

Kataforez Kaplamada Yatay Yüzeylerde Oluşan Görüntü Bozukluğu Nedenlerinin
İncelenmesi

Neşre Tekkalmaz

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak 2010

Investigation of Reasons of Image Disorders which Occurs onThe Horizontal Surfaces
of The Cataphoresis Coating

Neşe Tekkalmaz

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Chemical Engineering

January 2010

Kataforez Kaplamada Yatay Yüzeylede Oluşan Görüntü Bozukluğu Nedenlerinin
İncelenmesi

Neşe Tekkalmaz

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Kimyasal Teknolojiler Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Belgin KARABACAKOĞLU

Ocak 2010

ONAY

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi NeŒe Tekkalmaz'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Kataforez Kaplamada Yatay Yüzeylede OluŒan Görüntü Bozukluğu Nedenlerinin İncelenmesi” baŒlıklı bu çalıŒma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiŒtir.

DanıŒman : Y. Doç. Dr. Belgin KARABACA KOĞLU

İkinci DanıŒman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Y. Doç. Dr. Belgin KARABACA KOĞLU

Üye : Doç. Dr. Altan GÜVENÇ

Üye : Doç. Dr. Necmi GÖNEN

Üye : Y. Doç. Dr. Fatma TÖMSEK

Üye : Y. Doç. Dr. Hakan DEMİRAL

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıŒtır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Metallerin aşınma ve korozyondan korunması için kaplama ve boya uygulanması işlemleri uygulanır. Etkili boya ve kaplama için ön işlemlerin çok iyi yapılması gerekmektedir. Bu işlemler arasında yer alan kataforez, elektrokimya prensiplerine dayanarak metal yüzeylere yapılan su bazlı astar kaplamadır. İletken özellik gösteren tüm metal yüzeylere kataforez kaplama yapılabilmektedir.

Bu çalışmada boya öncesi en kaliteli kaplama türü olan kataforez kaplama sonunda yatay yüzeylerde pürüzlülük ve matlaşmaların neden kaynaklandığı araştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda problemin banyo içerisindeki çözünmüş fosfat ve demir miktarının fazla olmasından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Kaplamayı etkileyen çok fazla parametre olmasına karşın banyodaki demir ve fosfat miktarının yüksek olmasının yüzey problemlerinin nedeni olduğu belirlenmiştir. Demir ve fosfat miktarını azaltmak için filtre ve mıknatıs yerleştirme, durulama banyolarında taşırma, fosfatlanan parçaların süzülme süresini artırma gibi düzenlemeler yapılmıştır. Sonuç olarak kataforez banyosundaki demir ve fosfat miktarı yaklaşık % 50 azaltılmıştır. Ancak yüzey istenilen görüntü performansına tam anlamıyla ulaşmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kataforez kaplama, Demir Fosfat, Çinko Fosfat.

SUMMARY

The plating and painting are applied to metal surface to prevent corrosion. Pretreatment of metal surface is very important for efficiently painting. Cataphoresis coating is a process which provides the immersion of a component into a bath composed by water thinned paint which completely covers the surface of the immersed components through the current passage.

In this study, before the painting the best coating type which called us cataphoresis applied; and at the end of application the reasons of the problems roughness and lusterless on the horizontal surface has been investigated. At the end of the research is found a problem due to much more soluble iron and phosphate in the bath. Although; there are too much parameters which effect coating; it has been determined that high level of iron and phosphate in the bath cause to surface problems issues. To decrease amount of iron and phosphate magnet and filter installed, overflowing in rinse baths, and run down time of phosphate parts increased etc. Some arrangements done. As result, amount of iron and phosphate in the cataphoresis bath decreased about %50. But; the surface did not achieve to requested image quality.

Keywords: Cataphoresis coating, ferrous phosphate, zinc phosphate.

TEŞEKKÜR

“Kataforez Kaplamada Yatay Yüzeylede Oluşan Görüntü Bozukluğu Nedenlerinin İncelenmesi” baőlıklı yüksek lisans tez çalıőmamın her aőamasında bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Belgin KARABACAKOğLU’na teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
2.KATAFOREZ PROSESİNİN ADIMLARI	3
2.1 Fosfatlama.....	3
2.1.1 Demir fosfat kaplama.....	3
2.1.2 Çinko fosfat kaplama.....	5
2.2 Kataforez.....	7
2.2.1 Kataforez banyo bileşenleri.....	7
2.2.1.1 <u>Katyonik polimer emülsiyon (reçine)</u>	7
2.2.1.2 <u>Solventler</u>	8
2.2.1.3 <u>Pigment pasta</u>	8
2.2.2 Elektro kimyasal reaksiyonlar.....	8
2.2.3 Kataforez tesisi genel görünümü.....	9
2.2.3.1 <u>Banyo sirkülasyon ve filtrasyon ünitesi</u>	10
2.2.3.2 <u>Anolit sirkülasyon sistemi</u>	11
2.2.3.3 <u>Yıkama bölgesi</u>	11
2.2.3.4 <u>Ultrafiltrasyon ünitesi</u>	11
2.2.3.5 <u>Redresör</u>	12
2.2.3.6 <u>Elektrodlar</u>	12
2.3 Fırın.....	12

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3. KATAFOREZ KAPLAMAYI ETKİLEYEN PARAMETRELER.....	13
3.1 Film kalınlığını etkileyen parametreler.....	13
3.1.1 Voltaj.....	13
3.1.2 Banyo sıcaklığı.....	13
3.1.3 Kaplama süresi	14
3.1.4 Katı, Kül ve P/B (Katının küle olan oranı).....	14
3.1.5 Kataforez banyosunda pH.....	14
3.1.6 Kataforez banyosunda iletkenlik ($1/\rho$).....	15
3.1.3 Kaplama süresi	15
3.2 Ultrafiltrat (UF) Ünitesine Etki Eden Parametreler.....	15
3.3 Penetrasyona Etki Eden Parametreler.....	16
3.4 Yatay Yüzeylerde Çökmelere Tane Oluşumuna Neden Olan Parametreler.....	16
3.5 Pürüzlülük, Pinhol, Kırışıklık Oluşumuna Neden Olan Parametreler.....	16
3.6 Krater Oluşumuna Neden Olan Parametreler.....	17
3.7 Parlaklık Sapması Oluşumuna Neden Olan Parametreler.....	17
3.8 Su İzleri ve Lekelerin Oluşumuna Neden Olan Parametreler.....	17
3.9 Tank Dibinde Çökmelere Neden Olan Parametreler.....	17
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	18
4.1 Kataforez Kaplama Hattının Açıklaması.....	18
4.2 Kataforez Hattında Yapılan Kimyasal Analizler.....	19
4.2.1 Yağ alma banyosunda yapılan analizler.....	19
4.2.2 Çinko fosfat banyosunda yapılan analizler.....	20
4.2.3 Aktivasyon banyosunda yapılan analizler.....	22
4.2.4 Kataforez banyosunda yapılan analizler.....	24
4.3 Hatalı Yüzeylerin İncelenmesi.....	27
4.3.1 Kataforez kaplamada görülen şekilsel hata türleri.....	28
4.3.2 Kataforez banyosunun kimyasal analizleri.....	30

İÇİNDEKİLER (devam)

5. SONUÇLAR.....	33
6. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Demir fosfat ile kaplanmış plaka.....	5
2.2	Çinko fosfat ile kaplanmış plaka.....	6
2.3	Kataforez kaplama mekanizmaları gösterimi.....	9
2.4	Kataforez tesisi genel görünümü.....	10
4.1	Kataforez tesisinin iş akış şeması.....	18
4.2	Kataforez hattının genel görünümü.....	23
4.3	Kataforez banyosunun genel görünümü.....	26
4.4	Yüzeyleri hatalı plakalar.....	27
4.5	Hatalı yüzeylerde görülen şekilsel hata türleri.....	28
4.6	Hatalı plakaların mikroskop görüntüleri.....	29
5.1	Demir talaşları toplamış mıknaş görünümü.....	34
5.2	Yeni yapılan filtreleme sistemi.....	34
5.3	Çinko fosfat hattı filtreleme sistemi.....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
4.1	Çinko fosfat hattındaki banyo analizleri.....	24
4.2	Kataforez banyo numuneleri çözülmüş fosfat ve demir değerleri.....	30
4.3	Kataforez banyo numuneleri analiz değerleri.....	30

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklamalar</u>
DI	Deiyonize su
ED	Kataforez tankı
KTL	Kataforez
L	Katot anot arası uzaklık
N	Normalite
Ohm	Direnç
PPH	Fenoksiproponal
P/B	Katı kül oranı
t	Banyo sıcaklığı
T	Kaplama sıcaklığı
UF	Ultrafiltrat
V	Voltaj
1/ρ	İletkenlik

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Metal malzemelerin korozyondan korunması amacı ile yapılan başlıca işlemler kaplama ve boya uygulamasıdır. Metallerin yüzeylerine çeşitli tipte kaplamalar yapmadan önce metal yüzeylerin yağ ve tuz gibi kirlere, oksit katmanları ve pas gibi oksitlerden temizlenmeleri gerekir. Ayrıca yüzeye söz konusu işleme uygun olacak bir parlatma gerektirebilir. Bu ön işlem özellikle elektrolitik kaplama ve emaye işlemlerinde çok önemlidir (Üneri, 1998).

Boya öncesi yapılan bu temizleme, kaplama işlemlerinin genel adı yüzey işlemler teknolojisi olarak kullanılır. Boya öncesi yapılan bu temizleme/kaplama türleri demir fosfat, çinko fosfat, kataforez ve otoforatik (ACC) olarak dört grupta toplanmaktadır.

