

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Uso de Escórias de Cobre no Tratamento Anticorrosivo de Superfícies

Marina dos R.M. Costa^a, Carlos A. M. Ferreira^b

Abstract

The anticorrosive treatment of surfaces is important for preventing corrosion in metal damaging for the environment be free of free iron, free chloride salts or non-water soluble, and present a lower initial cost, a fifth, for abrasive steel so that in places where one can not reuse the raw material, it is feasible to use. Based on this, the study presented here, shows the characteristics of copper slag for use in the cycle of blasting plates of ship on the ship yards. Analysis in a scanning electron microscope (SEM) were performed to identify the surface characteristics of the material and analyzes the chemical composition of the slag was performed using the technique EDS. The results were based on efficiency and superficial alteration of the slag, thus, was possible to conclude that the physical properties change as occurring cycles that revolve around three to four, however, for application in the field, they become more viable in about costs.

Keywords: surface treatment, copper slag, corrosion

Resumo

O tratamento anticorrosivo de superfícies é importante para prevenção contra a corrosão em estruturas metálicas e equipamentos industriais. A escória de cobre é classificada como não tóxico, não causando danos ao meio ambiente por ser isento de ferro livre, cloretos livres ou sais não solúveis em água, além de apresentar um custo inicial baixo, um quinto, em relação a abrasivos de aço, por isso que, em lugares onde não se consegue reaproveitar a matéria-prima, é viável a sua utilização. Baseado nisto, o estudo apresentado neste artigo, mostra as características das escórias de cobre durante o ciclo de uso em jateamento de chapas de navio em estaleiros. Análises no microscópio eletrônico de varredura (MEV) foram realizadas para identificar as características superficiais do material e análises da composição química das escórias foram realizadas através da Técnica de EDS Os resultados basearam-se na eficiência e na alteração superficial das escórias, com isto, foi possível concluir que as características físicas são alteradas à medida que ocorrem os ciclos que giram em torno de três a quatro, entretanto, para a aplicação em campo, estas se tornam mais viáveis em torno de custos.

Palavras-chave: tratamento de superfície, escória de cobre, corrosão.

Introdução

Dentre os métodos de combate a corrosão, um lugar de destaque é ocupado pelo jateamento abrasivo, método mais eficiente e o que promove a melhor limpeza para posterior pintura (1). O desempenho de um revestimento anticorrosivo está diretamente ligado a escolha adequada

^a Tecnóloga em Construção Naval - UEZO

^b Professor Adjunto - UEZO

do tipo de tinta e do preparo de sua superfície. Uma superfície limpa, seca, isenta de contaminantes garantem um bom desempenho do sistema de pintura. A proteção contra corrosão através de pintura consiste em criar uma barreira impermeável protetora na superfície exposta do aço.

A partir da PORTARIA DO MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (2), ficou proibida a utilização de areia seca e úmida como abrasivo para jateamento. Já que o operador sofria perigo constante de contrair a silicose e a propensão de problemas pulmonares, estendendo essa determinação, para todo o território nacional. O jateamento abrasivo pode ser executado, então, com materiais sintéticos que não possuam sílica livre na sua composição.

Tratamento de superfície

Preparar a superfície do aço significa executar operações que permitam obter limpeza e rugosidade. A limpeza elimina os materiais estranhos como contaminantes, oxidações e tintas mal aderidas, que poderiam prejudicar a aderência da nova tinta. A rugosidade aumenta a superfície de contato e também ajuda a melhorar esta aderência.

As granalhas, utilizadas na preparação primária são as de aço do tipo redonda (shot) de (0,6 a 1,4) mm de diâmetro e os de granalhas do tipo angulares (grit) de 0,6 a 1,0, que são misturadas obtendo-se um perfil de rugosidade predominantemente angular (3).

Escória de cobre (*copper slag*)

A escória granulada de cobre, ou simplesmente escória de cobre, é um abrasivo gerado nos processos de fusão do minério concentrado de cobre. Na realidade, a nomenclatura correta seria “escória proveniente da fundição do cobre” ou ainda “escória de refinaria de cobre”.

De acordo com MACHADO et al. (4) a escória de cobre é um abrasivo gerado nos processos de fusão e refino de minério concentrado de cobre. Durante este processo, o ferro contido no concentrado reage e se estabiliza em um silicato ferroso denominado faialita, que é o principal constituinte da escória.

Na unidade de granulação, a escória líquida, em elevada temperatura, entra em contato com um jato de água e se solidifica na forma de pequenos grãos, que são enviados para os secadores rotativos e um sistema de peneiramento, que promovem, respectivamente, a secagem e classificação na granulometria especificada. É um material granulado, de cor negra, seco, constituído de silicatos estáveis e livres de materiais voláteis. É um material não higroscópico e com maior dureza que a areia.

