

SANTRİFÜJ POMPALARDA KOROZYON VE EROZYON MEKANİZMALARI

Okan CEBECİ

Makine Mühendisi

Standart Pompa ve Makine San. Tic. A.Ş.

okan@standartpompa.com.tr

ÖZET

Santrifüj pompalar, ömürleri boyunca bir çok korozyon ve erozyon kaynaklı problemler ile karşılaşmaktadır. Bu bildiride, santrifüj pompalarda görülen korozyon ve erozyon türleri ana gruplar halinde listelenmiş ve mekanizmaları hakkında bilgi verilmiştir.

GİRİŞ

Günümüzde korozyon ve erozyon kaynaklı malzeme kaybı, endüstriyel yatırımları ve üretim maliyetlerini büyük ölçüde etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Korozyon nedeniyle meydana gelen malzeme, enerji, bakım ve iş gücü kaybının yıllık maliyeti, ülkelerin gayri safi milli gelirlerinin yaklaşık % 3 - % 6 ' sı arasında değişmektedir[1].

Santrifüj pompalar, endüstriyel tesislerde kritik uygulama ve zor şartlar altında çalışmaktadırlar. Genel olarak santrifüj pompaların temel çalışma prensiplerine uyulmasına rağmen; pompa, doğası gereği çevresi ile etkileşime girecektir. Pompa üreticileri, santrifüj pompaların çalışacağı ortama uygun malzeme ve tasarımı seçmesine rağmen bazen beklenmedik hasarlar ortaya çıkabilmektedir. Pompalarda ortaya çıkan bu beklenmedik hasarların sebepleri, birçok durumda korozyon ve erozyon kaynaklı olduğu bilinmektedir.[2]

1. Mekanik Zorlamasız Korozyon Türleri

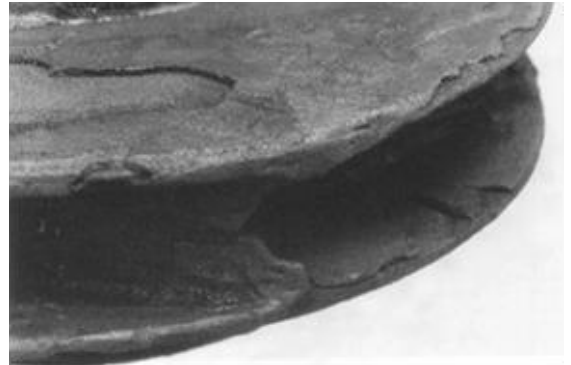
1.1. Genel (Üniform) Korozyon

Fark edilebilir bir bölgesel saldırı olmaksızın, metal yüzeyinin her noktasında eşit ve aynı hızla yürüyen korozyon çeşididir. Korozyon ilk olarak sıvının temas ettiği yüzeyler üzerinden başlar ve yavaş yavaş üniform bir şekilde alt

tabakalara doğru ilerler. Burada korozyon hızını etkileyen en önemli faktörler sıvının hızı, basınç ve sıvının cinsidir. Bu korozyon türünde, metal veya alaşımların üzerinde etkili bir pasif film oluşturmaz. Genel olarak korozyon mekanizmasının ürünü metal oksit olarak karşımıza çıkmaktadır. Pompalarda genel korozyon en sık, karbon çelikleri ve bakır alaşımlarında görülür. Dökme demirlerde görülen genel korozyona grafit korozyonu adı verilmektedir. [3]

1.2. Grafit Korozyonu

En yaygın grafit korozyonu gri dökme demirde görülmektedir. Gri dökme demirin korozyon mekanizması, karbon çelikleri ve sünek dökme demirlere göre farklıdır. Gri dökme demirin yapısında lameller halinde grafitler bulunmaktadır. Bir elektrolit oluşması halinde demir ve grafit arasında galvanik hücre oluşur. Demir anot, grafit katot haline geçer ve demir bulunduğu solüsyona karışır. Bu işlem, yapıda sadece grafit kalıncaya kadar devam eder ve orijinal döküm, gözenekli grafit yapı haline dönüşür. Gözenekli grafit yapının mukavemeti çok düşüktür. Bu yüzden hafif bir darbe ile parçalara ayrılabilir.