Fosfatlama işlemleri olarak da bilinen demir fosfat ve çinko fosfat kaplama işlemlerinin amacı boyanın metal yüzeye en iyi şekilde tutunmasını sağlamaktır. Çinko fosfat uygulaması ile boya tutunmasında mükemmellik sağlanırken, çinko kaplı yüzeylerde mangan ve nikel bulunması nedeniyle de korozyon direnci daha yüksektir. Diğer bir özelliği ise kataforez boya ile çok iyi bir uyum göstermesidir.

Kataforez, elektrokimya prensplerine dayanarak yapılan su bazlı astar boya kaplamasıdır. Karmaşık geometrili metal parçaların boyanarak korozyondan korunması için çok etkili bir yöntemdir ve son yıllarda kullanımı otomobilden başka sektörlerde de yaygınlaşmıştır. Otomobil gövdelerinde tartışmasız olarak kullanılan elektro kaplamalar son yıllarda; jant, buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi ve radyatör üretimlerinde de kullanıma girmiştir. Kataforez kaplama, çinko fosfat kaplama ile beraber uygulandığında korozyon direnci çok yüksek olmaktadır.

Kataforez kaplama yıllardan beri bir numara olmasına rağmen geliştirilmekte ve hala araştırılmaktadır. İlk kurşunsuz kataforez kaplama sistemleri 1990'lerde piyasaya sürülmüştür (Kimberger, 1991, Oberfalche, 1991). Bu sistemlerde uçucu organik bileşenler azaltılmış ve yeni sistemde kürlenme sıcaklığı düşürülmüştür. 21. yy başında

otomotiv sektöründe korozyonu önleyici kataforez kaplama üzerine kullanılan boyalar epoksi bazlı maddelerdir. (Lagual et al, 1994, Hacck and Holubka, 2000). Son zamanlarda Kawanami ve grubu düşük uçucu organik bileşenli ürünler, çevresel zararları minimize etmiş yeni kompozisyonlar çalışmışlar ve rapor etmişlerdir (Kawanami et al., 2000).

Otoforez ise kimyasal aşınma yoluyla gerçekleşen çevre standartlarına daha uygun kaplama türüdür. 1990'lı yıllarda polimer teknolojisinin gelişmesiyle otoforatik kaplamada çalışmalar hızlanmıştır. ABD, Japonya, Kanada, Meksika, Arjantin gibi önemli ticari gelişmeler yapan ülkeler Avrupa'da bu tekniğin gelişmesine sebep olmuştur. 1995 yılında ilk defa Avrupa'da dört otoforatik kaplama tesisi kurulmuştur (Cushard,1994). Ulaşılan uluslararası teknoloji seviyesiyle otoforatik kaplama otomobil gövde kaplamasında henüz kullanılmamaktadır. Buna rağmen otomotiv iç detay ve hafif parçalarında kullanılmaktadır (Thomas, 1996). Otomotiv sektöründe otoforatik kaplamanın kullanım alanları: koltuk, ray parçaları, süspansiyon, fren parçaları, kelepçe, pedal setleri, hava boruları, spiral yaylar, motor parçaları, süspansiyon parçaları v.b şeklindedir (Almeida, et al., 2003).

Kataforez, çinko fosfat, demir fosfat ve otoforez kaplamalarını performans yönünden kıyaslırsak tuz testi dayanımı en yüksek olan kataforezdir. Otoforatik kaplama kataforez kaplamaya benzer özellik gösterir. Birbirlerinden farkları ise; kataforez kaplama elektroliz yolu ile gerçekleşir, otoforatik kaplama ise kimyasal aşınma yolu ile olur. Kataforez kaplamanın tuz testi direnci otoforatik kaplamaya oranla daha iyidir (Almeida, et al., 2003).

Kataforez kaplamayla bütün otomobil gövdelerinin korozyona karşı korunması sağlanmaktadır (Almeida, 2000). Bunun yanı sıra, diğer otomotiv parçaları ise genelde otoforatik kaplama ile kaplanır (www.anochrome.co.uk).

Bu çalışmada kataforez kaplama tesisinde kaplama işlemi sonucunda malzemelerin yüzeyinde oluşan matlaşma ve pürüzlülük problemlerinin kaynağı ve bunların giderilmesine yönelik iyileştirme yöntemleri araştırılmıştır.

BÖLÜM 2

KATAFOREZ PROSESİNİN ADIMLARI

Kataforez kaplama prosesi; fosfatlama işlemi, kataforez kaplama ve fırınlama aşamalarından oluşur.

2.1 Fosfatlama

Kataforez kaplama işleminin ilk basamağı fosfat kaplamadır. Fosfat kaplama işlemi gerçekleşmeden kataforez kaplama işlemi de gerçekleştirilemez.

Fosfat kaplamalar metal yüzey ve boya arasında koruyucu tabaka oluşturmak, boyalı metal yüzeyde korozyon direncini artırmak, boya yapışma performansını artırmak ve çıplak metal yüzeylerde korozyon performansını artırmak için kullanılır.

Fosfat kaplama demir fosfat kaplama ve çinko fosfat kaplama olarak iki çeşittir. Mangan fosfat kaplama olarak adlandırılan başka bir kaplama işlemi vardır fakat bu işlem boya öncesi yüzey hazırlama amaçlı kullanılmaz. Mangan fosfat daha çok dişli parçalarda veya sürtünmeye maruz kalan bölgelerde yapılan kaplama işlemidir.

2.1.1 Demir fosfat kaplama

Demir fosfat kaplama boyanın yüzeye tutunmasını sağlar. Çinko fosfat kaplamaya göre tuz testi direnci daha düşüktür. Demir fosfat kaplama üzerine ve çinko fosfat kaplama üzerine kataforez uygulaması yapılabilir. Demir fosfat üzerine kataforez kaplamanın tuz testi direnci çinko fosfat üzerine kataforez kaplamanın tuz testi direncinden daha düşüktür. Tuz testi direncinde performansı belirleyen kataforez kaplamanın altındaki fosfat kaplamadır. Demir fosfat uygulamaları genellikle panel radyatör firmaları tarafından kullanılmaktadır. Kaplamanın rengi genellikle mavi ile sarı arasında değişmektedir. Şekil 2.1’de demir fosfat ile kaplanmış bir plaka gösterilmiştir.

Kaplama ağırlığı daldırma banyolarda 0,5 – 1,0 g / m², püskürtme banyolarda ise 0,2 – 0,5 g / m² dir.

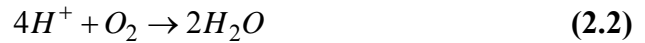
Demir fosfat kaplanırken dikkate alınacak parametreler pH, sıcaklık, toplam asit ve süredir.

Demir fosfat kaplamada gerçekleşen oluşum reaksiyonları aşağıdaki gibidir (Türk Henkel, 2003, 2004).

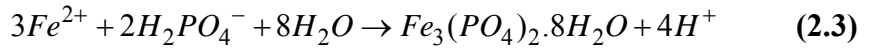
Başlangıç reaksiyonu



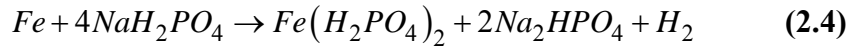
Depolarizasyon



Tabaka oluşumu



Aşındırma reaksiyonu



Tabaka oluşumu





Şekil 2.1. Demir fosfat ile kaplanmış plaka

2.1.2 Çinko fosfat kaplama

Çinko fosfatın tuz testi direnci demir fosfata göre yüksektir. (Yaş boya ile birlikte 450-500 saat tuz testi, toz boya ile birlikte 800 saat kadar tuz testi dayanımı verebilir). Daldırma ve püskürtme olarak uygulanabilir. Çinkofosfat banyosu fosfat çamurunu yoğun bir şekilde üretmektedir. Banyolardaki ideal çamur oluşumu 5 g/ m^2 dir. Kaplama ağırlığı $2 - 40 \text{ g/ m}^2$ dir.

Çinkofosfat banyolarında kontrol edilmesi gereken parametreler sıcaklık, toplam asit, serbest asit ve hızlandırıcı değerleridir. Şekil 2.2'de çinko fosfat ile kaplanmış bir plaka gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Çinko fosfat ile kaplanmış plaka

Banyo içerisindeki kontrol parametrelerinin dağılımı aşağıdaki gibidir;

Serbest asit : H^+

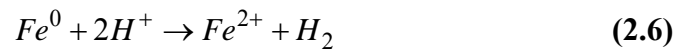
Toplam asit : H^+ , Çinko (Zn^{2+}), Nikel (Ni^{2+}), Manganez (Mn^{2+}), Fosfat (PO_4^{3-})

Hızlandırıcı: NO_2^-

Diğer : F^- , SiF_6^- , Fe^{2+} , NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-

Çinko fosfat kaplamanın oluşum reaksiyonları aşağıdaki gibidir (Türk Henkel, 2003, 2004);

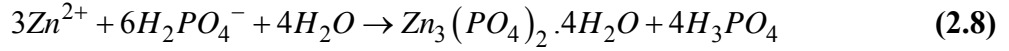
Aşındırma Reaksiyonu



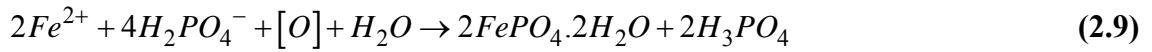
Depolarizasyon



Kaplama Oluşumu (Toplam asit)



Çamur Oluşumu (Hızlandırıcı)



2.2 Kataforez

Su içerisinde süspansiyon olmuş boya partiküllerinin bir elektrik alanı altında iletken metal malzemeler üzerinde çöktürülerek boya filmi oluşturulması işlemidir. İletken özellik gösteren tüm yüzeylere kaplama yapar. Tuz testi direnci oldukça yüksektir. Çinko fosfat üzerine yaklaşık 20 mikron civarında yapılan kaplama işlemi ile 1000 saat tuz testi değerleri vermektedir.

