



LOCTITE®

YENİ AŞINMA ÖNLEYİCİ KAPLAMALAR

Leo Li, Chunfu Chen, Henry Chu, Choc Wang, Henkel ACM-APAC PD Ekibi

ÖZET

Aşınma önleyici kaplamalar, üstün aşınmaya dirençli seramik dolgu maddeleri ile yüksek yapışma etkili iki bileşenli epoksi teknolojisini birleştiren polimer kompozit ürünlerdir. Enerji üretimi, madencilik ve çelik tesisi uygulamalarında kullanılan FGD pompaları ve iletim hatları, çamur pompaları ve cüruf granülasyon pompaları gibi proses ekipmanlarının yüksek aşınma alanlarında şiddetli ıslak abrazyona karşı koruma sağlamak için aşınmaya dayanıklı yeni bir bileşik olan LOCTITE® PC 7332™ geliştirilmiş ve piyasaya sürülmüştür. LOCTITE® PC 7332™ oda sıcaklığında kürlenebilir iki parçalı silisyum karbür dolgululu bir epoksi üründür. Abrazyon direnci farklı koşullarda kuru abrazyon testi, aşındırıcı çamur testi, Miller çamur testi ve gaz jet erozyon testi ile ölçülmüştür. Test sonuçları tartışılmış ve hem mevcut aşınma bileşikleri hem de diğer koruyucu kaplama ürünleri ile karşılaştırılmıştır. Ürün özellikleri ve temel özellikleri de açıklanmaktadır.

1. GİRİŞ

Aşınma bileşikleri, endüstriyel ekipmanı korozyon, abrazyon, kimyasal saldırı ve zorlu endüstriyel ortamlarda karşılaşılan diğer aşınmalardan koruyarak kullanım ömrünü uzatmak için aşınmaya dirençli koruyucu kaplama olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Aşınmış yüzeyleri onarmak için veya yeni parçaları korumak için kullanılabilir.

Henkel, on yıllardır aşınma bileşikleri konusunda küresel pazar lideri ve teknoloji tedarikçisidir. Çeşitli aşınma önleme, tamir ve dolgu uygulamalarını karşılayabilen bir dizi yüksek performanslı aşınma bileşiği ürünümüz var [1].

Son zamanlarda, daha yüksek üretim verimliliği gereksinimleri nedeniyle aşınma direncinin daha da iyileştirilmesi ve kullanımda hizmet ömrünün uzatılması talep edilmektedir.

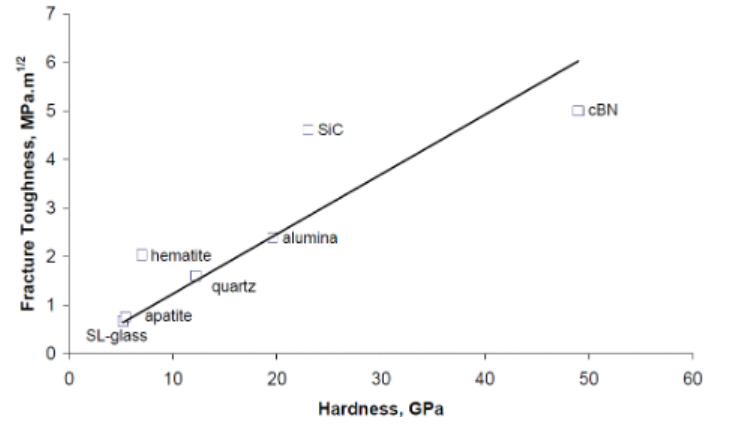
Aşınma bileşiği ürünlerinin reçine kısmı tipik olarak epoksi reçine, seyreltici, alümina seramikler, silan birleştirme maddesi ve gerektiğinde diğer katkı maddelerinden oluşur. Sertleştirici kısmı esas olarak alifatik amin, poliamid, alümina seramik bilyeler ve gerektiğinde diğer katkı maddelerinden oluşur.