Por ser de cor negra, minimiza a reflexão, propiciando excelente visibilidade no jateamento em interiores. Como a escória pode ser usada a seco (não provoca silicose), aproveita melhor a energia cinética das partículas, sendo mais produtiva que um jateamento úmido, não necessitando também de inibidores de corrosão, que demandam tintas especiais e elevam o custo. A escória de cobre é classificada como não tóxica, não causando danos ao meio ambiente por ser isenta de ferro livre, cloretos livres ou sais solúveis em água (5).

Desta forma, neste estudo serão abordados os diversos métodos e materiais utilizados no processo de preparação da superfície, focando a utilização da escória de cobre como eficaz

abrasivo na prevenção e combate a corrosão e mais viável quanto ao custo de sua matéria prima e aplicação. E ainda a caracterização dessa escória na sua morfologia e composição química.

Metodologia

O material utilizado para o trabalho foram dois tipos de granalha de cobre oriundas da empresa AGN Comércio e Transporte de Abrasivos LTDA. O tipo 1 era a granalha sem ter sido utilizada, o tipo 2 é a granalha que só foi utilizada uma única vez. Nas Figuras 1 e 2, podem-se observar os dois tipos de granalha.



Figura 1 – Escória de cobre do tipo 1



Figura 2 – Escória de cobre do tipo 2

Características da Escória de Cobre Granulada

A análise química das escórias de cobre foi feita através da técnica EDS, utilizando o equipamento, para identificar e quantificar os componentes químicos. A composição típica da escória de cobre granulada, cor, forma física, densidade relativa, dureza e origem segundo MACHADO et al. (4) são:

Composição química

- 85,0 % faialita $\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)$
- 11,0 % óxidos e silicatos (Al, Ca, Mg)
- 5,0 % magnetita (Fe_3O_4)
- 5,0 % cobre estabilizado na forma de óxido, sulfeto e silicato
- 5,0 % tóxicos (Pb, Bi, As, Ni, Sn, Cd, CO, CrO_4)

Cor

✓ de verde oliva a negra

Forma física

✓ granulada (em forma de granalha)

Densidade relativa

✓ 3,30 a 3,90 g/cm³

Dureza

✓ Mínima : 6,5 Mohs

✓ Máxima : 7,0 Mohs

Origem

✓ usina de beneficiamento de minério de cobre.

Análise microestrutural

Para a análise microestrutural foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura da marca JEOL modelo JSM-6490LV que se encontra no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas para verificar a morfologia das granalhas e pela técnica de EDS fazer uma análise química para identificar os elementos presentes.

Resultados e discussão

Neste capítulo serão apresentados os resultados e as discussões das características das escórias de cobre, utilizadas neste estudo, como a granulometria e morfologia das partículas quando utilizadas como granalha após sua utilização no jateamento, através de micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura e também pela técnica de EDS. As análises químicas serão discutidas indicando os elementos presentes e suas concentrações.

Micrografias das partículas

Através de microscopia eletrônica de varredura pode-se gerar micrografias (Figuras 3 e 4) nas quais serão observadas as morfologias das partículas das granalhas e ainda seus tamanhos.

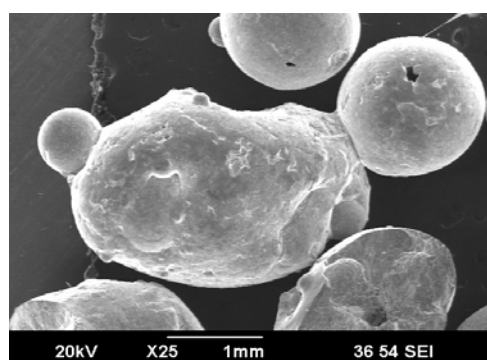
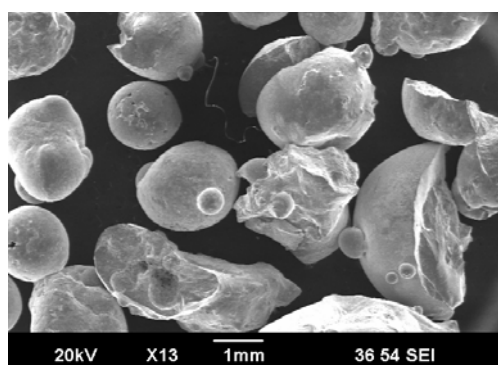


Figura 3 - Micrografias das granalhas tipo 1

Observando a Figura 3 constata-se que a morfologia da granalha do tipo 1 se apresenta como tipo shot, ou seja, arredondada o que está de acordo com GNECCO (3). A média de tamanho de partícula dessas granalhas medidas foi de 1,80 mm.