Genellikle otomotivde, kamyon şasi ve kasalarında, tarım ve iş makinelerinde, beyaz eşyada, radyatör, klima v.b alanlarda kullanılmaktadır.

2.2.1 Kataforez banyo bileşenleri

Kataforez banyosu içerisinde % 80-90 Deiyonize su , %1-10 Pigment, %10-15 Reçine ve diğer bileşenler (solventler) %1-5 arasında yer almaktadır (Değerler PPG firmasının ürünlerine göre verilmiştir).

2.2.1.1 Katyonik polimer emülsiyon (Reçine)

Reçine polimer karışımlarından oluşur. Yüksek korozyon direncini epoksi bazlı olanları verir. Reçine kaplamanın yapılabilmesi için reaksiyonu başlatır. Kaplamaya elastiklik ve direnç verir.

2.2.1.2 Solventler

Butil Glikol ve Fenoksipropanol (PPH) Reçinelerin sulu ortama uyumlarını sağlar, film yayılmasını ve kalınlığını kontrol eder. Butil Glikol'ün banyo içerisindeki miktarı: % 0.5-1.0, PPH'ın banyo içerisindeki miktarı: % 0.1-0.5' dir.

2.2.1.3 Pigment pasta

Pigment pasta özel reçineler, renk veren pigmentler ve dolguların karışımıdır. Kaplamanın rengini verir, direncini artırır. İçerdiği dolgular sistemi pasive ederek korur.

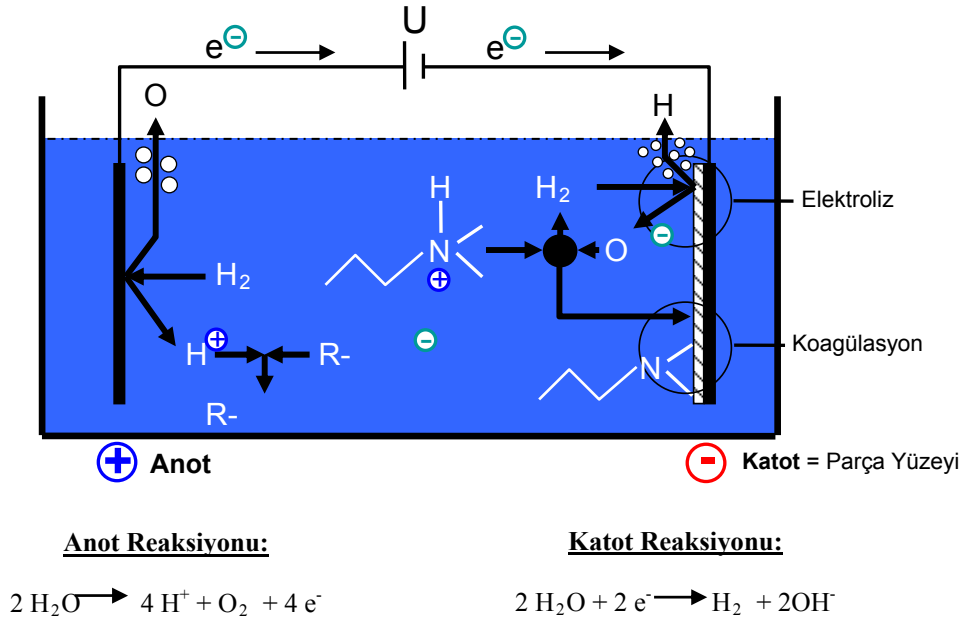
Pigment ve dolgular boya reçineleri tarafından çözilemeyen, oldukça ince işlenmiş katı parçacıklardır.

Pigment ve dolgular boya reçineleri tarafından solventler ve çeşitli yardımcıları desteği ile kaplanırlar/sarılırlar.

2.2.2 Elektro kimyasal reaksiyonlar

Katoferez kaplama mekanizmaları Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Katofores banyosunda anotta O_2 katotta H_2 gazı açığa çıkar. Anotta H^+ oluşurken asit reaksiyonu meydana gelir, Katotta OH^- ile alkali reaksiyon oluşur. Anotta açığa çıkan hidrojen iyonu ile negatif yüklü asit grubu reaksiyona girerek asit oluşturur. Oluşan bu asit anolit sistemi vasıtası ile ortamdan uzaklaştırılır. Pozitif yüklü boya partikülleri katoda doğru harekete geçer ve OH^- iyonları ile reaksiyona girerek kaplanacak yüzey üzerinde koagüle olmaya başlar. Sarf edilen boya yerine bağlayıcı ve pasta ilavesi yapılır.

Ürün katot olarak kullanılır, voltaj uygulanır ve geçen akım Ohm yasası ile hesaplanır. Elektroliz işleminde su elektrotlarda dekompoze olur. Katot üzerinde alkali bir ortam oluşur.

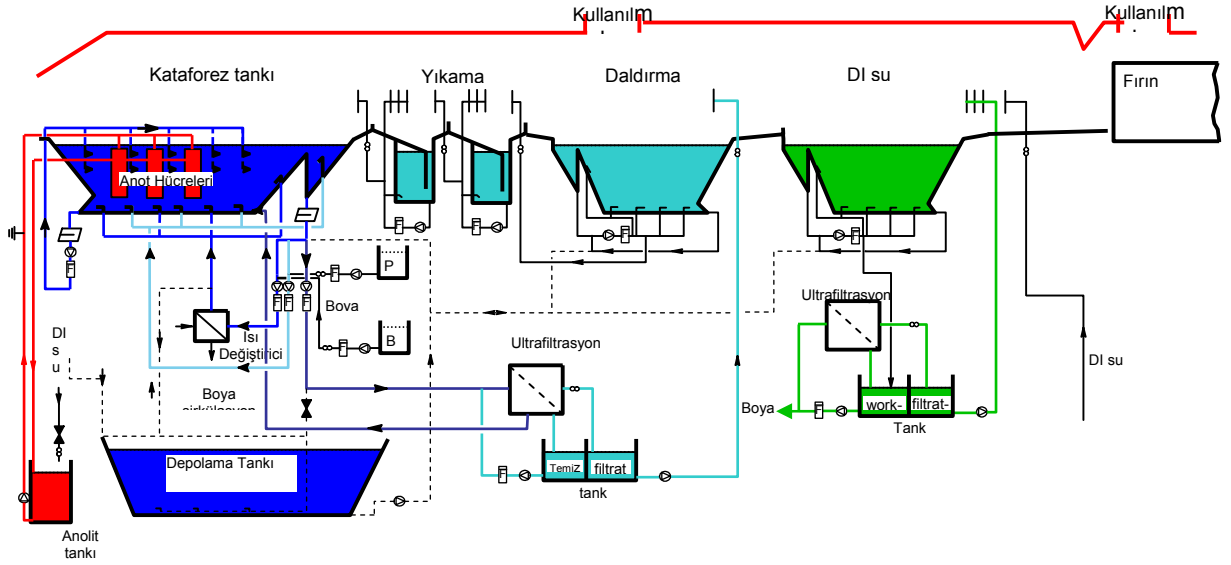


Şekil 2.3. Kataforez kaplama mekanizmaları gösterimi

Elektroforez işleminde boya partikülleri karşı yüklü elektroda doğru harekete geçerler. Koagülasyon işleminde boya partikülleri OH^- iyonları ile reaksiyona girer elektriksel yükünü kaybeder ve kaplanacak parça üzerine çökmeye başlarlar. Son olarak su, oluşan boya filmi içerisinden dışarıya atılır ve sert bir boya tabakası oluşur. Katot üzerindeki boya tabakasının artması ile birlikte elektrik akışı azalır ve kaplama işlemi sona erer. Kaplamanın süresi 3 dakikadır. 3 dakikadan sonra ürün 30 dakika 180°C fırında kürlenir (Almedia, et al., 2003).

2.2.3 Kataforez tesisi genel görünümü

Şekil 2.4 kataforez tesislerinin genel görünümünü göstermektedir. Tüm hatlar benzer mantıkta dizayn edilir.



Şekil 2.4. Kataborez tesisi genel görünümü

2.2.3.1 Boya sirkülasyon ve filtrasyon ünitesi

Boya sirkülasyonu tankın sürekli karıştırılmasını sağlayarak boyanın çökmesini önler, banyo malzemelerinin homojenizasyonunu sağlar. Boya sıcaklığının sabit tutulmasını sağlar. Kataborez banyoları sirkülasyon pompaları 7 gün 24 saat sürekli çalışmaları gerekmektedir. Aksi takdirde banyodaki boya çökerse tüm tank ve ekipmanlar kullanılmaz hale gelir.

Kırık veya yanlış yerleştirilmiş nozullar görüntü problemine ya da tank içinde ölü bölgelerin oluşmasına neden olabilir. Doğru çalışmayan bir pompa zayıf tank sirkülasyonu, köpük ve yüzey görünümünde bozulmalara neden olabilir. Aşırı sirkülasyon banyoda girdap oluşmasına ve parçaların tankın içine düşmesine neden olabilir.

Belirli periyotlar da banyo boşaltılıp, nozullar kontrol edilmeli, kırık olan veya yok olanlar yenisi ile değiştirilmeli, banyo içine düşen parçalar dışarı çıkartılmalıdır. Pompa hatlarını ve filtre kaplarını temiz tutmak sirkülasyon problemlerini önler.

Filtrasyon sistemi ise çevreden gelen toz ve pisliklerin tutulmasını sağlar , yüzey işlem ve kaynaktan taşınan tozları ayırır, katı ve sıvı yağlar gibi kirleticileri de ayırma işlemi yapar.