Alümina, iyi aşınma direnci özelliği ve kolay tedarik edilmesi nedeniyle, aşınma bileşikleri için ana aşındırıcı seramik dolgu maddesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 2'de [2, 3] gösterildiği gibi, silisyum karbür, alüminadan hem daha yüksek sertliğe hem de daha yüksek tokluğa sahiptir, bu da gerçek kullanımda olası daha yüksek aşınma direnci performansını gösterir. Silisyum karbür ve alüminanın özellikleri Tablo 2'de karşılaştırılmaktadır.

TABLO 2. Silisyum karbür ve alüminanın özellikleri

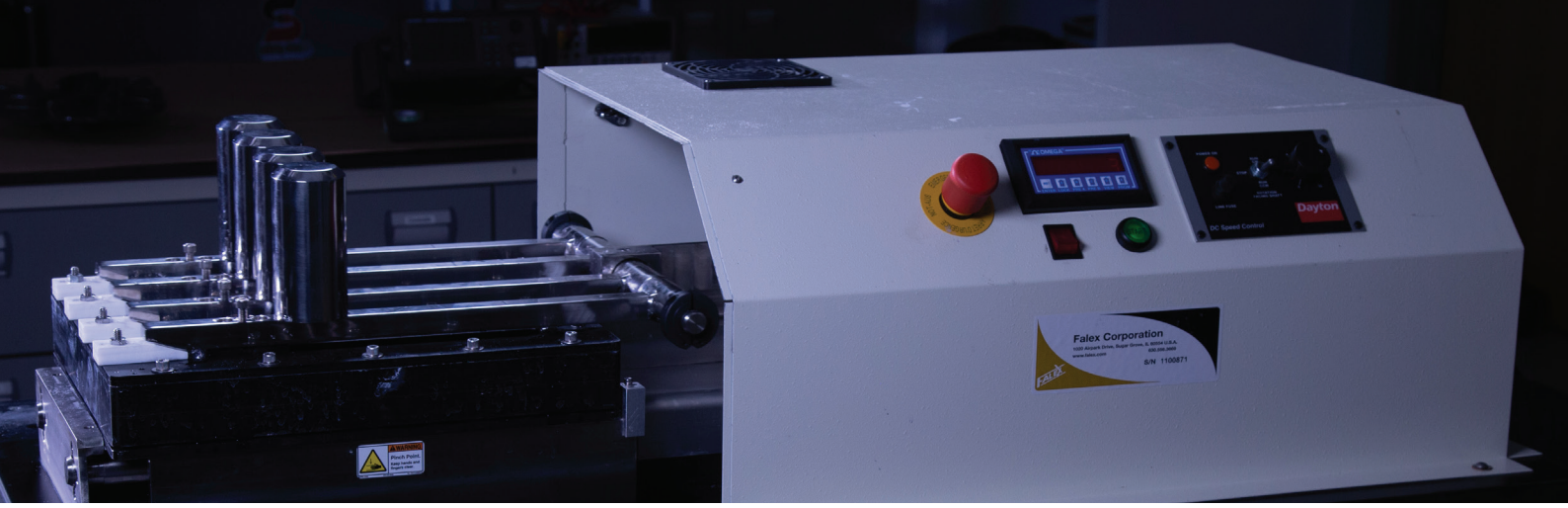
Özellik	Silisyum karbür	Alümina
Gerçek yoğunluk, g/cm ³	3,21	3,98
Knoop sertliği, Hk	2.600	2.000
Erime noktası, °C	2.600 (çözülür)	2.000
Spesifik ısı, kJ/kg • K	0,63–1,26	0,92–1,26
Termal koş., W/mK		
RT	167,6	30,2
400 °C	67,0	13,0
1.000 °C	46,9	6,3
CTE, ppm/K		
RT	3,8	6,9
400 °C	4,1	7,8
1.000 °C	4,8	8,3

ŞEKİL 2. Genel aşındırıcı dolgu maddeleri için sertlik ve kırılma tokluğu.