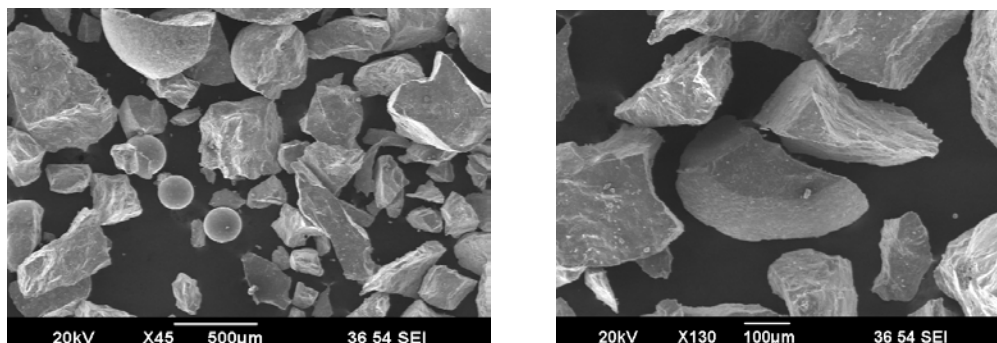


Figura 4 - Micrografias das granalhas tipo 2

As granalhas do tipo 2 são as que foram utilizadas uma única vez no processo de jateamento, desse modo, conforme a Figura 4, pode se observar que com um único processo de jateamento já faz com que a morfologia de grande parte das partículas se tornem angulares. A medida média de tamanho dessas partículas é de 0,45 mm.

Com isto, podemos concluir que como previsto, ao se jatear chapas em aço, a granulometria da escória de cobre é diminuída, tendo nos materiais analisados, 2 momentos, onde em seu primeiro ciclo possui tamanho de em média 1,80 mm, e em um segundo 0,45 mm.

Análise da composição química por EDS

Por meio deste método, foi possível obter os espectros (Figuras 5 e 6) que mostram os elementos químicos presentes nas amostras e suas concentrações, representadas nas Tabelas 1 e 2.

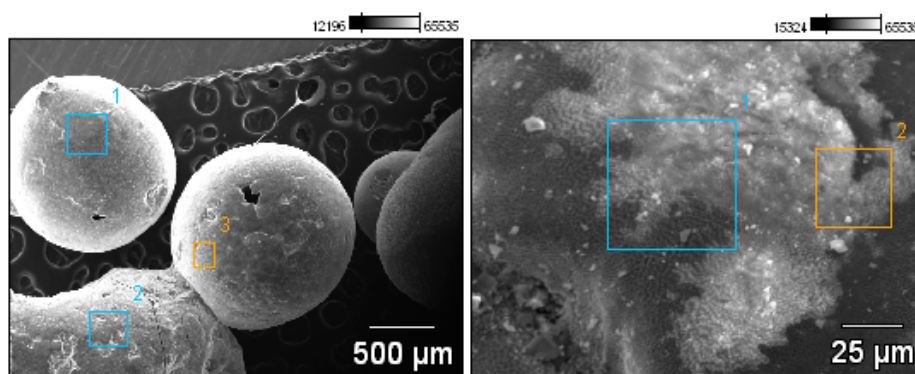


Figura 5 - Espectro de EDS da granalha tipo 1

Tabela 1 - Composição Química da granalha tipo 1 (% em peso)

ESCALA	NOME	C-K	O-K	Mg-K	Al-K	Si-K	K-K	Ca-K	Fe-K	Co-K	Mo-L
500µm	GRANALHA 1(3)_pt1	26.07	43.77	0.60	1.08	6.49	0.41	0.26	20.76	0.39	0.18
	GRANALHA 1(3)_pt2	26.41	40.25	0.74	1.49	6.02	-	0.34	23.52	0.41	0.54
	GRANALHA 1(3)_pt3	27.42	49.42	0.51	1.51	5.67	0.16	0.29	14.65	0.21	-
25µmm	GRANALHA 1(4)_pt1	26.04	45.24	0.68	1.34	6.58	0.25	0.23	19.08	0.22	-
	GRANALHA 1(4)_pt2	26.42	43.13	0.76	0.97	6.51	0.30	0.20	21.17	0.20	-

A Figura 5 representa a granalha tipo 1 e a Tabela 1 apresenta os compostos químicos presentes e seus teores. Observa-se que os maiores teores são de oxigênio (O), carbono (C), ferro (Fe) e silício (Si).