2.2.3.2 Anolit sirkülasyon sistemi

Anolit çözeltisinin seyreltilmesi ve reaksiyon sonucu açığa çıkan asidin tank dışına atılması işlemini gerçekleştirir. Anolit sisteminin çalışmaması durumunda boyanın pH değeri kritik değere kadar düşer. pH Asit içeriği iletkenlik değeri ölçülerek kontrol edilir. Yüksek iletkenlik durumunda boyanın pH değeri azalır. Düşük iletkenlik durumunda boyanın pH değeri artar. Anolit çözeltisinin seyreltme işlemi anolit tankına DI su alınarak gerçekleşir (iletkenlik değeri kontrolü sağlanır).

Boya banyosunun pH değerinin kontrol edilememesi, ince boya, yırtılma kaplama yapılamaması gibi problemler oluşturabilir. Olası problemler sıvı seviyesi kontrolü ile, iletken ölçerin doğru ölçüp ölçmediği ile, su girişinin düzgün çalışıp çalışmadığı kontrolü ile, anolit çıkış ve geri dönüşünün kontrolü ile sağlanır.

2.2.3.3 Yıkama bölgesi

Araç üzerinde elektriksel olarak tutunmayan boyanın uzaklaştırılmasını sağlar. Taşkan sistemi ile ED (Kataforez tankı) tankına boyanın geri akışı sağlanır. Yıkama işlemi yüzey hatalarının giderilmesini (Kurumuş köpük izleri, akmalar,damlamalar, toz, kir v.s) sağlar.

2.2.3.4 Ultrafiltrasyon ünitesi

Yıkama bölgesi için ultrafiltrat üretir. Boya banyosunun iletkenliğini kontrol etmeyi sağlar.

2.2.3.5 Redresör

Alternatif akımı doğru akıma çevirerek banyo içerisindeki elektrotlara elektrik yükü sağlar.

Yırtılma, pinhol, düzgün olmayan film kalınlığı dağılımı, kaplama olmaması redresör problemleridir. Redresör voltaj dalgalanmalarına karşı senede bir kez kontrol edilmelidir. Kaplama yapılan voltaj şartlarında dalgalanma %5'den fazla olmamalıdır. Voltaj ve Amperaj göstergeleri kalibrasyonu yapılmalıdır. Üretimin olmadığı durumlarda banyoya elektrik verilmemelidir.

2.2.3.6 Elektrotlar

Redresörden gelen elektriği boya banyosuna iletir. İnce boya, kaplama olmaması, yırtılma gibi problem yaratabilir. Problemleri önleme yolu ise, üç aylık periyotlarda anot aşınmasını (elektrot ağırlığı ve çektiği amper değeri kontrol edilerek) izlemektir. Anot içindeki anolit sirkülasyonu kontrol edilmeli ve kablo bağlantılarının düzgünlüğü kontrol edilmelidir. Her bir anotun amper çekişi kontrol edilerek anot performansı kontrol edilebilir. Minimum 4:1 katot anot oranı muhafaza edilmelidir. Bazı özel uygulamalar veya anotlar söz konusu olması durumunda anot katot oranı değiştirilebilir.

2.3 Fırın

Ürün kataforez kaplandıktan sonra mutlaka 165 °C yarım saat fırınlanmalıdır. Ürün fırında kürlenme işlemini tamamlar. Fırınlama işlemi yetersiz olursa boya yapışma problemleri olur. Pişme işlemi fazla olursa bu seferde ürün kırılabilir esnekliği azalır.

BÖLÜM 3

KATAFOREZ KAPLAMAYI ETKİLEYEN PARAMETRELER

Kataforez kaplama üzerinde parçaya uygulanan yüzey temizleme işlemleri, banyo bileşimi, işlem koşulları gibi birçok parametre etkilidir. Bu parametrelerin uygun olmayan değerleri kaplama kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

3.1 Film Kalınlığını Etkileyen Parametreler

Film kalınlığını etkileyen parametreler voltaj, pH, iletkenlik, banyo sıcaklığı, anot/katot oranı arasındaki uzaklık ve besleme miktarı olarak verilebilir (Akmaz, 2007):

3.1.1 Voltaj

Voltaj gerektiği zaman değiştirilebilen bir parametredir ve film kalınlığını çok hızlı bir şekilde etkiler. Yüksek voltajlarda yapılan kaplamalarda “Film yırtılması” görülmüştür; çok yüksek elektriksel alan oluşur ve su kuvvetli bir şekilde elektrolize olur dolayısıyla hidrojen gazı çıkışı artar; katot üzerine düzensiz, kontrolsüz kaplama gerçekleşir. Yüzey alanı arttıkça voltajı yükseltmek gerekir. Voltaj arttıkça kalınlıkta artar.

3.1.2 Banyo Sıcaklığı

Banyo stabilitesi için banyo sıcaklığı kontrol altındadır. Banyo sıcaklığı 28-35 °C arasından kataforez tipine göre değişir. Yüksek sıcaklıklar Ultrafiltrat (UF) Modülü için tehlikelidir. Düşük sıcaklıklar film kalınlığını etkiler ve banyo çözünürlüğünü azaltır. Sıcaklık arttıkça kaplama kalınlığı da artar.

3.1.3 Kaplama süresi

Kaplama süresi konveyör hızına bağlıdır. Genel olarak kaplama süresi 2-4 dakika arasındadır. Konveyör hızı çok yavaş/hızlı olan tesislerde voltaj ile kalınlık ayarlanabilir. Kaplama süresi (t) ile doğru orantılıdır. Süre arttıkça kaplamanın kalınlığı da artar.

3.1.4 Katı, Kül ve P/B (Katının küle olan oranı)

Kaplama yapılması sonucunda banyoda reçine ve pigment pasta miktarlarında azalma olacaktır. P/B oranı göz önüne alınarak tank beslemeleri yapılır. P/B oranının az veya çok olması, kaplamanın yayılmasını etkiler. Kaplama esnasında reçine tarafından sarılan pigmentler yüzeye çökerler. Kaplama içindeki pigment-reçine oranı banyo içindekinden yüksektir. Banyonun verilen P/B limitleri içinde çalışması çok önemlidir; yüksek P/B oranları yüzeyde tozlanmalara, düşük P/B oranları ise yüzeyde açılmalara/deliklenmelere neden olur. Katı, kül ve katı kül oranı (P/B) ile film kalınlığı doğru orantılıdır. Miktarlar arttıkça kaplama kalınlığı da artar.

3.1.5 Kataforez banyosunda pH

Kataforez tankının günde en az iki kere pH ölçümü yapılmalıdır. Pigment pasta ve reçine ilavelerinin sonucunda tank pH değeri yükselir. Asit ilavesi ile pH istenilen aralığa çekilir. Düşük pH durumlarında anolit tankından bir miktar anolit sıvısı atılır ve atılan miktar kadar DI su ilavesi yapılır. pH ortamın asitlik derecesidir. Boyanın stabilitesini gösterir. Kataforez banyosunda pH 5.7 - 6.0 aralığındadır. pH değeri yükseldiği zaman reçine çözünürlüğü azalır ve emülsiyonun stabilitesi bozularak boyanın tank içinde, filtrelerde ve membranlarda topaklanmasına neden olur. pH değeri düştüğü zaman ise borularda meydana gelen korozyon ortama demir iyonları verilmesine neden olur. Membranlarda tıkanmalara neden olur. Kataforez sisteminin pH' a bu kadar bağlı olma nedeni, reaksiyon sırasında katot yüzeyi üzerinde Hidroksil grupları (OH⁻) oluşur ve pH yükselir böylece topaklanan boya yüzeye çökerek yapışır.

3.1.6 Kataforez banyosunda iletkenlik ($1/\rho$)

Boyanın iletkenliği, boyanın akımı geçirme gücünü gösterir. Kaplama kalınlığını etkiler. alışan bir banyoda iletkenlik, ortaya çıkan çözünür tuzlar, polarize solventler ve asitler nedeniyle hep yükselme eğilimindedir. İletkenlik, sistemden asit iyonlarının uzaklaştırılması veya UF atılmaları ile dengelenir. Banyonun iletkenliğini değiştirmek için solvent miktarı yükseltilir veya katyonik gruplar (NH^+) artırılır veya banyo sıcaklığı yükseltilir. İletkenlik arttıa kaplama kalınlığı artar.

3.2 Ultrafiltrat (UF) Ünitesine Etki Eden Parametreler

İlk UF modülü PPG tarafından tasarlanmıştır. Basınc farkına göre çalışır. UF sıvısı DI su, solventler, düşük molekül ağırlıklı reçineler (max.1000) ve çözünebilir tuzlardan oluşur. UF katı madde oranı yaklaşık % 0,5 kadardır. pH değerı kataforez banyo pH değerinden biraz düşüktür. Banyo 6,0 pH değerine sahip ise, UF sıvısı da 5,8 civarında bir pH vardır. Bunun nedeni bazik grupların membranlar tarafından tutulmasıdır. Membran yüzeylerinde zamanla tıkanmalar meydana gelir. Yapılan rejenerasyon işlemleri ile yüzeyler tekrar açılır.

Banyo sıcaklığı, kirlilik, çözücü miktarı, banyo katısı ve pH değerleri UF verimini etkilemektedir.

Kirlilik: Banyonun çeşitli nedenlerle (konveyör, fosfat taşınması, ortam havası...) kirlenmesi olayıdır ve UF debisini düşürür.

Banyo Sıcaklığı: Banyo viskozitesi su viskozitesine çok yakındır. Viskozite sıcaklığı bağlı olarak değeriler, dolayısıyla debi oranı da sıcaklığa bağlı olarak değeriler. Banyo için 10 °C değerim % 2,5-3,0 kadar UF debisini değeritirir.

Banyo Katısı: Banyo katısının artması, membran yüzeyinde birikmelerin de artmasına neden olacaktır. Katıda % 1 oranında bir artış debide % 2-6 arasında düşüşe neden olacaktır.

