



LOCTITE®

NOVO COMPÓSITO RESISTENTE AO DESGASTE

Leo Li, Chunfu Chen, Henry Chu, Choc Wang, time de ACM-APAC da Henkel.

03 de setembro de 2020.

ABSTRATO

Os compostos de desgaste são polímeros compósitos que combinam cargas cerâmicas de alta resistência a abrasão com a tecnologia epóxi de alta adesão e resistência ao impacto. Um novo polímero compósito de resistência ao desgaste, o LOCTITE® PC 7332™ foi desenvolvido e lançado recentemente para áreas de alto desgaste em equipamentos de processamento em indústrias de geração de energia, mineração e usinas siderúrgicas, como bombas e dutos de dessulfuração, bombas de polpa e bombas de granulação de escória para proteção contra abrasividade úmida severa. O LOCTITE® PC 7332™ é um produto epóxi com carga de carboneto de silício bicomponente e com cura à temperatura ambiente. Sua resistência à abrasividade foi medida pelo teste de abrasividade seca, teste de abrasividade de polpa, teste de polpa de Miller e teste de erosão por jato de gás em diferentes condições. Os resultados dos testes são discutidos e comparados com os compósitos de desgaste existentes e outros produtos de revestimento protetores. As propriedades do produto e as características principais também são descritas.

1. INTRODUÇÃO

Os compostos de desgaste têm sido amplamente utilizados como revestimentos protetores resistentes ao desgaste, com o intuito de estender a vida útil de equipamentos industriais, protegendo-os contra corrosão, abrasão, ataques químicos e outros desgastes encontrados em ambientes industriais agressivos. Ele pode ser usado para restaurar superfícies desgastadas ou para proteger peças novas.

A Henkel é a líder de mercado global e fornecedora de tecnologia de compostos de desgaste há décadas. Nós temos uma série de produtos de alto desempenho para proteção contra o desgaste que podem atender a várias aplicações de prevenção e reconstrução de desgaste [1]. Recentemente, nos foi solicitado melhorar ainda mais a resistência ao desgaste e estender a vida útil em uso dos equipamentos devido aos requisitos de maior eficiência de produção.

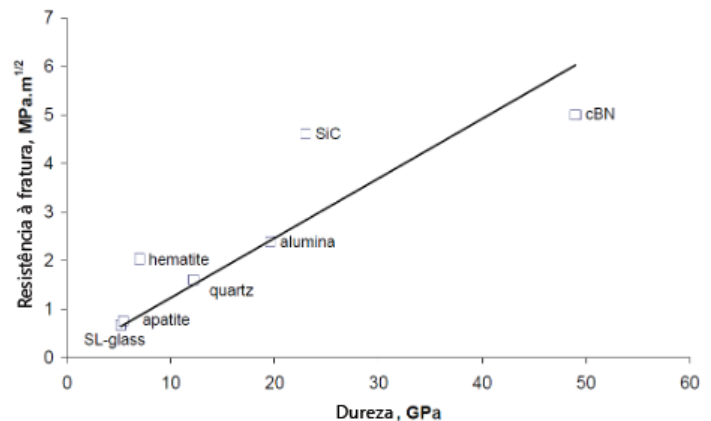
A resina dos compostos de desgaste é tipicamente composta de resina epóxi, diluente, cerâmica de alumina, agente de ligação de silano e outros aditivos, conforme necessário. Seu endurecedor é composto principalmente de amina alifática, poliamida, esferas de cerâmica de alumina e outros aditivos, conforme necessário.

A alumina é comumente usada como a principal carga de cerâmico abrasivo para compostos de desgaste, devido à boa propriedade de resistência ao desgaste e fornecimento fácil. Conforme mostrado na Figura 2 [2, 3], o carboneto de silício tem maior dureza e maior tenacidade do que a alumina, indicando um possível desempenho de maior resistência ao desgaste no uso real. As propriedades de carboneto de silício e alumina são comparadas na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades do carboneto de silício e alumina

Propriedade	Carboneto de silício	Alumina
Peso específico, g/cm ³	3.21	3.98
Dureza Knoop, Hk	2,600	2,000
Ponto de fusão, °C	2.600 (quebra)	2,050
Calor específico, kJ/kg • K	0.63–1.26	0.92–1.26
Cond. térmica, W/mK		
TA	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

Figura 2. Dureza e resistência à fratura para cargas abrasivas comuns.



Um novo produto, o LOCTITE® PC 7332™, foi desenvolvido com sucesso e lançado recentemente. O LOCTITE® PC 7332™ foi qualificado e usado para proteção de bombas de polpa sob condições severas de abrasividade úmida, estendendo a vida útil de 6 a 8 meses para mais de 18 meses, confirmando o desempenho satisfatório e de excelente resistência ao desgaste em uso real.





