

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO DESGASTE ABRASIVO DE MATERIAIS EMPREGADOS NA FABRICAÇÃO DE HELICOIDES UTILIZADOS NA MOVIMENTAÇÃO DE GRÃOS

Jeferson Almeida Chavasco

WEG S.A. Av. Prof. Waldemar Grubba, 3000 - Jaraguá do Sul – SC, 89256-900.

jeferson_chavasco@hotmail.com;

Maicon Luis Silveira dos Santos

Alexandre Aparecido Buenos

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Av. Roraima, 1000 - Camobi, Santa Maria - RS, 97105-900.

mhsantos005@hotmail.com; alexandre.buenos@ufsm.br.

Resumo. Nesse trabalho é apresentada a avaliação de um estudo de resistência ao desgaste abrasivo em materiais de helicoides utilizados em transportadores helicoidais de grãos. Tais helicoides foram produzidos combinando três materiais e dois tratamentos térmicos diferentes: chapa de aço SAE 1008, chapa de aço SAE 1020 com tratamento de carbonitretação e chapa de aço ao boro 10B30 temperada por indução. Para o estudo do desgaste foram extraídos 7 corpos de prova e estes foram submetidos a um ensaio de bloco-disco. Os resultados mostram que a chapa de aço SAE 1020 carbonitretada apresentou perda de massa de 7%, sendo aproximadamente 8% menor em relação aos CPs de aço SAE 1008 sem tratamento e chapa de aço ao boro 10B30, respectivamente. As chapas de aço SAE 1008 e de aço ao boro 10B30 apresentam perdas de massa muito próximas uma em relação a outra, sendo que a chapa de aço ao boro perdeu 3% de massa a menos do que a de aço SAE 1008 sem tratamento. Conclui-se que a chapa de aço SAE 1020 carbonitretada possui maior resistência ao desgaste do que as demais, dando a melhor opção de escolha para a construção de helicoides.

Palavras chave: Desgaste. Helicoide. Tribologia. Bancada de ensaio de desgaste. Abrasividade.

1. INTRODUÇÃO

Em um país onde a agricultura é um dos pilares da economia, a produção de grãos mostra-se fundamental para a manutenção do setor. Diante disso, o setor agrícola vem crescendo nos últimos anos tanto em produção de grãos quanto em capacidade estática de armazenagem dos produtos. Tal crescimento vem acompanhado com o desenvolvimento da capacidade estática, sendo que essa está diretamente relacionada com os produtos pós-colheita, tais como silos, secadores, elevadores de caneca, transportadores helicoidais, entre outros. Dentre as empresas, pode-se citar a Metalúrgica Cofelma LTDA, que atua na produção de helicoides ou parafusos transportadores que são utilizados para movimentação de produtos, tais como granulados de borracha, farelos e grãos. Desse modo, dentre os produtos transportados pode-se destacar o arroz. Este produto é composto basicamente pelo grão e a casca, sendo que a casca representa cerca de 3% da massa da planta do arroz e está pode acumular até 15% em massa de sílica em sua composição (FERNANDES; SABINO; ROSSETTO, 2014). Sabe-se que a sílica é altamente abrasiva, e uma das peças dos transportadores helicoidais, o helicoide, sofre maior desgaste devido a abrasividade dos produtos. Em razão

disso, os tópicos que este trabalho apresenta, tem por intuito apresentar uma análise para caracterizar o desgaste dos materiais utilizados na produção dos helicoides.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Materiais e Propriedades Mecânicas: O aço SAE 1008 é um aço carbono com aproximadamente 0,08 % de carbono, apresentando baixa resistência mecânica, excelente conformabilidade e soldabilidade, amplamente usado em peças extrudadas ou conformadas a frio. O aço SAE 1020 é um dos aços ao carbono mais comum utilizado como aço para cementação com excelente relação custo benefício, possuindo excelente plasticidade e soldabilidade. (AÇOSPORTE, 2018). O aço ao boro 10B30 é ligado com uma pequena percentagem de boro, proporcionando temperabilidade elevada, excelente formabilidade antes de temperado e elevadas características de resistência ao desgaste após tratamento térmico.