Solvent Miktarı: Düşük solvent oranlarında çalışmak debide düşüşe neden olacaktır.

pH Etkisi: Debi pH düşükçe artar. Rejenerasyon işleminin cevap vermediği ve membran değişimlerinin yapılamadığı durumlarda pH alt limitte tutularak üretim yapılabilir.

3.3 Penetrasyona Etki Eden Parametreler

Voltaj, solvent miktarı, anot bağlantıları, anotlarda korozyon oluşumu , banyo iletkenliği, anotlara parçanın uzaklığı, fosfat hattında değişmeler, banyo karışımı, P/B oranı, konveyör durmaları, katı miktarı, sıcaklık, dalma/kaplama süresi, pH, tank içine düşmüş parçalar, tank izolasyonunda bozulmalar penetrasyondaki problemlere neden olmaktadır.

3.4 Yatay Yüzeylerde Çökmelere Tane Oluşumuna Neden Olan Parametreler

Zayıf tank karışımı, tank içine veya yıkamalarda kirlenme, fırın içinde kirlilik, tank yüzeyinde yüksek oranda köpük, yüksek P/B oranı, yetersiz yüzey temizliği, yüksek pH, düşük solvent, konveyör duruşları, yüzeyde farklı metal grupları, hızlı/yetersiz/yanlış beslemeler sonucunda parçaların yatay yüzeylerinde çökmeler taneler oluşmaktadır.

3.5 Pürüzlülük, Pinhol, Kırıksıklık Oluşumuna Neden Olan Parametreler

Yüksek banyo iletkenliği, tank içine veya yıkamalarda kirlenme, yüksek P/B oranı, yetersiz yüzey temizliği, düşük solvent, düşük metal kalitesi malzemelerin yüzeyinde pinhol ve pürüzlülük oluşturmaktadır.

3.6 Krater Oluşumuna Neden Olan Parametreler

Parçaların üzerinde yağ kalmışsa, son yıkamada/banyoda yağ köpük kalmışsa gövdeye sıkışan hava kabarcıkları, fosfat hattında bakteri kaplamada krater oluşmasına neden olur.

3.7 Parlaklık Sapması Oluşumuna Neden Olan Parametreler

P/B(Katının küle olan oranı) oranı, fırın sıcaklığı, solvent miktarı, yetersiz yüzey temizliği, metal kalınlığı, metal pürüzlülüğü, konveyör duruşları, düşük film kalınlığı, fırın sıcaklığı, yüksek iletkenlik, yetersiz yüzey temizliği, metal kalitesi olması gereken limit değerlerinin dışında ise parlaklığın artmasına veya azalmasına neden olur.

3.8 Su İzleri ve Lekelerin Oluşumuna Neden Olan Parametreler

Konveyör ve kancalardan damlamalar, banyoda/yıkamalarda düşük solvent, yetersiz yüzey temizliği , fosfat son yıkama yetersizliği, tank ile ilk yıkama arasında kuruma, konveyör duruşları, yüksek P/B

3.9 Tank Dibinde Çökmelere Neden Olan Parametreler

Tank içine düşen parçalar, kırık nozul/borular, yetersiz banyo karışımı , ayarsız pompa çıkışları, düşük solvent miktarı, pompaların bir süre durması, yüksek P/B değeri, yüksek pH değerleri, banyo içerisinde özellikler dip, köşe kısımlarda boya çökmesine neden olmaktadır.

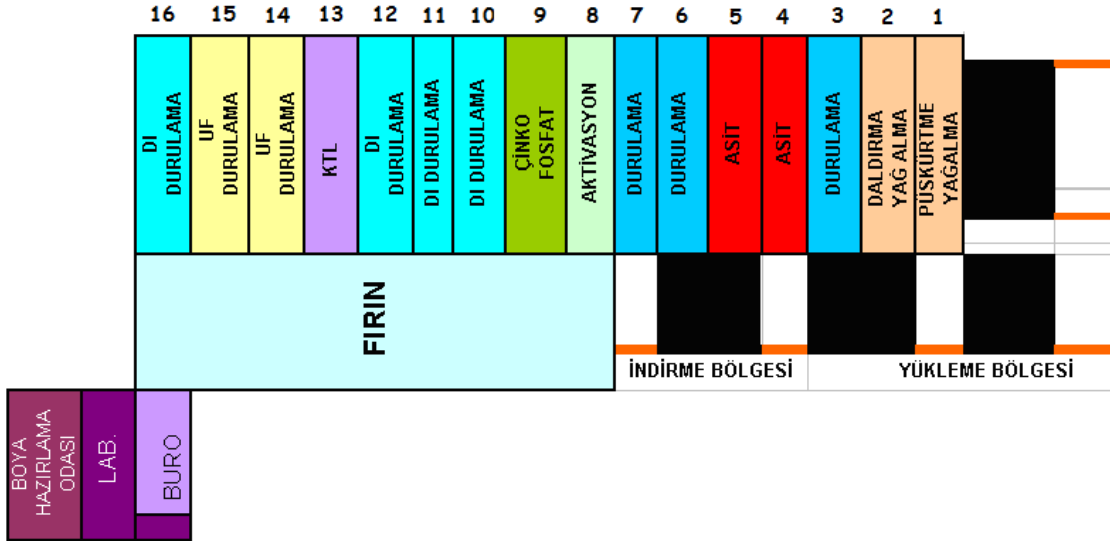
BÖLÜM 4

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalar, bir kataforez kaplama hattında işlem gören parçaların yüzeylerinde oluşan matlaşma ve pürüzlülük problemlerinin nedenleri ve problemin azaltılmasına yöneliktir.

4.1 Kataforez Kaplama Hattının Açıklaması

Şekil 4.1’de numunelerin alındığı ve testlerin yapıldığı kataforez tesisinin iş akış şeması görülmektedir. Ayrıca Şekil 4.2 de kataforez tesisinin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 4.1. Kataforez tesisinin iş akış şeması

Akış şemasında çinko fosfat banyosu ve ardından gelen üç adet durulama banyoları çinko fosfat kaplama prosesini oluşturur. Yağ alma banyoları parçanın üzerindeki yağ ve tozun alınmasını sağlar ardından gelen durulama banyosu parçanın üzerinde kalan yağ alma kimyasalının arındırılmasını gerçekleştirir. Asit banyolarında parçanın üzerinde oluşmuş olan pasın ve tufalin alınması sağlanır. Arkasından gelen durulamalarda ise parçanın üzerinde kalan asitin temizlenmesi sağlanır. Asitleme

işleminde sonra parçanın yüzeyi korozyona açık hale gelir. Aktivasyon banyosu ile açılan bu yüzeye çinko fosfat kaplamanın daha iyi oluşması için kristallenme tabakası oluşur ve takip eden fosfat banyosu ile kaplama işlemi gerçekleşir. Fosfattan sonraki durulamalarda ise kaplama esnasında gevşek kalan fosfat tabakasının alınması sağlanır. 12. banyodan sonraki toplam dört adet banyo ise kataforez kaplamanın gerçekleştiği banyolardandır. 13. Banyo kataforez kaplama işleminin gerçekleştiği banyodur. 14., 15., 16. banyolar ise gevşek kalan kataforez kaplamaların alınmasını sağlayan durulama banyolarıdır. 13, 14 ve 15 nolu banyolar birbirine kaskat sistemi ile çalışır. Bu şekilde çalışmasının amacı kataforez kimyasalının geri kazanımıdır.

Kataforez hattında KTL(kataforez), çinko fosfat, aktivasyon ve yağ alma banyolarında ölçülen parametreler ve nasıl ölçüldükleri izleyen bölümlerde açıklanmıştır.

4.2 Kataforez Hattında Yapılan Kimyasal Analizler

Kataforez hattında mevcut kimyasal banyoların özellikleri ve analiz yöntemleri verilmiştir.

4.2.1 Yağ alma banyosunda yapılan analizler

Kaplama hattında yer alan yağ alma banyosunun özellikleri aşağıdaki gibidir:

Banyo hacmi: 27,5 m³

Banyo zamanı: 5 – 10 dakika

Banyo sıcaklığı: 40°C – 80°C

Konsantrasyon: Ridosol 1561 %0,1

Ridoline C-72 % 0,7-1,5

pH : 11 – 13

Serbest Alkalite : 8 -16 mL

Banyo Değiştirme Periyodu: Ayda bir kez tedarikçi firma tarafından numune alınır ve gönderilen analiz raporlarındaki toplam yağ miktarına göre banyo değiştirilir. (Toplam yağ miktarı :Max : 5000 ppm).

Banyo Hazırlama: Banyo hacminin üçte biri su ile doldurulur. Banyo doldurulduktan sonra istenilen sıcaklığa getirilir. Banyoya 100 kg Ridoline C-72, 10 kg Ridosol 1561 ilave edilir. Daha sonra banyo analizi yapılır. Serbest Alkalite (8 -16) mL arasında, pH (11 -13) arasında olmalıdır.

Analiz Metotları

Yağ Alma Banyosunda Serbest Alkalite Tayini: 10 mL banyo numunesi 250 mL'lik erlene alınır. Üzerine 50 mL saf su ilave edilir. Bunun üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Daha sonra 0,1 N HCl ile renk değişimi oluncaya kadar titre edilir. Sarf edilen miktar (mL) serbest alkalite değerini belirtir. 1 tonluk banyoya 0,9 kg Ridoline C-72 ilavesi serbest alkalite değerini 1 mL arttırır.

Sıcaklık Kontrolü: Sıcaklık 40 - 80 °C arasında olmalıdır. Isıtma sistemi otomatik olarak çalışmaktadır. Sistem ısındığı zaman üç yollu vana ısıtmayı kapatmakta sistem soğuduğı zaman ise vanayı açmaktadır.

pH kontrolü: pH 11 – 13 arasında olmalıdır. pH kontrollü kalibrasyonu yapılmış pH metre cihazı ile yapılmalıdır.