2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

LOCTITE® PC 7332™ A N° de lote: PM171220A

LOCTITE® PC 7332™ B N° de lote: PM171229B

2.2 Métodos e parâmetros de teste

O teste de abrasividade seca foi realizado no equipamento de teste de abrasividade seca DUCOM TR-0, de acordo com ASTM G-6.

Parâmetro de teste	Velocidade: 100rpm
	Rotação: 200
	Carga: kg
	Dimensão da amostra: 76X2,4x12,7mm

O teste de abrasividade de polpa foi realizado no equipamento de teste de abrasividade de polpa DUCOM TR-44, de acordo com ASTM G-7.

Parâmetro de teste	Velocidade: 100rpm
	Rotação: 300
	Carga: 10,09kg
	Polpa: 2kg Al2O3 + 00ml de água
	Dimensão da amostra: 76x2x6mm

DUCOM TR-50



DUCOM TR-44



2.2 Métodos e parâmetros de teste [continuação]

O teste de Miller e número de SAR no equipamento DUCOM TR-4, de acordo com ASTM G7-01.

Parâmetro de teste	Carga em cada braço: 22,4N
	Duração do teste: 2 horas
	Polpa: 2kg Al ₂ O ₃ + 00ml de água
	Comprimento do curso: 203,2mm



DUCOM TR-45

O teste de erosão a jato de gás foi realizado no equipamento de testes de erosão a jato de gás DUCOM TR-471-900, de acordo com ASTM G-76.

Parâmetro de teste	Descarga erosiva: 2 gm/min
	Velocidade de erosão: 72 m/segundo
	Condição de teste: Temperatura ambiente
	Duração do teste: 1 minuto em cada suporte
	Erosivo consumido: 30000mg
	Dimensão da amostra: 2x2mm



DUCOM TR-471-900

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Descrição do produto

O LOCTITE® PC 7332™ é um sistema epóxi bicomponente 100% sólido, com cura à temperatura ambiente, com carga de carboneto de silício, desenvolvido para proteger, reconstruir e consertar áreas de alto desgaste de equipamentos de processamento, tais como bombas de dessulfuração e dutos, bombas de polpa e bombas de granulação de escória que são sujeitas à abrasividade úmida severa. Este produto também pode ser usado para áreas de abrasão por partículas em condições secas, em cotovelos de transporte, calhas e outros equipamentos. Ele é normalmente utilizado em aplicações com uma faixa de temperatura operacional de -30 °C a 120 °C.

3.2 Composição e propriedades

3.3 Resistência à abrasão

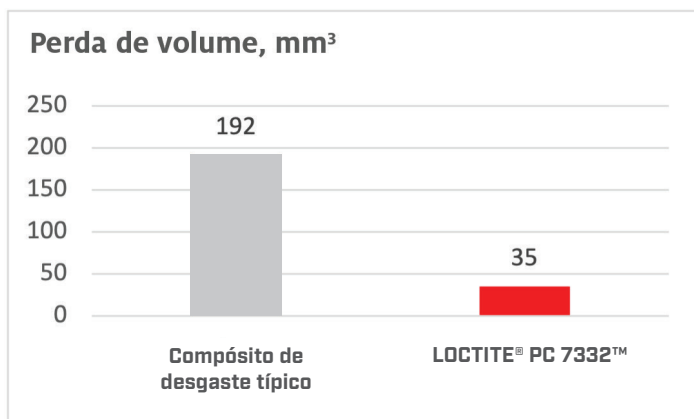
A resistência à abrasividade do LOCTITE® PC 7332™ foi medida por quatro diferentes métodos de teste de abrasividade, para avaliar e simular seu desempenho de desgaste em várias aplicações industriais. Os resultados foram comparados e discutidos com outros produtos de revestimento de proteção [4].

3.3.1 Resistência à abrasividade seca

O teste de abrasividade seca determina a resistência dos materiais de desgaste à abrasão por raspagem por meio de areia seca e uma roda de borracha. Os resultados podem ser usados para simular aplicações resistentes ao desgaste, como alimentadores e moinhos de carvão, cotovelos e dutos de usinas de sinterização, assim como dutos de ensacamento de cimento. Os resultados do teste de abrasividade seca do LOCTITE® PC 7332™ foram resumidos na Tabela 4. Seu resultado de perda de volume é comparado com o de um composto de desgaste típico na Figura 3. Como se pode ver, a perda de volume do LOCTITE® PC 7332™ é muito mais baixa, indicando uma vida útil do revestimento mais longa. Quando comparado a outros produtos de revestimento de proteção, verifica-se que o LOCTITE® PC 7332™ apresenta o mais alto nível de resistência à abrasividade seca entre todos os produtos testados até hoje. Sua perda de volume é ainda menor do que a dos compostos de desgaste com cura por calor.