Şekil-1: Gri dökme demir malzemeden oluşan santrifüj pompa çarkında grafit korozyonu[10]

1.3. Bölgesel Korozyon

Bu korozyon türü, belirli küçük bölgeler çevresinde meydana gelmektedir. Çukurlanma (pitting) yada aralık (crevice) korozyonu ile karıştırılmamalıdır. Dökümlerde ki yabancı maddeler, hava boşlukları, segregasyon ve döküm süresizliği bu korozyona sebep olur. Koroziif sıvı, yabancı malzemeleri yiyerek metal ve yabancı maddeler arasında bölgesel bir korozyon hücreleri oluşturur. Bu tür korozyonu anlayabilmek çok zordur ve pompanın parçalarını döken dökümcünün de bilgisine ihtiyaç duyulur. Bu korozyon türü pompa endüstrisinde kusurlu döküm korozyonu olarak bilinmektedir.[4]

1.4. Çukurlanma (Pitting) Korozyonu

Bu korozyon türünde, son derece bölgesel ve oldukça derin çukurlar bulunmaktadır. Oluşan çukurların genişliği ve derinliği birbirilerine yakın ölçülerdedir. Bu çukurların boyutlarının artmasıyla döküm üzerinde delikler meydana gelir.

Çukurlar, metal üzerindeki küçük noktasal bölgelerde ki koruyucu filmin kırılmasıyla oluşur. Koruyucu filmin tekrar oluşmaması sebebiyle metal çözünmesi başlar. Çukurların görünür hale gelebilmesi için uzun bir süre geçmesi gerekebilir. Bu süre metal ve korozyona bağlı olarak aylardan yıllara kadar uzanabilir. Düşük pH ve yüksek klor içeren sıvılarda, çukurların büyümesi hızı oldukça yüksektir. Bu korozyonu, aralık (crevice) korozyonundan ayıran özelliği kendi çatlağını kendisi oluşturmasıdır.[3,5]



Şekil-2: Çark üzerinde meydana gelen pitting korozyonu [4]

1.5. Aralık(Crevice) Korozyonu

Metal-metal veya metal-metal olmayan parçalar arasındaki küçük aralıklar, boşluklar, gözenekler lokal olarak aralık korozyonunu teşvik etmektedirler. Aralık korozyonu durgun çözeltilerin var olduğu ortamlarda, örtülü yüzeyler altında ve aralıklarda meydana gelmektedir.

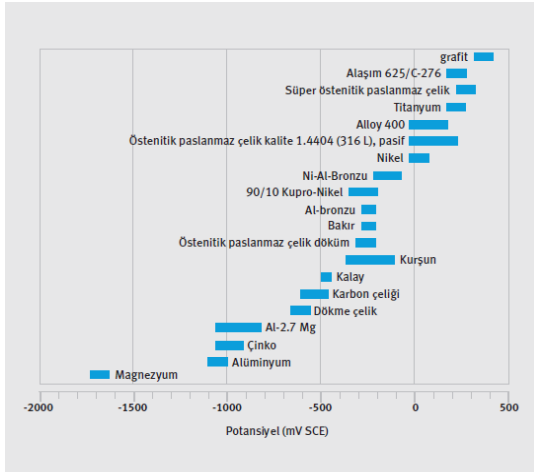
Korozyon aralık içinde ve dışında yer alan oksijen reaksiyonu ile başlatılır. Ancak aralık içinde sızan ortam içerdiği oksijenin çok küçük olan hacmi nedeni ile hızla kaybeder. Böylece oksijen reaksiyonu yalnızca aralık dışında oluşmaya devam eder. Çözülen metalin aralığı oluşturan yüzey üzerinde yoğunlaşması sonucu ortam metal iyonları bakımından giderek zenginleşir. Aralık korozyonuna örnek olarak pompalarda flanş, conta, o-ring ve civatalı bağlantılar örnek gösterilebilir.[6,7]

1.6. Galvanik Korozyon

Galvanik korozyon, santrifüj pompalarda ortaya çıkan en yaygın elektrokimyasal korozyon türüdür. Aynı zamanda galvanik korozyon, santrifüj pompalarda kullanılan malzemelerin değişkenliğinden dolayı ortaya çıkan en önemli korozyon tiplerindedir.