4.2.2 Çinko fosfat banyosunda yapılan analizler

Kaplama hattında yer alan çinko fosfat banyosunun özellikleri ve analiz yöntemleri verilmiştir.

Kaplama hattındaki çinko fosfat banyosunun özellikleri aşağıdaki gibidir:

Banyo hacmi: 30 m³

Banyo zamanı: 2 -10 dakika arasında

Banyo sıcaklığı: 48°C – 55°C

Konsantrasyon: Granodine 9520 MAR - % 4,8

Neutralizer 4055 - % 4,5

Toner 131 - % 0,6

Serbest Asit : 0,6 -1 mL

Toplam Asit : 20 - 26 mL

Hızlandırıcı : 1,5 – 2,5 mL

Banyo Değişirme Periyodu: Banyo herhangi bir kimyasal kirlenme olmadıkça değişmiyor.

Banyo Hazırlama: Banyo hacminin 26,5 tonu su ile doldurulur. Banyoya 1272 kg Granodine 9520 MAR , 1193 kg Neutralizer 4055 ve 15,9 kg Toner 131 ilave edilir. Daha sonra banyo analizi yapılır. Toplam Asit (20 -26) mL arasında, Serbest Asit (0,6-1) ml, Hızlandırıcı (1,5-2,5) arasında olmalıdır.

Analiz Metotları

Fosfat Banyosunda Toplam Asit Tayini: 10 ml banyo numunesi 250 mL'lik erlene alınır. Üzerine 50 mL saf su ilave edilir. 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Daha sonra 0,1 N NaOH ile renk değişimi oluncaya kadar titre edilir. Sarf edilen miktar (mL) toplam asit değerini belirtir. Banyoya 2 kg Granodine 958 CF/6 ilavesi toplam asit değerini 1mL arttırır. 26.5 tonluk banyoya 53 kg Granodine 958 CF/6 ilave edilir.

Fosfat Banyosunda Serbest Asit Tayini: 10 ml banyo numunesi 250 mL'lik erlene alınır. Üzerine 50 mL saf su ilave edilir. Bunun üzerine 2-3 damla brom kresol / metiloranj indikatörü damlatılır. Daha sonra 0,1 N NaOH ile renk değişimi oluncaya kadar titre edilir. Sarf edilen miktar (mL) Serbest Asit değerini belirtir. 1 tonluk banyoya 1,5 kg Granodine 958 CF/6 ilavesi serbest asit değerini 0.05 mL arttırır. 1 tonluk banyoya 0,4 kg Neutralizer 4055 ilavesi serbest asit değerini 0.1 mL azaltır. 26.5 tonluk banyoya 40 kg Granodine 958 CF/6 ilavesi serbest asit değerini 0.05 mL arttırır. 26.5 tonluk banyoya 10.6 kg Neutralizer 4055 ilavesi serbest asit değerini 0.1 mL azaltır.

Fosfat Banyosunda Hızlandırıcı Tayini: Sakrometre içerisine içinde hava kalmayacak şekilde banyo numunesi ile doldurulur. Bir çay kasığı toz seklindeki Amidosulfonik asit eklenir. Bir süre bekleddikten sonra (Reaksiyon bitene kadar) sakrometredeki değeri okunur. 1 tonluk banyoya 0,3 kg Toner 131 ilavesi eklenirse hızlandırıcı değeri 1 nokta arttırır. 26.5 tonluk banyoya 7.95 kg Toner 131 ilavesi eklenirse hızlandırıcı değeri 1 nokta arttırır.

Sıcaklık kontrolü: Sıcaklık 48-55 °C arasında olmalıdır. Isıtma sistemi otomatik olarak çalışmaktadır. Sistem ısındığı zaman üç yollu vana ısıtmayı kapatmakta sistem soğuduğu zaman ise vanayı açmaktadır.

4.2.3 Aktivasyon banyosunda yapılan analizler

Kaplama hattında yer aktivasyon banyosunun özellikleri ve analizleri aşağıda yer almaktadır.

Banyo hacmi: 33 m³

Banyo zamanı: 1 dakika

Banyo sıcaklığı: Max 30°C

Konsantrasyon: Fixodine 18 TO %0.1

pH: 8,5 – 9,5

Toplam Alkalite : 1,5 - 2,5 mL

Banyo Değişirme Periyodu: Haftada bir kez.

Banyo Hazırlama: Banyo hacminin 29,7 tonu DI su veya sebeke suyu ile doldurulur. Banyoya 29,7 kg Fixodine 18 TO ilave edilir. Daha sonra banyo analizi yapılır. Toplam Alkalite (1,5 - 2,5) arasında, pH (8,5 - 9,5) arasında olmalıdır.

Analiz Metotları

Aktivasyon Banyosunda Toplam Alkalite Tayini: 10 mL banyo numunesi 250 mL'lik erlene alınır. Üzerine 3 - 5 damla bromkresol / metil oranj indikatörü damlatılır. Sonra

0,1 N HCl ile renk değisimi oluncaya kadar titre edilir. Sarf edilen miktar (mL) toplam alkalite değerini belirtir. 1 tonluk banyoya 0.5 kg Fixodine 18 TO ilavesi serbest alkalite değerini 0,1 mL arttırır. 29.7 tonluk banyoya 15 kg Fixodine 18 TO ilave edilir.

pH Kontrolü: pH 8.5-9.5 arasında olmalıdır. pH değeri yüksek ise DI su ilave edilerek değer dsrlebilir. Eğer istenilen değerden düsük ise Fixodine 18 TO ilavesi yapılır. pH kontrollü kalibrasyonu yapılmış pH metre cihazı ile yapılmalıdır .



şekil 4.2. Kataforez hattının genel görünümü

Çizelge 4.1. Çinko fosfat hattındaki banyo analizleri.

Sprey Yağ Alma Banyosu	Ölçüm parametresi	Standart Değer	28.07.2009	27.08.2009	17.09.2009	13.10.2009	19.10.2009	04.11.2009	17.11.2009	03.12.2009	15.12.2009	18.12.2009
	Serbest alkalite	(8 - 16) mL	8.5	9	11	9	10	11	11	12	13	12.5
	Sıcaklık	50 - 70 °C	55	53	54	51	54	57	59	55	54	53
	pH	(11 - 13)	12	11	12	12	13	12.5	12	11	12	11.8
Daldırma Yağ Alma Banyosu	Ölçüm parametresi											
	Serbest alkalite	(8 - 16) mL	13	14	13	15	14	16	15	14.5	13	14
	Sıcaklık	50 - 70 °C	57	59	58	54	56	53	51	50	56	55
	pH	(11 - 13)	11.5	12	1.5	12.5	12	11.8	10.5	11	10.8	10.5
Aktivasyon Banyosu	Ölçüm parametresi											
	Toplam Alkalite	1,5 - 2,5 mL	1.8	1.9	2.4	2.1	1.9	2	2.2	2.1	2.2	2.1
	pH	8,5 - 9,5	8.8	9	9.2	9	9.3	9.1	9	8.4	8.6	8.9
Çinko - Fosfat Banyosu	Ölçüm parametresi											
	Serbest asit	0,6 - 1 mL	0.8	0.9	0.7	0.95	1	0.9	0.7	0.8	0.9	1
	Toplam asit	20 - 26 mL	20	21	23	22	21	20	21	22	20	21
	Hızlandırıcı	1,5 - 2,5 mL	1.8	1.9	1.5	1.8	2.1	2	2.2	1.9	2.2	2.4
	Sıcaklık	48 - 55 °C	50	51	52	50	55	53	51	52	54	53

Çizelge 4.1 de Yağ alma banyoları, aktivasyon ve çinko fosfat banyolarından alınan numunelerin analiz sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçları istenilen Standart değerlere uygun bulunmuştur. Uygun bulunmadığı takdirde banyolara belirtilen talimat değerlerinde kimyasal ilaveleri yapılır.

4.2.4 Kataforez banyosunda yapılan analizler

Kataforez banyo hacmi 40 tondur . Banyonun % 59 'u DI su ile doldurulur. Sonra banyonun karışması için sirkülasyon pompalarını çalıştırılır. %35 oranında reçine , % 6 oranında pasta ilaveleri sırası ile yapılır.

% Katı Madde Tayini

% Katı oranı: % (15-17) arasında olmalıdır. 3 adet boş alüminyum folyonun darası alınır (A). Darası alınan folyo kaplarının içine 1.0 - 2.0 gr numune konur. Tekrar dolu ağırlık tartılır (B). Numune 110 °C sıcaklıktaki etüvde (sterilizatör) 60

dakika bekletilir. Malzemeyi soğutmak için (20-25 °C ye kadar) desikatörde bekletilir. Desikatörden çıkarılan numune tekrar tartılır (C). Aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\% \text{Katı madde miktarı} = \frac{(C - A)}{(B - A)} \times 100 \quad (4.1)$$

Eğer ölçüm değer aralığından düşük ise 40 tonluk kataforez banyosuna 1 nokta yükseltmek için 160 kg pasta , 800 kg reçine ilavesi yapılır. (Not: P/B oranı değer aralığından düşük değilse sadece reçine ilave edilir. Kül oranı düşükse hem reçine hem pasta ilave edilir). Ölçüm yüksek ise herhangi bir müdahale yapılmaz.

% Kül Madde Tayini: İki adet boş porselen krozenin darası alınır (A). Darası alınan porselen krozenin üzerine 1,0 – 2,0 gr numune konur tekrar tartılarak dolu ağırlık kaydedilir (B). Numune 110 °C sıcaklıktaki kül fırında 60 dakika bekletilir kuruması sağlanır. Sonra sırasıyla 250 °C 'de yarım saat 450 °C 'de yarım saat 650 °C 'de 20 dakika kül fırınında numunenin yanması sağlanır. 20-25 °C ye kadar soğuması için desikatörde bekletilir. Desikatörden çıkarılan numune tekrar tartılır (C).

Aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\% \text{Kül miktarı} = \frac{(C - A)}{(B - A)} \times 100 \quad (4.2)$$

P/B (Katı / Kül reçine): Numunenin katı ve kül oranı bulunur.

P/B oranı : 0.100-0.135 arasında olmalıdır. Aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$P/B = \frac{\text{KÜL}}{\text{KATI}} \quad (4.3)$$

Eğer ölçüm değer aralığından düşük ise 40 tonluk kataforez banyosuna 0.01 nokta yükseltmek için 180 kg pasta, 1120 kg reçine ilavesi yapılır. (Katı oranı yüksekse sadece pasta ilave edilir. Katı oranı düşükse pasta ve reçine her ikisi de ilave edilir.)

pH Kontrolü: pH, 5.6 – 5.9 arasında olmalıdır. pH kontrollü kalibrasyonu yapılmış pH metre cihazı ile yapılmalıdır. pH oranı değer aralığından yüksekse 40 tonluk banyoya 0.1 düşürmek için 25 kg asetik asit ilave edilir. pH oranı değer aralığından düşükse anolit tankı boşaltılıp doldurulur.

İletkenlik Kontrolü: İletkenlik, 1000-2000 arasında olmalıdır. Numunenin iletkenliği kalibre edilmiş iletkenlik ölçme cihazı ile ölçülür. İletkenlik yüksek olursa UF durulamaların bir kısmı dökülüp banyolara DI su ilavesi yapılır. İletkenlik uygun değere gelene kadar bu işlem tekrarlanır. İletkenlik düşük olursa herhangi bir işlem yapılmaz.

Sıcaklık Kontrolü: Sıcaklık 28 - 34 °C arasında olmalıdır. Eğer sıcaklık değer aralığında değil ise sistem otomatik olarak soğutucuyu veya ısıtıcıyı açmaktadır. İstenilen sıcaklık değerine getirmektedir.



Şekil 4.3. Kataforez banyosunun genel görünümü

Şekil 4.3'te kataforez banyosunun genel görünümü yer almaktadır. Banyonun yan duvarlarında anotlar yer almaktadır. Kullanılan kataforez siyah renklidir. Kataforezin üç değişik rengi vardır. Diğer renkleri gri ve beyazdır. Beyaz rengi beyaz eşya sektörü, gri rengi otomotiv ana sanayi, siyah rengi ise otomotiv yan sanayinde kullanılmaktadır.

4.3 Hatalı Yüzeylerin İncelenmesi

Kataforez kaplanan ürünlerin yatay yüzeylerinde oluşan matlaşma, pürüzlülük, görüntü bozukluğu problemleri araştırılmıştır. Problemleri ürünlerden ve kataforez banyosundan numune alınarak incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.



Şekil 4.4. Yüzeyleri hatalı plakalar

Şekil 4.4'te 2 adet plaka yatay asılma şekli ile tesisten geçirilmiştir. Plakaların üstte kalan kısımları ile altta kalan kısımları arasında gözle görülen ve elle fark edilebilen problemler mevcuttur. Üstte kalan yüzey pürüzlü, mat görünümlü bir yüzeye sahip iken altta kalan yüzey ise pürüzsüz parlak görünüme sahip olarak tesisten çıkmaktadır. Benzer şekilde tesise asılan herhangi bir parçada aynı görünümde kaplama oluşmaktadır.

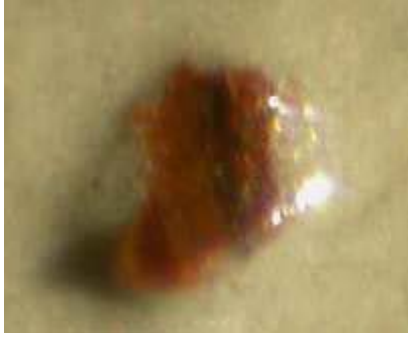
4.3.1 Kataforez kaplamada görülen şekilsel hata türleri



(A) Kaynak Çapağı



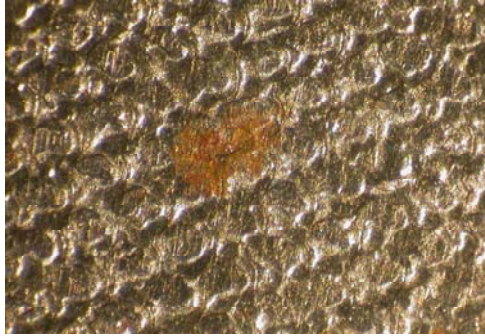
(B) Metal Partikülü



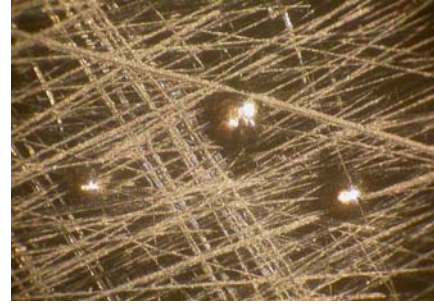
(C) Kahverengi partikül (Fırın tozu)



(D) Gri&Siyah partikül (kataforez)



(E) Saç yüzeyinde korozyon



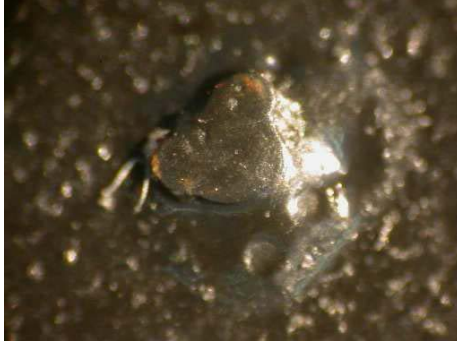
(F) Kaynak Çapağı (İçi bos küre)

Şekil 4.5. Hatalı yüzeylerde görülen şekilsel hata türleri

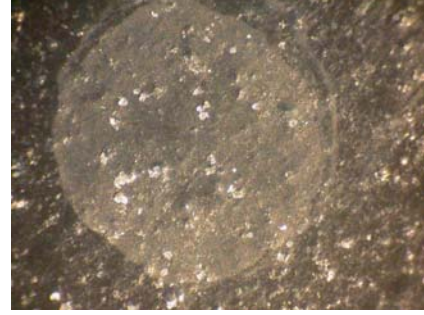
Şekil 4.5’de yüzeylerde olası hata türlerine örnekler verilmiştir. Bu hatalar şekil 4.5 (A) kaynak operasyonu esnasında kaynak çapağının alınmadan parça üzerinde kalması, Şekil 4.5 (B) zımparalama operasyonu esnasında parça üzerinde kalan metal partikülleri, Şekil 4.5 (C) fırınlama esnasında parça üzerine fırından gelen tozların yapışması, Şekil 4.5 (D) kataforez kimyasallarından gelen boya çökmeleri, Şekil 4.5

(E) sa yüzeyindeki korozyonlu yapı, Şekil 4.5 (F) kaynak apağının düşmesi sonucunda oluşmaktadır. Bu problemlere kataforez kaplama yapan birçok tesiste rastlanmaktadır.

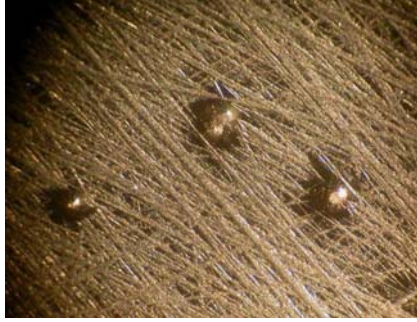
Şekil 4.6'da ise kataforez banyosundan geçirilen plakalardan alınan örnekler 60X kapasiteli taşınabilir mikroskop ile incelenen örnekler görülmektedir. İnceleme sonucunda numunede kaynak çapakları, demir talaşları, UF durulama lekeleri ve hav parçasına rastlanmıştır.



Metal Partikülü



UF Lekesi



Kaynak apağı



Hav parçası

Şekil 4.6. Hatalı plakaların mikroskop görüntüleri

Bu şekilde tanımlanan hatalı yüzeylerdeki problemlerin giderilebilmesi için tesiste düzenlemeler yapılmıştır.