TABELA 4. Teste de abrasividade seca do LOCTITE® PC 7332™			
N° da amostra	Peso, mg [inicial, final, perda]	Perda de peso, mg	Perda de volume, mm³
1	52319, 52249, 70	80	35
2	46714, 46626, 88		
3	46829, 46748, 81		

FIGURA 3. Resultados de perda de volume no teste de abrasividade seca.

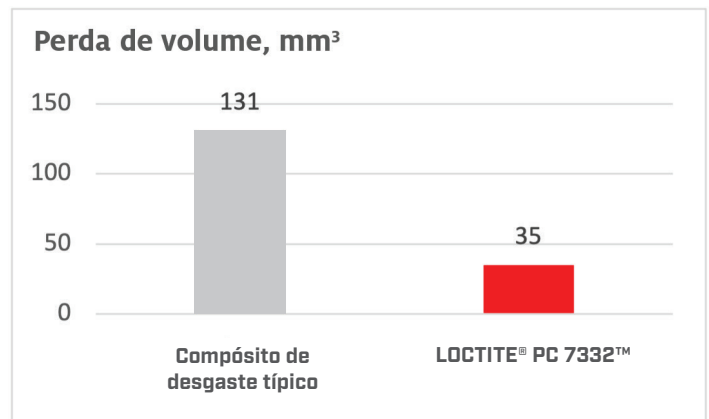


3.3.2 Resistência à abrasividade de polpa

O teste de abrasividade por polpa determina a resistência dos materiais de desgaste à medida que uma polpa úmida e abrasiva de alumina passa entre uma roda de aço e a amostra curada. O resultado da abrasividade por polpa pode ser usado para simular aplicações resistentes ao desgaste para bombas de manuseio de cinzas e clarificador no tratamento de águas residuais. Os resultados do teste de abrasividade por polpa de LOCTITE® PC 7332™ estão resumidos na Tabela 5. Seu resultado de perda de volume é comparado com um composto de desgaste típico na Figura 4. A perda de peso do LOCTITE® PC 7332™ é muito mais baixa, cerca de 1/4 do produto padrão. Este resultado indica que o LOCTITE® PC 7332™ também tem um desempenho muito melhor e pode durar muito mais sob severas condições de uso de polpa úmida em várias aplicações reais.

TABELA 5. Teste de abrasividade por polpa do LOCTITE® PC 7332™			
N° da amostra	Peso, mg [inicial, final, perda]	Perda de peso, mg	Perda de volume, mm³
1	26979, 26896, 83	79	35
2	27511, 27436, 75		
3	25985, 25899, 86		

FIGURA 4. Resultados de perda de volume do teste de abrasividade por polpa.



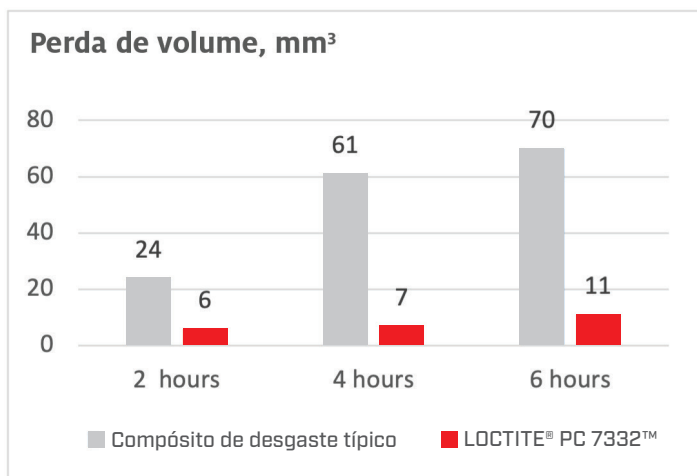
3.3.3 Abrasividade por polpa Miller

O teste abrasividade Miller determina a abrasividade relativa de qualquer pasta ou a resposta de diferentes materiais à abrasividade de diferentes pastas.

O resultado da polpa de Miller pode ser usado para simular aplicações de proteção contra desgaste para bombas de manuseio de polpa em usinas de energia, tubos e cotovelos de manuseio de cinzas em sistemas de manuseio de materiais e bombas de dragagem. Os resultados do teste de Miller do LOCTITE® PC 7332™ estão resumidos na Tabela 6. Seu resultado de perda de volume é comparado com o de um composto de desgaste típico na Figura 5. Como pode ser visto, a perda de volume do LOCTITE® PC 7332™ é muito mais baixa. Em comparação com outros produtos de revestimento de proteção existentes, verifica-se que LOCTITE® PC 7332™ apresenta o mais alto nível de resistência à abrasividade de polpa entre todos os produtos testados até hoje. Sua perda de volume é ainda menor do que a dos compostos de desgaste com cura por calor.