Yakın zamanda yeni bir ürün, LOCTITE® PC 7332™, başarıyla geliştirilmiş ve piyasaya sürülmüştür. LOCTITE® PC 7332™, hizmet ömrünü 6-8 aydan 18 aya uzatarak, gerçek kullanımda tatmin edici ve olağanüstü aşınmaya dirençli performansı onaylayarak, şiddetli ıslak abrazyon koşulları altında çamur pompalarının korunması için nitelikli hale gelmiş ve kullanılmıştır.





2. MALZEMELER VE YÖNTEMLER

2.1 Malzeme

LOCTITE® PC 7332™ A Parti#: PM171220A

LOCTITE® PC 7332™ B Parti#: PM171229B

2.2 Test Yöntemleri ve Parametre

Kuru abrazyon testi, ASTM G-6'ya göre DUCOM TR-0 kuru abrazyon test cihazı ile yürütülür.

Aşındırıcı çamur testi ASTM G-7'ye göre DUCOM TR-44 aşındırıcı çamur testi ekipmanı ile yürütülmüştür.

Test Parametresi	Hız: 100 dev/dk
	Devir: 200
	Yük: kg
	Numune Boyutu: 76x2,4x12,7 mm

Test Parametresi	Hız: 100 dev/dk
	Devir: 300
	Yük: 10,09 kg
	Çamur: 2 kg Al2O3+ 00 ml su
	Numune Boyutu: 76x2x6 mm



2.2 Test Yöntemleri ve Parametre (devam)

Miller testi ASTM G7 -01'e göre DUCOM TR-4 Miller ve Sar numara makine ile yürütülmüştür.

Test Parametresi	
	Her koldaki yük: 22,4 N
	Test süresi: 2 saat
	Çamur: 2 kg Al2O3+ 00 ml su
Strok uzunluğu: 203,2 mm	



Gaz Jeti erozyon testi, ASTM G-76'ya göre DUCOM TR-471-900 Gaz jeti erozyon test cihazı ile gerçekleştirilir.

Test Parametresi	
	Aşındırıcı tahliyesi: 2 gm/dk
	Aşındırıcı hızı: 72 m/saniye
	Test koşulu: Ortam sıcaklığı
	Test süresi: Her tutucuda 1 dakika
	Tüketilen aşındırıcı: 30.000 mg
Numune boyutu: 2 x2 x mm	



3. SONUÇLAR VE AÇIKLAMA

3.1 Ürün Açıklaması

LOCTITE® PC 7332™, şiddetli ıslak abrazyona maruz kalan FGD pompaları ve iletim hatları, çamur pompaları ve cüruf granülasyon pompaları gibi proses ekipmanlarının yüksek aşınma alanlarını korumak, yeniden kurmak ve onarmak için tasarlanmış, oda sıcaklığında kürlenebilen iki parçalı silisyum karbür dolgulu %100 katı epoksi sistemdir. Bu ürün aynı zamanda taşıma dirseklerinde, kanallarında ve diğer ekipmanlarda kuru koşullar altında partikül abrazyonu için de kullanılabilir. Tipik olarak, -30 °C ila 120 °C çalışma sıcaklığı aralığına sahip uygulamalarda kullanılır.

3.2 Bileşim ve Özellik

3.3 Abrazyon Direnci

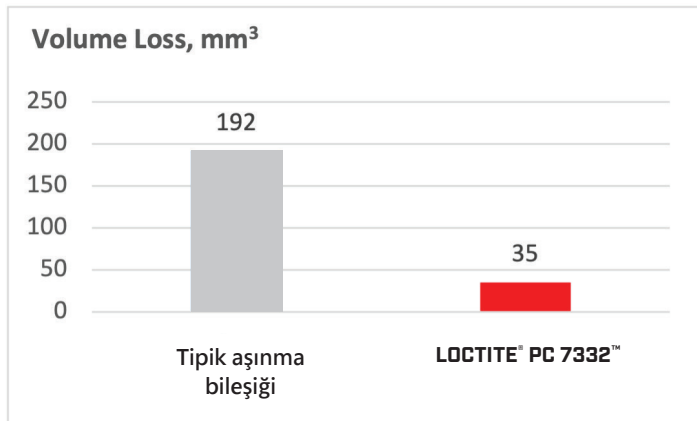
LOCTITE® PC 7332™'nin abrazyon direnci, çeşitli endüstriyel uygulamalarda aşınma performanslarını değerlendirmek ve simüle etmek amacıyla dört farklı abrazyon testi yöntemiyle ölçülmüştür. Sonuçlar diğer koruyucu kaplama ürünleri ile karşılaştırılmış ve açıklanmıştır [4].