4.3.2 Kataforez banyosunun kimyasal analizleri

Kaplanan parçalardaki yüzey hatalarının nedenlerini belirlemek üzere kataforez banyosundan örnekler alınmıştır. Kataforez banyosundan alınan banyo numunesinin kimyasal analizi yapılarak problemin nereden kaynaklandığı anlaşılmaya çalışılmıştır. Kimyasal analizlerde demir, fosfat, pH, katı, kül, iletkenlik, butil ve fenoksi oranlarına bakılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kataforez banyo numuneleri çözülmüş fosfat ve demir değerleri

Numune	10.04.2008	19.06.2008	12.08.2008	14.10.2008	21.04.2009	17.09.2009	19.10.2009	05.11.2009	17.11.2009	15.12.2009	14.01.2010	28.01.2010
Çözülmüş Fe [ppm]	189	134	181	134	99	103	100	82	78	94	78	76
Çözülmüş PO ₄ [ppm]	401	338	315	250	279	308	266	235	211	295	296	273

Çizelge 4.3 Kataforez banyo numuneleri analiz değerleri

Parametre	Birim	Standart değer	28.07.2009	27.08.2009	17.09.2009	13.10.2009	19.10.2009	04.11.2009	17.11.2009	03.12.2009	15.12.2009	18.12.2009	14.01.2010
Katı	%	15.0-17.0	12.59	15.36	15.96	15.79	15.59	14.98	14.05	15.67	16.77	14.94	14.55
p/b		0,10-0,135	0.072	0.085	0.110	0.102	0.099	0.102	0.101	0.089	0.107	0.097	0.100
pH		5,6-5,9	5.66	5.78	5.89	5.96	5.94	5.95	6.01	6.00	6.06	5.84	5.90
İletkenlik	µS/cm	1000-2000	1242	1588	1264	1371	1204	1319	1305	1130	1060	1090	1280
Butil G.	%	0,7-1,7	1.33	1.29	1.13	1.25	1.26	1.35	1.14	1.22	1.19	1.25	1.10
Fenoksi P.	%	0,3-0,6	0.46	0.55	0.53	0.61	0.61	0.55	0.51	0.54	0.61	0.51	0.48

10.04.2008 tarihinde alınan örnekteki çözülmüş demir ve fosfat oranının yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle demir ve fosfat miktarını azaltmak için bazı düzenlemeler yapılmış ve sonuçlar kataforez banyosundan belirli aralıklarla alınan numunelerin analizi ile takip edilmiştir (Toplam analiz süresi yaklaşık 1-1.5 yıl arası sürmüştür). 10.04.2008-15.12.2009 tarihleri arasında alınan önlem, tesisten geçen

ürünlerin süzülme sürelerini artırmak ve 10, 11 ve 12 nolu durulama banyolarının taşırılmasıdır. Taşıma işlemi kataforez banyosuna demir ve fosfat taşınmasını önemli ölçüde azalttığı Çizelge 4.2'den görülmektedir. Ayrıca 2010 yılının başında kataforezden önceki tüm banyolara filtre ve mıknatıs sistemleri ilave edilmiştir. Bu düzenlemeden sonraki analiz sonuçlarına göre azaldığı ve belirli bir değerden sonra sabitlenmeye başladığı görülmüştür.

Yüzeylerdeki görüntü bozukluğunun nedeninin banyonun içerisindeki çözünmüş halde bulan demir ve fosfat oranlarının yüksek olmasından dolayı ortaya çıktığı belirlenmiştir. İlk ölçüldüğünde çıkan değerler ile son ölçümlerdeki değerler arasındaki fark yaklaşık yarı yarıya azalmış durumdadır. Fakat ürünlerin yüzeylerindeki görüntü bozukluğu aynı oranda düzelmemiştir. Değerin değişmesi ile yüzey kalitesinin doğru orantılı olarak değişmediğini görülmektedir. Yüzey kalitesi ancak çok düşük çözünmüş demir ve fosfat değerlerinde düzelebilecektir. Demir ve fosfat oranlarının yükselmeleri; demirin zımparalama operasyonu esnasında parçaların üzerine yapışarak parçalarla birlikte taşınmasından, fosfatın ise tesisten geçen kapalı profil aksamı parçaların fosfat banyosundan fazla miktarda fosfat taşınmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.3' de kataforez banyosunun kaplamayı etkileyen diğer parametrelerin analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre bazen Katı ve P/B(Katı kül oranı) oranlarının istenilen değerden düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu tamamen banyonun içerisine ilave edilmesi gereken kimyasal madde değeri ile ilgilidir. Kimyasal madde miktarları biraz daha fazla verilmiş olsa istenilen değerlere ulaşılabilirdi. Buradaki değer oranlarının düşük olması banyonun kaplama kalınlığını ve penetrasyonunu etkilemektedir. Banyonun pH değeri bazen bir miktar artış göstermektedir. Banyodaki pH değerinin artması modülün tıkanmasına sebep olur. pH değerini dengelemek için bu işe uygun kimyasal ilavesi ile istenilen pH ayarlaması yapılmaktadır. Banyonun içerisindeki butil ve fenoksi oranlarının istenilen değerde olması ise yüzey görünümünün daha düzgün olmasını sağlamaktadır. Yapılan analizler sonucunda standart değer aralıklarını sağladıkları belirlenmiştir.

Çizelge 4.2' de verilen sonuçlara göre incelenen parametrelerin yüzeyde görüntü bozukluğuna neden olabilecek kadar sapma göstermedikleri görölmüştür.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Kataforez kaplama işlemi sonucunda oluşan hatalı parçaların incelenmesi ile parçaların yüzeylerindeki şekilsel bozukluklarının banyo içerisinde bulunan çözünmüş demir, çözünmüş fosfat oranlarının yüksek olması ve bunun yanında kaynak çapakları, havlar, demir talaşları UF durulama lekelerinden olduğu anlaşılmıştır.

Kaynak çapağı, ürünün kaynak işlemi esnasında oluşmakta ve çapakçının çapak alma operasyonunu yeterince yerine getirememesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Demir talaşları parçanın zımparalanması esnasında üzerinde kalmış olabilir. Banyolarda daha önceden kalmış demir talaşlarının parçaya yapışmasından da kaynaklanabilir. UF durulama lekesi ise, parçanın UF durulama banyosunda yeterince durulanamadığını göstermektedir. Parçanın üzerindeki hav ise malzemeyi asan kişinin kıyafetlerinden veya parçayı bezle silme işleminden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Banyonun içerisinde oluşan fosfat değerinin artması üretimi yapılan ürünlerin çok giriftli olmasından kaynaklanmaktadır. Parça içlerinde kalan fosfat kataforez banyosuna kadar taşınmaktadır. Kataforez banyosuna fosfat taşınmasını önlemek için fosfat banyosundan sonraki durulama banyolarının taşıma sularının miktarları arttırılmıştır. Demir tozlarının ve çevreden gelen tozların tutulması için kataforez ve öncesinde bulunan tüm banyolara filtreleme ve filtrelerin içerisine de mıknatıs sistemi yerleştirilmiştir. Mıknatıs demirleri tutmakta, filtreler ise fosfat ve diğer ortamdan gelen tozların tutulmasını sağlamaktadır.

Şekil 5.1' de mıknatıs sistemi, Şekil 5.2' de filtreleme sistemleri, Şekil 5.3' te de çinko fosfat banyosu için yapılan filtreleme sistemlerinin fotoğrafları yer almaktadır.



Şekil 5.1. Demir talaşları toplamış mıknatıs görünümü



Şekil 5.2. Yeni yapılan filtreleme sistemi



Şekil 5.3. Çinko fosfat hattı filtreleme sistemi

Yapılan bu iyileştirmelerle mıknatıs ve filtrelerin demir tozlarını, etraftan gelen tozları, fosfat tozlarını tuttuğu belirlenmiştir. Mıknatıs ve filtreler problemin bir anda ortadan giderilmesini sağlamayacaktır. İyileşme sürecinin zamanla daha iyi olacağı öngörülmektedir. Bu düzenlemeler kataforez kaplama banyosuna taşınmaları büyük ölçüde engelleyecek ancak kataforez banyosu içerisindeki birikmiş fosfat ve demirin giderilmesi geçen parça miktarı ile doğru orantılı olarak azalacaktır.

Yapılan bu filtreleme ve mıknatıs iyileştirmelerinin haricinde parçalar tesise girmeden önce parçaların üzerine hava tutularak veya basınçlı su püskürtülerek demir tozlarının uzaklaştırılması sağlanabilir.

Sonuç olarak kataforez banyosundaki demir ve fosfat miktarı yaklaşık % 50 azaltılmıştır. Ancak yüzey istenilen görüntü performansına tam anlamıyla ulaşmamıştır. Yatay yüzeylerdeki matlaşma ve pürüzlülük probleminin tam olarak ortadan kaldırılabilmesi için banyodaki çözünmüş demir ve fosfat değerlerinin 40 ppm değerlerine kadar düşmesi gerekmektedir. Bu değere ulaşabilmek için kataforez kaplama banyosundaki çözeltinin yenilenmesi kesin çözüm sağlayacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Ahmed, B.M., Jayasuriya, R.M., Hopkins, T.R., US Patent 5.500.460, (19 March 1996), to Henkel Co.

Akmaz F., PPG Kataforez Genel Bilgiler, 2007.

Almedia, E., 2000, Guide on anticorrosive protection in automotive industry, INETI, Lisbon, 79-97.

Almeida, E., Alves, I., Brites, C., Fedrizzi, L., 2003, Cathaphoretic and autophoretic automotive primers A comparative study, Progress in Organic Coatings, 46, 8-20.

Cushard, H., 1994, Product Finish. Ap., 58, 58.

Hacck, L.P., Holubka, J.W., 2000, Influence of coating formulation variables and processing on the adhesion of melamine-crosslinked polyester primer to urethane-crosslinked epoxy electrocoat, Journal of Coating Technology, 72, 61.

Honda, T., Naito, K., Hirota, M., US Patent 5.688.560, (18 November 1997), to Henkel Co.

Kawanami, T., Kawanami, I., Sakamoto, T., Hori, H., 2000, Super environment friendly electrodeposition paint, Progress in Organic Coatings, 40, 61-62.

Kinberger, K., 1991, Ind-Lackier-Betr., 59, 332.

Laugal, J.A., Martin, G.E., Aubin, D.L., Wold, G.G., US Patent 5.348.635 (20 September 1994), to BASF Co.

Niemann, J., 1992, Waterborne coating for the automotive industry, Progress in Organic Coatings, 21, 189-203.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Oberfläche + JOT, 9, 30, 1991.

Thomas, A., 1996, Finish. Out., 20, 28.

Türk Henkel, Fosfat Presentasyon, 2003.

Türk Henkel, Yüzey İşlem Eğitim Notları, 2004.

Stankovic, M., Stanic, M.R, Drazĭic, D.M, 1999, Corrosion protection of aluminium by a cataphoretic epoxy coating, Progress in Organic Coatings, 36, 53-63.

Üneri, S., Korozyon ve Önlenmesi, Korozyon Derneği Yayını, Poyraz Ofset, 1998.

www.anochorome.co.uk