

ALÜMİNYUM KANATLI ISI EŞANJÖRLERİNDE KULLANILAN EPOKSI VE HİDROFİLİK KAPLAMALAR

Hasan ACÜL
Makine Mühendisi
Ar-Ge Bölüm Şefi

Kanatlı borulu ısı eşanjörlerinde performans ve ekonomiklik göz önüne alındığında en çok tercih edilen kanat malzemesi alüminyumdur. Alüminyum yüksek ısı iletimi, dayanıklılığı ve hafifliğinin yanında kolay elde edilebilirliği ve ucuz olması nedeniyle ısı eşanjörlerinde diğer malzemelerden daha avantajlı konumdadır. Bununla birlikte, yüksek aşındırıcı etkiye sahip asitli, tuzlu ya da sulu ortamlardaki uygulamalarda alüminyum kanatlar zamanla istenen performansı veremeyecek derecede bozulabilir. Bu tür zor şartlarda eşanjörün ömrünü uzatmak amacıyla özel kaplama malzemelerinden yararlanılmaktadır.

Metal yüzeylerin tuzlu ve asitli ortamlardan korunmasında en yaygın olarak kullanılan kaplama malzemesi epoksidir. Epoksi kaplama uygulanan alüminyumun aşınmaya karşı direnci pratikte karşılaşılan çoğu sanayi uygulamasında tatmin edici sonuçlar vermektedir. Özellikle deniz iklimine sahip bölgelerdeki nemli ve tuzlu havanın aşındırıcı etkisine maruz kalan metal yüzeylerin korunmasında en ekonomik ve etkili çözüm olarak epoksi kaplama tekniğine başvurulmaktadır.

Epoksi kaplı alüminyumun kanat malzemesi olarak ısı değiştiricilerde göstereceği performansın belirlenmesi amacıyla farklı epoksi örnekleri üzerinde çeşitli deneyler yapılmıştır. ASTM B117'ye uygun olarak (%5 NaCl, 35 °C) yapılan testlerde, epoksi kaplı alüminyum numunelerin tuzlu ortamda aşınma dirençlerinin kaplama uygulanmayan alüminyuma göre 4-7 kat kadar daha uzun süre dayanmalarını sağlayacak düzeyde olduğu görülmektedir. Epoksi kaplamanın seyreltilmiş kuvvetli asitlere (%2 HCl, %2 H₂SO₄) karşı direnci de son derece yüksektir. Trikloroetilene daldırılarak 5 dakikalık bir süre bekletilen epoksi numunelerindeki kütle kaybı %1'in altındadır. Alüminyum, epoksi ile kaplandığında yüksek sıcaklıktaki su buharına karşı da mükemmel bir direnç göstermektedir. 200 °C sıcaklıkta 15 dakika kadar bekletilen epoksi örneklerinde herhangi bir değişimle karşılaşmamıştır. Tüm bu özellikler tuzlu ve asitli ortamlarda kullanılacak eşanjörlerde epoksi kaplamanın önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Sıvı haldeki suyun kanatlar üzerindeki aşındırıcı etkisinin asit ve tuzun etkisinden daha önemli bir faktör olduğu durumlarda, suyun kanat üzerinde fazla kalmadan uzaklaştırılabileceği bir kaplama ihtiyacı ortaya çıkar. Bu tür kaplamalar genel olarak hidrofilik olarak adlandırılmaktadır. Bu terim kolay ıslanan, sıvının yüzeyde kolayca süzülmesini sağlayan malzemeleri anlatmak için kullanılmaktadır. Hidrofilik kaplamalar, özellikle yoğuşmanın fazla olduğu ortamlarda eşanjörün suyun aşındırıcı etkisinden korunmasında etkilidir. Kaplanmamış metal yüzeyinde su, büyük damlalar halinde toplanır. Bu durum, kanatlar üzerindeki hava akımının da etkisiyle damlaların metal yüzeyini aşındırmasına neden olmaktadır. Ayrıca, biriken su damlaları hava akımına karşı bir direnç oluşturarak eşanjörün kapasitesini olumsuz yönde etkiler. Su damlalarının yüzey üzerinde birikmesini engellemek için damlalarla yüzey arasında sürtünme katsayısının düşürülmesi gereklidir. Hidrofilik kaplama, yüzey geriliminin düşüklüğü sayesinde su damlalarının yüzeyde büyük bir dirençle karşılaşmadan akıp gidebilmesini sağlamaktadır. Kaplama uygulanmış yüzeylerde, damlanın kanat yüzeyini ıslatma açısının küçük olmasından dolayı su büyük damlalar halinde toplanamaz ve kolayca dağılır. Böylece istenmeyen birikmeler önlenerek eşanjörün uzun süre yüksek bir performansla çalışması sağlanmış olur. Yoğuşan suyun kontrollü bir şekilde sistemden dışarı alınabilmesi, sistem içindeki diğer parçaların da suyun zararlı etkilerinden korunması açısından son derece yararlı olmaktadır.