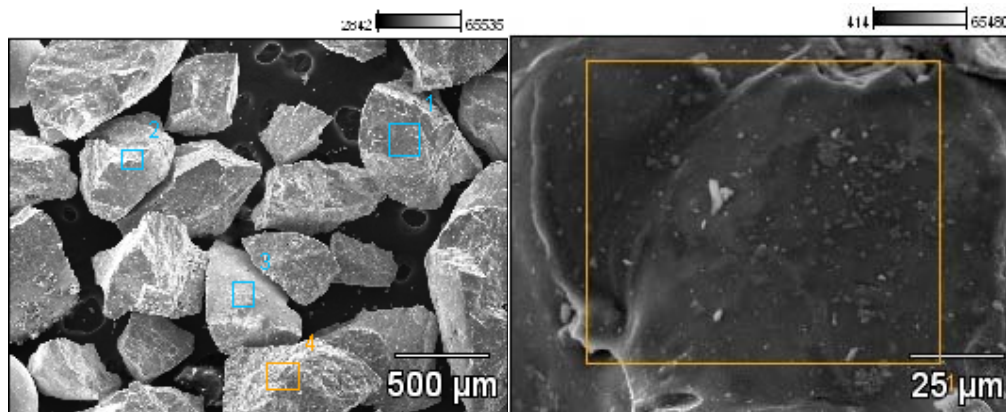


Figura 6 - Espectro de EDS da granalha tipo 2

Tabela.2 - Composição Química da granalha tipo 2 (% em peso)

ESCALA	NOME	C-K	O-K	Mg-K	Al-K	Si-K	K-K	Ca-K	Fe-K	Co-K
500µm	GRANALHA-2(1)_pt1	7.73	41.61	1.12	1.95	11.27	0.48	0.56	35.27	-
	GRANALHA-2(1)_pt2	10.14	40.88	0.88	1.61	9.36	0.27	0.44	36.42	-
	GRANALHA-2(1)_pt3	7.68	43.80	0.97	1.86	9.54	0.29	0.41	34.72	-
	GRANALHA-2(1)_pt4	14.93	49.37	0.83	1.36	9.76	0.30	0.31	23.13	-

25µm	GRANALHA-2(2)_pt1	9.64	51.43	0.89	1.26	8.98	0.52	0.27	26.61	0.39
-------------	--------------------------	------	-------	------	------	------	------	------	-------	------

A Figura 6 e a Tabela 2 representam a granalha tipo 2, que mostra os compostos químicos presentes. Observa-se que os maiores teores são de oxigênio (O), ferro (Fe), silício (Si) e carbono (C) deduzindo que esses elementos aparecem em maiores concentrações.

Os processos de fusão do minério obtiveram escórias com baixo teor de cobre, o que a caracteriza como um material proveniente de um processo de alta eficiência.

Com relação ao elemento carbono, pode-se observar que o mesmo apresentou uma redução em seu teor após a utilização da granalha visto que sua perda representa como consequência uma diminuição em sua dureza e redução da eficiência como abrasivo. Analisando o elemento ferro, pode-se perceber um aumento em seu teor na granalha do tipo 2 em relação ao tipo 1 visto que a primeira ao ser utilizada no processo de jateamento possivelmente teve agregada a escória de cobre partículas ferro do material jateado. Em relação aos outros elementos não foram observados alterações significativas quanto aos seus teores após o jateamento.

A escória de cobre, por ser um resíduo industrial de baixo custo e alto nível de produtividade, no que diz respeito ao tratamento de superfície, possui destaque no mercado, podendo substituir outros abrasivos utilizados nos dias atuais.

Conclusões

Levando-se em consideração que a preparação de superfície é de suma importância para a obtenção de um esquema de pintura adequado e o jateamento abrasivo um eficaz tratamento de limpeza e ancoragem para posterior revestimento, além de ser a escória de cobre um resíduo de custos rentáveis quando utilizado em larga escala.

A caracterização morfológica e dimensional das partículas é de fundamental importância, visto que estes possibilitam uma maior clareza quanto aos níveis de qualidade e produtividade do material após a percepção das características químicas da escória de cobre.

Os processos de fusão do minério concentrado de cobre obtiveram escórias com baixo teor de cobre sendo assim caracterizado que esses processos foram altamente eficientes.

Sendo assim, a escória de cobre, por ser um resíduo industrial de baixo custo e alto nível de produtividade, no que diz respeito ao tratamento de superfície, possui destaque no mercado, podendo substituir outros abrasivos utilizados nos dias atuais.

Referências bibliográficas

- (1) GENTIL, V., Corrosão, 3ª Edição, Editora LTC, 1996.
- (2) Portaria do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), n.º 99, de 19 de outubro de 2004.
- (3) GNECCO, C., FERNANDES, F., MARIANO, R., Tratamento de Superfície e Pintura, Rio de Janeiro: Editora CBCA, 2003.
- (4) MACHADO, M., PASCOAL, M., RIZZO, E., CARDOSO, P., Avaliação Comparativa do Teste de Jateamento com Sinter Ox X Escória de Cobre – O Caso Samarco Mineração SA. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, pp. 1-8, 2002.

- (5) BITTENCOURT, A., Otimização de escória do forno elétrico da Caraíba,1992