TABELA 6. Teste de Miller do LOCTITE® PC 7332™		
N° da amostra	Peso, mg (inicial, 2 horas, 4 horas, 6 horas)	Perda de peso, mg (2 horas, 4 horas, 6 horas)
1	4036, 4020, 4017, 4012	16, 19, 24
2	3886, 3873, 3868, 3855	13, 18, 31
3	3917, 3906, 3904, 3900	11, 13, 17
Perda de peso média, mg		13, 17, 24
Perda de volume, mm ³		6, 7, 11

FIGURA 5. Resultados da perda de volume do teste de Miller.

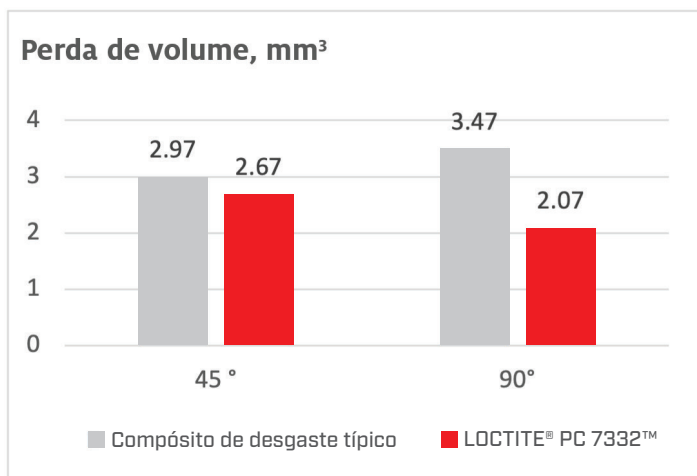


3.3.4 Erosão por jato de gás

O teste de erosão por jato de gás determina a perda de material pela erosão por impacto de partículas sólidas arrastadas por gás. O resultado do teste pode ser usado para simular aplicações resistentes ao desgaste para moinhos de matérias-primas, câmaras de ensacamento e resfriadores de forno na indústria de cimento, cones internos e sistemas de manuseio de cinzas na indústria de geração de energia, assim como equipamentos de alto forno na indústria de aço e carvão. Os resultados do teste de erosão por jato de gás de LOCTITE® PC 7332™ estão resumidos na Tabela 7. Seu resultado de perda de volume é comparado com a de um composto de desgaste de uso padrão na Figura 6. Como mostrado, a perda de volume do LOCTITE® PC 7332™ é mais baixa do que o composto de desgaste típico nos testes de 4° e 90°. Quando comparado com outros produtos de revestimento de proteção testados, o LOCTITE® PC 7332™ tem o melhor desempenho.

TABELA 7. Teste de abrasividade seca do LOCTITE® PC 7332™				
Ângulo de colisão	N° da amostra	Peso, mg (inicial, final, perda)	Perda de massa, mg	Perda de volume, mm ³
45°	1	7204, 7199, 5	6	2.67
	2	6669, 6662, 7		
	3	6341, 6335, 6		
90°	1	6895, 6889, 6	5	2.07
	2	7160, 7156, 6		
	3	6265, 6261, 4		

FIGURA 6. Resultados de perda de volume do teste de erosão por jato de gás.





4. CONCLUSÃO

O LOCTITE® PC 7332™ foi desenvolvido como um composto de alta resistência ao desgaste, otimizando tanto a resina epóxi quanto as composições de preenchimento abrasivo. Um excelente desempenho de resistência ao desgaste e longo tempo de serviço foram confirmados na aplicação de proteção de bomba de polpa em ambiente de abrasividade úmida severa em uma usina siderúrgica. Vários resultados de testes de tribologia mostram que o LOCTITE® PC 7332™ tem o mais alto nível de desempenho de abrasividade por vários métodos de teste. Isso sugere que LOCTITE® PC 7332™ é adequado para uso na proteção, reconstrução e conserto de áreas de alto desgaste de equipamentos de processamento em indústrias de geração de energia, mineração e usinas siderúrgicas, como bombas e dutos de dessulfurização, bombas de polpa e bombas de granulação de escória, que estão sujeitas à abrasividade úmida severa. O LOCTITE® PC 7332™ também pode ser usado para abrasividade de partículas sob condições secas em cotovelos de transporte, calhas e outros equipamentos.



AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Paresh Raiyani e Jayesh Shah pela ajuda com os testes de abrasividade.

REFERÊNCIAS

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, Londres: 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