Birbirinden farklı iki metal arasında, iletken bir sıvıyla veya birbirlerine temas halinde bulduklarında bir potansiyel fark meydana gelir. Daha az soy olan metal diğer metala göre daha hızlı korozyona uğrar. Korozyona uğrayan metal anodik, diğer metal ise katodik yapıya sahip olur. [8]

Yaygın inanın tersine, elektrokimyasal bir hücre içerisindeki potansiyel fark, tek başına gerçek galvanik korozyon riskine ait iyi bir gösterge değildir. Bu sadece bu tür bir riskin hesaba katılıp katılmaması gerektiğine işaret etmektedir. Belirleyici faktör, standartlaştırılmış deneysel şartlar altında gözlenen potansiyel farkından ziyade, gerçek çalışma koşulları altındaki esas potansiyel farklardır. Bu nedenle, galvanik seriye ait deneysel tablo deniz suyu gibi tipik ortamlar için üretilmişlerdir. Bu tablo farklı metallerin verilen bir ortam içerisindeki potansiyellerini konumlandırmamaktadır.



Şekil-3: 10°C altında deniz suyu potansiyelindeki galvanik seri [8]

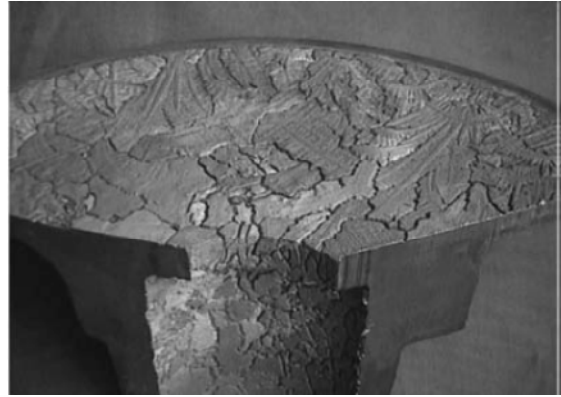
1.7. Tanecikler Arası Korozyon

Taneler arası korozyon, malzemenin iç yapısında oluşan korozyon türüdür. Paslanmaz çeliklerin öncelikle tane sınırlarında meydana gelen bir korozyon saldırısıdır.

Kaynağa yakın, özellikle ısıdan etkilenmiş bölge içerisinde ve genellikle hassaslaşmanın sonucu olarak ortaya çıkar. Hassaslaşma, malzeme 500-900 °C sıcaklık aralığına ısıtıldığında meydana gelir. Bu sıcaklıklarda krom ve karbon, Cr₂₃C₆ tipi krom karbürler oluşturmak üzere tane sınırlarına yayılırlar. Karbürler oluşurken, ana metaldeki krom oranı azalmakta, tane sınırlarındaki oran ise ciddi miktarda artmaktadır. Krom seviyesi düşük olan alanlarda, krom içeriği alaşım bütününe kıyasla daha aşağıda kalmakta ve bu alanları korozyona hassas hale getirmektedir. Tane sınırlarının amorf yapıda olması dolayısıyla tane sınırlarının potansiyel farkı tane içine göre daha büyük olduğundan, daha soy yapıda olan tane içi korunur ve tane sınırı korozyona uğrar. Bu durumda tane içi anot, tane sınırı ise katot görevi üstlenmektedir.

Tane sınırları korozyonun en belirgin özelliği, çok küçük ağırlık kaybına karşın, korozyon hızının tane sınırları yakınında çok yüksek değerlere ulaşabilmesidir. Taneler bütünlük ve şekillerini korurken taneler arası bağ bozunmaya uğrar. Bunun sonucu olarak metallere özgü bazı tutumlarda önemli değişiklikler ortaya çıkar. Bunlardan en önemlisi korozyonun etken olduğu bölgelerde mekanik dayanımın sifra indirgenmesidir. Örnek olarak tane sınırları korozyonuyla bozulan krom-nikel bir parçayı

parmaklar arasında ezerek toz haline getirmek mümkündür.[7,9]

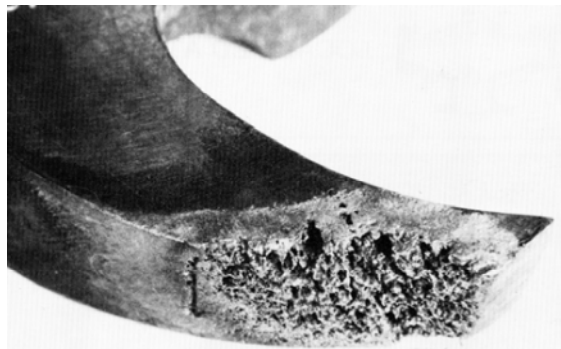


Şekil-4: Taneler arası korozyon meydana gelmiş santrifüj pompa salmastra yatağı [1]