Tratamentos Térmicos (TT): TT são processamentos aplicados aos materiais os quais visam a alteração das propriedades mecânicas iniciais através de alterações na microestrutura e fases presentes (CALLISTER, 2012). Os TT aplicados ao equipamento analisado são: carbonitretação, tempêra e tempera por indução.

Material a ser Transportado: Ao considerar o grão de arroz como um todo, cerca de 20% de seu peso corresponde a casca. Essa é caracterizada por alta dureza, alta abrasividade e fibrosidade (DELLA; KUHN; HOTZA, 2001). A sílica é responsável por conferir as características abrasivas à casca do arroz.

2.1. Desgaste

Segundo Tschiptschin (2008), o desgaste é a remoção indesejável de material da superfície em contato, em decorrência da ação mecânica. O desgaste em componentes industriais é preocupação recorrente na indústria devido à diminuição da vida útil, causado pela perda constante de massa que pode acarretar em alterações na peça.

Desgaste abrasivo: Para Tier (1998), o desgaste abrasivo ocorre quando uma superfície dura e rugosa ou uma superfície que contenha partículas duras desliza sobre a outra superfície mais macia, causando nesta uma série de sulcos. É resultante da penetração e formação de ranhuras com a retirada do material de uma superfície para outro corpo, e essa está relacionada à dureza do abrasivo.

Ensaio de desgaste: Para determinar a resistência ao desgaste de um material existem diversos tipos de ensaios, tal como ensaio de bloco-disco. Este ensaio é aplicado para determinar o desgaste provocado pelo deslizamento de contato lineares. O bloco de teste é pressionado contra um disco em rotação conforme apresentado na Figura 1. O resultado deve ser obtido pela perda de cálculo de volume do bloco, através do cálculo de perda de massa do corpo (GARCIA; SPIM; DOS SANTOS, 2012).

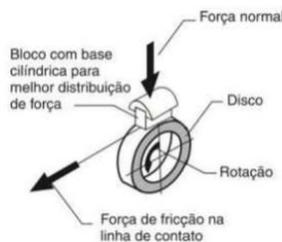


Figura 1. Ensaio de desgaste bloco – disco
Fonte: Garcia, Spim, dos Santos (2012).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Definição dos ensaios

Os ensaios de desgaste linear foram realizados no laboratório de tribologia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) em Alegrete, RS. O método linear consiste em deslizar um apalpador sobre uma amostra, ou vice-versa, em linha reta e conseqüentemente é gerada uma força de atrito, produzindo uma perda de material e caracterizando como desgaste abrasivo.

3.2. Fatores de influência no desgaste

Segundo a norma ASTM G40, o desgaste abrasivo é definido como desgaste devido a partículas ou protuberâncias duras forçadas contra e movendo-se ao

longo de uma superfície sólida. Logo, caracterizar-se os principais fatores como a força e o movimento, porém a forma do abrasivo, dureza e se o abrasivo está preso ou solto são importantes. Os fatores de influência nesse ensaio seriam revolução, carga de atrito e velocidade.

3.3. Definição dos equipamentos

Para o ensaio de desgaste utilizando o método bloco sobre disco foi necessário utilizar um tribômetro da marca Phoenix trybology, modelo TE SLIM.

Também foi utilizada uma balança de precisão da marca Shimadzu, modelo AY220, com resolução de 0,001g para medição de perda de massa dos CPs. Para a obtenção de imagem após o desgaste, foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura (MEV).

A Figura 2 mostra os 20 CPs extraídos de parte do helicóide produzido em chapa de aço SAE1008, sendo que do total de CPs foram selecionados aleatoriamente 7 CPs. Isso foi feito para os demais materiais, chapa de aço SAE1020 carbonitretada e ao boro 10B30.



Figura 2. Parte do helicóide com a posição de extração dos CPs.
Fonte: Chavasco (2018).

