

Testes Industriais para Limpeza Química de Telas de Peneiras de Alta Frequência

Alex C. Silva, André C. Silva, Franciolli da S. D. de Araújo
& Elenice M. S. Silva

A CMOC Brasil é uma subsidiária da China Molybdenum (CMOC) que atua na mineração e no beneficiamento de nióbio (com o nome de Niobras) e fosfatos (Copebras), minerais essenciais para o desenvolvimento da indústria global e o crescimento da agricultura no Brasil. A Niobras adotou recentemente peneiras de alta frequência em uma das etapas de classificação. No decorrer da operação as telas destas peneiras apresentaram incrustações, o que reduz a eficiência do processo. Para tentar resolver este problema, um estudo foi realizado utilizando reagentes químicos para a limpeza das telas, de modo a reaproveita-las, visto que as mesmas apresentam vida útil média de quarenta dias. O melhor reagente testado foi o hipoclorito de sódio (NaClO), mostrando-se capaz de remover as incrustações das telas. Após realização dos ensaios em laboratório, foram iniciados o procedimento em escala industrial, com melhorias na eficiência de peneiramento e economia na aquisição de novas telas.

Palavras-chave: *peneiras de alta frequência; eficiência de peneiramento; lavagem.*

CMOC Brasil is a subsidiary of China Molybdenum (CMOC) which operates in the mining and processing of niobium (with the name of Niobras) and phosphates (Copebras), essential minerals for the development of the global industry and the agriculture growth in Brazil. Niobras adopted recently high frequency screens in one of the classification stages. During the operation, the sieves showed incrustations, which reduces the efficiency of the process. In order to solve this problem, a study was carried out using chemical reagents to clean the sieves, in order to reuse them, since they have an average useful life of forty days. The best reagent tested was sodium hypochlorite (NaClO), capable of removing the incrustations. After laboratory tests, the procedure was adopted in industrial scale, with improvements in sieving efficiency and savings in the acquisition of new screens.

Keywords: *high-frequency screens; screen efficiency; cleaning.*

Introdução

O peneiramento é uma operação unitária muito empregada na indústria. Sua eficiência depende de variáveis de projeto, relacionadas às características construtivas do equipamento, operacionais, relacionadas ao material e das condições de alimentação. Na prática industrial, o peneiramento pode ser realizado a seco ou a úmido. O peneiramento a seco pode ser conduzido até frações de 75 µm, mas frações menores tendem a entupir as aberturas da peneira, reduzindo a eficiência do processo¹.

É possível realizar peneiramento a úmido para granulometrias de até 40 µm, dependendo do tipo de equipamento empregado, com níveis de eficiência satisfatórios, mas abaixo dessa granulometria, processos de classificação, como hidrociclonagem, são mais utilizados².

Trabalhos realizados entre os anos de 1920 a 1960 do século XX, concluíram que peneiras vibratórias, em circuitos fechados de moagem, eram mais eficientes do que classificadores de arraste e espirais, sendo possível reduzir os custos de moagem utilizando circuitos de peneiramento³, que por sua vez, precisam ser otimizados para que melhorias no circuito fossem obtidas⁴.

Em 2000, depois de extensa pesquisa, a Derrick Corporation chegou à conclusão que a largura da peneira é o principal fator que influencia diretamente na capacidade e eficiência das peneiras. Como consequência, desenvolveram a peneira Multifeed em 2001, que utilizada em circuitos de moagem alcançou eficiências de 90%⁵. A capacidade destas peneiras varia de 100 t/h a 350 t/h de material por máquina. Essa capacidade é afetada pela abertura das telas, quantidade de material com tamanho próximo a essa abertura, forma das partículas e viscosidade da polpa.

Cada deck é formado por duas telas em série, equipadas com sistema de lavagem que direcionam o *undersize* para uma única saída. O *oversize* de todos os decks, semelhante ao *undersize*, ao chegar ao final é direcionado para uma única saída.

Os decks de peneiramento utilizam telas de poliuretano e conferem uma grande área de peneiramento útil, com

vida útil indicada pelo fabricante variando de 4 a 12 meses, dependendo da abrasividade do material.

Na CMOC, após o comissionamento de uma planta Derrick, foi observada perda de eficiência nas peneiras de 100# após aproximadamente um mês, fator observado principalmente pela presença de finos no *oversize*.