2. Mekanik Zorlamalı Korozyon Türleri

2.1. Kavitezyon Korozyonu

Kavitezyon korozyonu, özel bir erozyon formudur. Pompa içinde herhangi bir bölgedeki statik basınç bölgesel olarak basılan sıvının buharlaşma basıncının altına düşerse, o bölgeden geçen sıvı buharlaşır ve çok sayıda doymuş buhar kabarcıkları oluşturur. Oluşan buhar kabarcıkları metal yüzeye çarparak şok etkisi oluşturur. Bu olaya kavitezyon adı verilir. Kavitezyon oluşmasıyla, malzeme üzerindeki koruyucu tabaka parçalanır. Malzeme direk olarak sıvı ile temas halinde bulunur ve yeni bir koruyucu tabaka oluşturur. Fakat kavitezyon döngüsel olarak tekrarlanır ve her döngüde metal çözünerek kavitezyon korozyonunu oluşturur.



Şekil-5: Çark çıkışında meydana gelen kavitezyon korozyonu[4]

2.2. Erozyon Korozyonu

Erozyon, erozyon korozyonu ve partikül korozyonu olarak iki tip hasar mekanizmasına sahiptir. Erozyon korozyonunda, sıvı içerisinde serbest halde bulunan partiküller yoktur. Fakat, sıvının yüksek hızlı olmasından dolayı, akıştaki bozukluk

ve türbülans sebebiyle yüzeylerde süreksiz bir yapı oluşacaktır. Akış yönünde at nalı şeklinde oluşan çukurlar ve parlak yüzeyli yapı bu korozyonun en belirgin özelliğidir.

Partikül korozyonunda, sıvı içerisinde bulunan aşındırıcı partiküller pompa gövde ve çarkı üzerinde mekanik hasarlara yol açarlar. Partiküllerin metal üzerindeki koruyucu tabakayı parçalaması, metalin direk olarak korozif ortamla temas halinde kalmasını ve erozyon korozyon hızının artmasına sebep olur. Korozyon hızı, partiküllerin hücum açısı, hız ve sertliğine bağlı olarak değişmektedir. Santrifüj pompalarda çark diğer parçalara göre daha fazla erozyona maruz kalır.[3]



Şekil-6: Çark çıkışında meydana gelen erozyon[4]

2.3. Gerilmeli Korozyon Çatlaması

Gerilmeli korozyon çatlaması (SCC: stress corrosion cracking), mekanik yüklemeye, korozif ortam ve yüksek sıcaklık kombinasyonunun bozulmaya sebep olabildiği bir prosestir. Burada, parçaların ve hatta bütün yapının hasar görmesine yol açan hızla ilerleyebilen ince çatlaklar gelişmektedir. Oluşan tane sınırlarındaki çatlaklar malzemelerin dayanımını azaltır. Bozunma parça yüzeyinde bulunan çatlaklarda veya gerilme yığılmasına yol açan diğer geometrik düzensizliklerde ortaya çıkar. Gerilmeli korozyon NH_3 , SO_2 , H_2S içeren endüstriyel ortamlarda ve denizel uygulamalarda çalışan malzemelerde sıklıkla görülen tehlikeli bir korozyon türüdür.[7,9]



Şekil-7: Gerilmeli korozyona maruz kalmış santrifüj pompa çarkı[4]

KAYNAKLAR

- [1] Tural H.N., "Pompalarda malzeme kaynaklı hasarlar ve malzeme seçimi", İstanbul, 2011.
- [2] Gall F., "The corrosion of centrifugal pumps in aqueous environments", Nalco-Ecolab, 2013.
- [3] O. McCaul C., S. Miller R., "Pump handbook", 3. Baskı, McGrawHill, 2001.
- [4] Peerless pump, "Corrosion solution for chemical pumps".
- [5] Pump and valves, "Guides to good practice in corrosion control".
- [6] Gerengi H., "Korozyon çeşitleri", Düzce, 2013.
- [7] Akdoğan A., "Korozyon", İstanbul, 2009.
- [8] Euro inox, "Diğer metalik malzemelerle temas halindeki paslanmaz çelikler", Cilt 10.
- [9] Euro inox, "Gerilmeli korozyon çatlaması", Malzemeler ve uygulamaları.
- [10] Frank G., "The corrosion of Centrifugal Pumps in Aqueous Environments, Pumps and Compressors Conference, 2013.

ABSTRACT

Centrifugal pumps suffer many corrosion and erosion related problems during their lifetime. In this paper, corrosion and erosion types related with centrifugal pumps are listed and their mechanism are discussed accordingly.