Hidrofilik kaplama, suya karşı koruma sağlamada yüksek sıcaklıklardaki ve tuzlu ortamlarda da başarılı bir performans göstermektedir. Mavi hidrofilik kaplama uygulanmış alüminyum yüzeylerin %5'lik NaCl tuz spreyinde çıplak alüminyum yüzeylere göre 3 kattan daha uzun süre dayanabildikleri saptanmıştır (Çıplak alüminyumda 150 saate karşılık hidrofilik kaplı alüminyumda 500 saat). Ayrıca, 200 °C sıcaklıkta 5 dakika bekletilen mavi hidrofilik kaplamada herhangi bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Bu özellikleri sayesinde hidrofilik kaplama uygulanan alüminyum kanatlı ısı eşanjörleri ortamdaki suyun aşındırıcı etkisine karşı yüksek dirençlerini zor şartlar altında da koruyabilmektedir.

Alüminyum kanatlı ısı eşanjörlerde uygulanan kaplamalar sayesinde pahalı ve işlenmesi zor metallerin korozyona dayanım özelliklerine daha ekonomik bir şekilde ulaşılabilir. Burada önemli olan, ihtiyacın doğru belirlenmesi ve gereken dayanım özelliklerini sağlayacak kaplamanın uygulanmasıdır. İhtiyaç duyulmayan yerlerde kaplama uygulamanın gereksiz masrafa neden olacağı gibi, kullanım şartlarının gerektirdiği kaplamanın uygulandığı ısı eşanjörlerinin de uzun ömürlü olmayacağı unutulmamalıdır.

Aşağıdaki tablolarda kaplama malzemelerinin teknik özellikleri (Tablo 1) ve kullanım yerleri (Tablo 2) ile ilgili bilgiler verilmiştir.

ÖZELLİKLER	Epoksi	Hidrofilik Kaplama
Trikloroetilen'e Direnç	Mükemmel / İyi	Mükemmel / İyi
M.E.K. (Metiletilketon) Direnci	100 çift darbe	200 çift darbe
Asit Direnci (%2 HCl, %2 H₂SO₄)	Mükemmel / İyi	Zayıf
Tuz Spreyine Direnç	Mükemmel / İyi	Mükemmel / İyi
Su Buharına Direnç (121 °C / 30 dakika)	Mükemmel	İyi / Orta

Tablo 1. Epoksi ve Hidrofilik Kaplama Teknik Özellikleri (Laminazione Sottile)

MALZEME	TAVSİYE EDİLEN KULLANIM YERLERİ
Normal Alüminyum Lamel Al 1100 / 8006 / 8011	<ul style="list-style-type: none"> Normal atmosfer şartları (korozyonun yüksek olmadığı yerler)
Epoksi Kaplı Lamel	<ul style="list-style-type: none"> Deniz kenarı Gemiler Termik santraller Tütün işletme tesisleri Peynir üretim ve stok yerleri
Komple Epoksi Kaplı Batarya	<ul style="list-style-type: none"> Yoğurt üretim yerleri Peynir üretim ve stok yerleri Korozyon ortamları
Hidrofilik Kaplı Lamel	<ul style="list-style-type: none"> DX ve sulu soğutma bataryalarının özellikle hijyenik santraller ve yüksek nemli yerlerde kullanımı
Bakır Lamel	<ul style="list-style-type: none"> Deniz kenarı Gemiler Yüksek korozyon şartlarındaki ortamlar
Epoksi + Poliüretan	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek korozyon şartlarındaki ortamlar Yüksek nem Gaz türbini bataryaları

Tablo 2. Kaplama Uygulanan Eşanjörlerin Kaplama Uygulanmayan Eşanjörlerle Kullanım Yerlerine Göre Karşılaştırılması

YAZAR ÖZGEÇMİŞ

Hasan ACÜL 1976 yılı Ayvalık doğumludur. 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Üniversite mezuniyeti öncesi ve sonrasında Tesisat Sektörü içinde faaliyet gösteren iki farklı firmada çalışmıştır. Çalıştığı firmalarda şantiye, üretim, ihracat satış ve ar-ge bölümleri olmak üzere farklı departmanlarda mühendislik görevi yürütmüştür. Halen FRİTERM A.Ş firmasında Araştırma ve Geliştirme Bölüm Şefi olarak çalışmaktadır. Hasan Acül evli ve bir kız çocuk babasıdır.