3.3.1 Kuru Abrasyon Direnci

Kuru abrazyon testi, kuru kum ve lastik bir tekerlek vasıtasıyla aşınan malzemelerin çizilme abrazyonuna karşı direncini belirler. Sonuçlar, kömür besleyiciler ve değirmenler, sinter tesisi dirsekleri ve kanalları ile çimento torbalı kanallar gibi aşınmaya dirençli uygulamaları simüle etmek için kullanılabilir. LOCTITE® PC 7332™'nin kuru abrazyon testi sonuçları Tablo 4'te özetlenmiştir. Ürünün hacim kaybı sonucu, Şekil 3'te tipik aşınma bileşiği ile karşılaştırılmaktadır. Görülebileceği gibi, LOCTITE® PC 7332™'nin hacim kaybı çok daha düşüktür ve bu daha uzun bir kaplama ömrünü gösterir. Diğer koruyucu kaplama ürünleri ile karşılaştırıldığında LOCTITE® PC 7332™'nin bugüne kadar test edilen tüm ürünler arasında en yüksek seviyede kuru abrazyon direnci gösterdiği bulunmuştur. Hacim kaybı, ısıyla kürlenmiş aşınma bileşiklerinininkinden bile daha düşüktür.

Numune No.	Ağırlık, mg [ilk, son, kayıp]	Ağırlık kaybı, mg	Hacim kaybı, mm ³
1	2319, 2249, 70	80	3
2	46714, 46626, 88		
3	46829, 46748, 81		

ŞEKİL 3. Kuru abrazyon testinden hacim kaybı sonuçları.

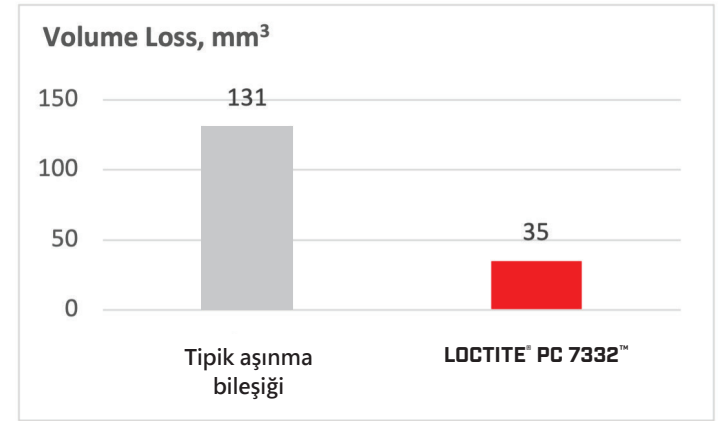


3.3.2 Aşındırıcı Çamur Direnci

Aşındırıcı çamur testi, bir çelik tekerlek ve kürlenmiş numune arasından ıslak bir aşındırıcı alümina bulamacı geçerken aşınan malzemelerin direncini belirler. Aşındırıcı çamur testi sonucu, atık su arıtımında kül atma pompaları ve arıtıcı için aşınmaya dirençli uygulamaları simüle etmek amacıyla kullanılabilir. LOCTITE® PC 7332™'nin aşındırıcı çamur testi sonuçları x numaralı tabloda özetlenmiştir. Ürünün hacim kaybı sonucu Şekil 4'te tipik bir aşınma bileşiği ile karşılaştırılmaktadır. LOCTITE® PC 7332™'nin ağırlık kaybı çok daha düşük, standart ürünün kabaca 1/4'ü kadardır. Bu sonuç LOCTITE® PC 7332™'nin aynı zamanda çok daha iyi performans gösterdiğini ve çeşitli gerçek uygulamalarda şiddetli ıslak çamur aşınma koşullarında çok daha uzun dayanabileceğini göstermektedir.