A Tabela 1 e 2 apresentam algumas propriedades mecânicas dos materiais e dados de *input*, respectivamente.

Tabela 1. Propriedades mecânicas dos materiais dos helicóides.

Material	Limite de escoamento [MPa]	Limite de resistência a ruptura [MPa]	Alongamento [%]	Dureza [HV]
SAE 1008	340	385	45	194,57
SAE 1020 C	302	521	40	782,25
10B30 T	260	470	20/42	235,83

Fonte: Chavasco (2018).

Tabela 2. Dados de entrada para o ensaio de desgaste.

Dados de Entrada		
Dados	Unidade	Valor
Velocidade	rpm	50
Carga de atrito	g	1000
1 – Revolução	voltas	200
2 – Revolução	voltas	400

Fonte: Chavasco (2018).

Foi executado 200 e 400 revoluções, sendo medido a perda de massa nesses dois intervalos para todos os CPs.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizar os ensaios de desgaste, foram obtidos resultados na forma de perda de massa e perda de volume conforme a norma ASTM G77 (2010).

Perda de massa: Os resultados para variação de massa podem ser vistos na Tabela 3 e Figura 3.

Tabela 3. Variação da massa, g.

CPs	SAE 1008			SAE 1020 carbonitretada			Aço 10B30 T		
	Antes do ensaio	Após 200 rev	Após 400 rev	Antes do ensaio	Após 200 rev	Após 400 rev	Antes do ensaio	Após 200 rev	Após 400 rev
01	2,9394	2,7220	2,5658	2,7668	2,6803	2,5602	2,5478	2,4328	2,2733
02	2,8275	2,6192	2,3593	3,1250	3,0394	2,9200	2,4176	2,2298	2,1227
03	2,1985	1,9405	1,6563	2,6645	2,5804	2,4042	2,5070	2,3434	2,1997
04	3,1594	2,9216	2,6931	2,6208	2,5117	2,3656	2,4021	2,2292	2,0030
05	2,6683	2,4671	2,3503	3,0294	2,9265	2,7672	2,3609	2,1836	2,0703
06	2,2922	2,0986	1,8768	2,6951	2,6123	2,5526	2,4837	2,3316	2,2082
07	2,2964	2,0802	1,9966	3,2595	3,1842	3,1079	2,5025	2,3405	2,1209

Fonte: Chavasco (2018).

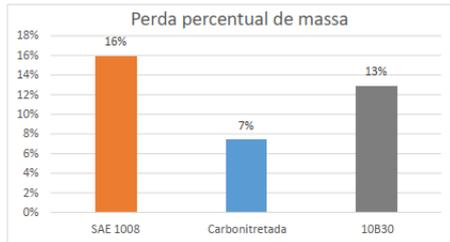


Figura 3. Percentual de perda de massa.

Fonte: Chavasco (2018).

Percebe-se que, na Figura 3, o aço SAE 1008 foi o que obteve maior perda de massa e o SAE 1020 carbonitretado apresentou menor desgaste quando comparado aos outros. Acredita-se que isso está relacionado com as durezas.

Perda de volume: Conforme a norma ASTM G77 (2010), o resultado de desgaste deve ser medido pela perda de volume e os resultados podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4. Perda de volume, unidade em cm³.

Corpo de prova	SAE 1008			SAE 1008 Carbonitretado			10B30		
	Vol. inicial	200 rev.	400 rev.	Vol. Inicial	200 rev.	400 rev.	Vol. Inicial	200 rev.	400 rev.
01	0,29172	0,26425	0,25363	0,49020	0,47680	0,46257	0,30446	0,28083	0,24939
02	0,29118	0,26659	0,23841	0,38493	0,37211	0,35161	0,31879	0,29815	0,27018
03	0,33896	0,31340	0,29856	0,34245	0,33193	0,32435	0,31639	0,29702	0,28130
04	0,40135	0,37114	0,34211	0,43433	0,42418	0,41349	0,30075	0,27817	0,26373
05	0,27928	0,24651	0,21040	0,41417	0,40460	0,39490	0,30600	0,28397	0,25516
06	0,35918	0,33272	0,29971	0,35156	0,34057	0,32531	0,31936	0,29852	0,28022
07	0,37340	0,34578	0,32594	0,39708	0,38620	0,37103	0,30380	0,28405	0,27041

Fonte: Chavasco (2018).

