZF-Getriebe GmbH

Betriebsinterne Entsorgung von Hühlschmieremulsionen Durch Kombination von Organischer Vorspaltung und Mehrstufiger Membrantechnik - Abwasserfrei und Abfallminimiert