Numune No.	Ağırlık, mg [ilk, son, kayıp]	Ağırlık kaybı, mg	Hacim kaybı, mm ³
1	26979, 26896, 83	79	3
2	27 11, 27436, 7		
3	2 98 , 2 899, 86		

ŞEKİL 4. Aşındırıcı çamur testinden hacim kaybı sonuçları.



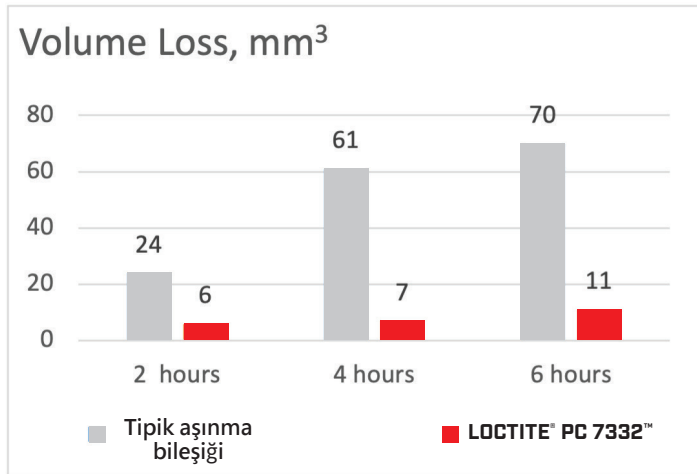
3.3.3 Miller Aşındırıcı Çamur

Miller çamur testi, herhangi bir çamurun bağlı aşındırıcılığını veya farklı malzemelerin farklı çamurların aşındırıcılığına tepkisini belirler. Miller çamur testi sonucu, enerji santralindeki çamur taşıma pompası, malzeme taşıma sistemlerinde kül atma boruları ve dirsek ve tarama pompaları için aşınmaya karşı koruyucu uygulamaları simüle etmek amacıyla kullanılabilir. LOCTITE® PC 7332™'nin Miller testi sonuçları Tablo 6'da özetlenmiştir. Hacim kaybı sonucu Şekil 5'te tipik bir aşınma bileşiği ile karşılaştırılmaktadır. Görülebileceği gibi, LOCTITE® PC 7332™'nin hacim kaybı çok daha düşüktür. Diğer mevcut koruyucu kaplama ürünleri ile karşılaştırıldığında LOCTITE® PC 7332™'nin bugüne kadar test edilen tüm ürünler arasında en yüksek seviyede aşındırıcı çamur direnci gösterdiği bulunmuştur. Hacim kaybı, ısıyla kürlenmiş aşınma bileşiklerinkinden bile daha düşüktür.

TABLO 6. LOCTITE® PC 7332™'nin Miller testi

Numune No.	Ağırlık, mg [başlangıç, 2 saat, 4 saat, 6 saat]	Ağırlık kaybı, mg [2 saat, 4 saat, 6 saat]
1	4036, 4020, 4017, 4012	16, 19, 24
2	3886, 3873, 3868, 38	13, 18, 31
3	3917, 3906, 3904, 3900	11, 13, 17
Ortalama ağırlık kaybı, mg		13, 17, 24
Hacim kaybı, mm ³		6, 7, 11

ŞEKİL 5. Miller testinden hacim kaybı sonuçları.