Nota-se que na Tabela 4, a perda média que o CP teve em relação ao volume. Novamente os resultados foram proporcionais a perda de massa, analisando o aço ao boro 10B30 em relação ao SAE 1008, percebe-se que o material apresentou resultado muito próximo ao da chapa de material simples e sem tratamento, SAE 1008.

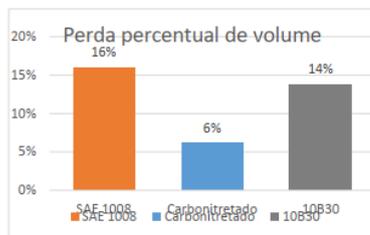


Figura 4. Percentual de perda de volume.

Fonte: Chavasco (2018).

A Figura 4 mostra a diferença entre o aço SAE 1020 carbonitretado em relação aos outros materiais, uma vez que ele foi menos afetado pela ação de desgaste,

apresentando menor perda de volume. Já quando comparado o aço ao boro 10B30 temperado por indução e SAE 1008, nota-se que a diferença se estabelece em aproximadamente 2%. Analisando os resultados, pode-se observar que o aço SAE 1020 carbonitretado teve um desgaste bastante inferior em relação aos outros. Já o aço SAE 1008 em relação ao 10B30 houve uma pequena diferença de 3% em relação a massa, e essa diferença fica menor em relação ao volume, 2%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aço SAE 1020 carbonitretado apresenta perda de massa de 7%, sendo este o que apresenta maior resistência ao desgaste quando comparado com os aços SAE 1008 e ao boro 10B30 temperado por indução. Além disso, este material apresentou perda de volume de 6%. Portanto, pode-se concluir que o TT de carbonitreção na chapa de aço SAE 1020 é adequado e mais eficiente para transporte de grãos em comparação com outros materiais e TT analisados. A chapa de aço ao boro 10B30 temperado por indução, não demonstrou grande diferença em relação a de aço SAE 1008, porém apresentou resultados melhores. Logo, deve-se analisar o quanto é válido esse tratamento, uma vez que a chapa de aço SAE 1008 sem tratamento apresentou resultados inferiores porém muito próximos. Por último, a chapa de aço SAE 1008 é a que demonstrou ser menos adequada para uso em transporte de grãos, como o arroz com casca, uma vez que ela tem menor dureza e maior desgaste em relação aos outros materiais estudados.

6. REFERÊNCIAS

- AÇOSPORTE. COMERCIAL DE AÇOS LTDA. Aços SAE 1020. Disponível em: <<http://www.acosporte.com.br/aco-sae-1020>>. Acesso em: 10 dez. 2018..
- CALLISTER, D. W. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- CHAVASCO, J. A. Avaliação da Resistência ao Desgaste Abrasivo de Materiais empregados na Fabricação de Helicoides utilizados na Movimentação de Grãos. TCC (Graduação em Engenharia Mecânica) – UFSM, Santa Maria, 2018.
- DELLA, V. P.; KUHN, I.; HOTZA, D. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. Química Nova, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 778-782,
- FERNANDES, L.; SABINO, M. G.; ROSSETTO, H. L. Método de extração de sílica da casca do arroz. Cerâmica, v. 60, p. 160-163, 2014.
- GARCIA, A.; SPIM, A. J.; DOS SANTOS, A. C. Ensaio dos materiais. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- TIER, D. A. M. Avaliação da resistência ao desgaste do aço AISI M2 nitretado a plasma. Tese (Doutorado Engenharia de Minas, metalurgia e materiais) – UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.
- TSCHIPTSCHIN, P. A. Análise de falhas, Falhas por desgaste, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, USP, Nota técnica, 2008.