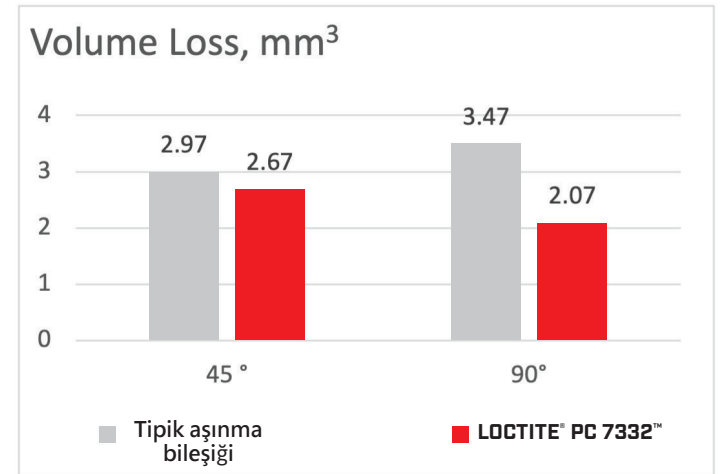
3.3.4 Gaz Jeti Erozyonu

Gaz jeti erozyon testi, gaz sürüklenen katı parçaların çarpma erozyonu ile malzeme kaybını belirler. Test sonucu, çimento endüstrisindeki hammadde değirmenleri, torbalı ve fırın soğutucuları, enerji üretim endüstrisindeki iç koniler ve kül atma sistemlerinin yanı sıra çelik ve kömür endüstrisindeki yüksek fırın ekipmanları için aşınmaya dirençli uygulamaları simüle etmek için kullanılabilir. LOCTITE® PC 7332™'nin gaz jeti erozyonu testi sonucu Tablo 7'de özetlenmiştir. Hacim kaybı sonucu Şekil 6'da standart bir aşınma bileşiğinkine ile karşılaştırılmaktadır. Gösterildiği gibi, LOCTITE® PC 7332™'nin hacim kaybı hem 4° hem de 90° testinde tipik aşınma bileşiğinden daha düşüktür. Test edilen diğer koruyucu kaplama ürünleri ile karşılaştırıldığında en iyi performansı LOCTITE® PC 7332™ göstermektedir.

TABLO 7. LOCTITE® PC 7332™'nin kuru abrazyon testi

Etki Açısı	Numune No.	Ağırlık, mg [ilk, son, kayıp]	Kütle kaybı, mg	Hacim kaybı, mm ³
4°	1	7204, 7199,	6	2.67
	2	6669, 6662, 7		
	3	6341, 633, 6		
90°	1	689, 6889, 6	2.07	
	2	7160, 716, 6		
	3	626, 6261, 4		

ŞEKİL 6. Gaz jeti erozyonu testinden hacim kaybı sonuçları.





4. SONUÇ

LOCTITE® PC 7332™, hem epoksi reçine hem de aşındırıcı dolgu bileşimleri optimize edilerek yüksek aşınma dirençli bir bileşik olarak geliştirilmiştir. Bir çelik fabrikasında şiddetli ıslak abrazyon ortamında çamur pompası koruma uygulamasında olağanüstü aşınmaya dirençli performans ve uzun hizmet süresi onaylanmıştır. Çeşitli triboloji test sonuçları, LOCTITE® PC 7332™'nin çeşitli test yöntemleriyle en yüksek abrazyon performansı seviyesine sahip olduğunu göstermektedir.

Bu, LOCTITE® PC 7332™'nin şiddetli ıslak abrazyona maruz kalan FGD pompaları, çamur pompaları ve cüruf granülasyon pompaları gibi enerji üretimi, madencilik ve çelik tesisi uygulamalarında proses ekipmanlarının yüksek aşınma alanlarını korumak, yeniden kurmak ve onarmak için kullanıma uygun olduğunu göstermektedir. LOCTITE® PC 7332™ aynı zamanda boru dirseklerinde, kanallarında ve diğer ekipmanlarda kuru koşullar altında partikül abrazyonu için de kullanılabilir.



TEŞEKKÜR

Yazarlar, abrazyon testlerinde yardımları için Paresh Raiyani ve Jayesh Shah'a teşekkür eder.

REFERANSLAR

1. Henkel Loctite Maintenance Solutions Guide, 2017 Volume 20
2. P. C. Milak, F. D. Minatto, A. De Noni Jr, O. R. K. Montedo, Ceramica, 61(201), 88–103
3. G. Pintaude, In: T. Ghrib, New Tribology Ways, London: Intechopen; 2011, 117–130.
4. J. Shah, P. Raiyani, N. Adkar, T. Buckley, G. Zaffaroni, R. Newmayer, Correlating ASTM Tribology Test Methods to End Use Industrial Applications for Polymer Composite Products, New to the World Data, 2017