Com o intuito de reduzir os custos com substituição das peneiras, foi realizado um estudo interno para determinar as razões que estavam levando ao *cegamento* das telas, sendo verificada incrustação de um material com características de orgânico, não havendo sinais de desgaste ou rasgos que impossibilitassem a sua limpeza e reuso.

Neste trabalho foram testados diferentes reagentes para a limpeza das telas de peneiramento, removendo-se as incrustações, de forma a possibilitar o seu reuso e consequentemente aumentando sua vida útil.

Foram testados reagentes de uso comum no laboratório da empresa, bem como produtos de limpeza comerciais visando verificar os impactos deles na remoção das incrustações e os impactos no desgaste das telas.

Material e Métodos

Os testes foram conduzidos em seções retangulares recortadas de uma tela descartada de 100#. As telas recortadas foram completamente imersas em recipientes com diferentes reagentes. A Tabela 1 apresenta os reagentes, concentrações e tempos de imersão empregados no estudo.

Os reagentes foram agrupados de acordo com a sua disponibilidade nos laboratórios da empresa (Grupo I), capacidade de remoção de óleos (Grupo II), emulsificante e alvejantes (Grupo III) e outros reagentes com capacidade de oxidação e formação de complexos (Grupo IV).

As concentrações dos reagentes do Grupo I e da Água Régia (Grupo IV) tomaram como base a referência do ácido Clorídrico, que a 80 g.L⁻¹ apresenta uma concentração de aproximadamente 2 mol.L⁻¹ e foi considerada como um bom ponto de partida para otimizações.

O tempo de 24 horas de imersão foi escolhido por ajustar-se à prática industrial, com a possibilidade de imersão das telas pelo referido período em paradas para trocas das telas.

Tabela 1. Grupos de reagentes empregados experimentalmente

Grupo	Reagente	Concentração (g.L ⁻¹)	Tempo de Imersão (h)
I	Ácido clorídrico	5, 20 ,80	24
	Ácido Nitrico	80	
	Solução de Hidróxido de sódio	80, 160	
II	Desengraxante Start®	Sem Diluição	24
	Desincrustante Suncitric®	Sem Diluição	8
	Detergente para carros	Sem Diluição	24
III	Sabão OMO Líquido Super Concentrado®	50 % v/v	24
	Vanish® líquido	Sem Diluição	24
	Alvejante Harpic Power®	Sem Diluição	24
	Alvejante Veja com Cloro Ativo®	10, 30, 50 e 100 % v/v	8
IV	Cloro granulado	25 % m/m	4
	Solução de Água oxigenada	20 volumes	8
	Solução de Hipoclorito de sódio (5%) ¹	5, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 50	2 e 24
	Solução de Água Régia	5 ,20 ,80	4

¹As concentrações utilizadas são em g.L⁻¹ da solução de hipoclorito de sódio 5 %

Após o tempo de imersão, as telas foram analisadas visualmente para verificar o nível de incrustação e o melhor resultado foi testado em escala industrial, realizada análise dos níveis de eficiência de peneiramento em uma série temporal, considerando-se o cálculo de eficiência de peneiramento proposto por Derrick, como mostra a Equação 1.

$$E = \frac{(U \cdot D + O \cdot C)}{100} \quad (1)$$

Em que: U = percentual do peso do *undersize*; D = percentual do *undersize* passante na malha em questão no produto do *undersize*; O = percentual do peso do *oversize*; C = percentual do *oversize* retido na malha em questão no produto *oversize*. O percentual do peso do *undersize* (U) pode ser definido de acordo com a Equação 2.

$$U = 100 \cdot \frac{(C - A)}{C + D - 100} \quad (2)$$

Em que: A = percentual *oversize* retido na malha da tela em questão da alimentação; C = percentual do *oversize* retido na malha em questão no produto *oversize*; D = percentual do *undersize* passante na malha em questão no produto do *undersize*. O percentual do peso do *oversize* (O) pode ser definido de acordo com a Equação 3.

$$O = 100 - U \quad (3)$$

Em que: U = percentual do peso do *undersize*.

Resultados e Discussão

GRUPO I

O ácido clorídrico não apresentou resultados satisfatórios, mantendo altos níveis de incrustação após o tempo de imersão e produzindo uma mudança na coloração da tela. O ácido nítrico apresentou resultados ainda piores, removendo uma quantidade de material ainda menor da tela da peneira. A solução de hidróxido de sódio conseguiu

promover a limpeza das telas, como pode ser visto na Figura 1.

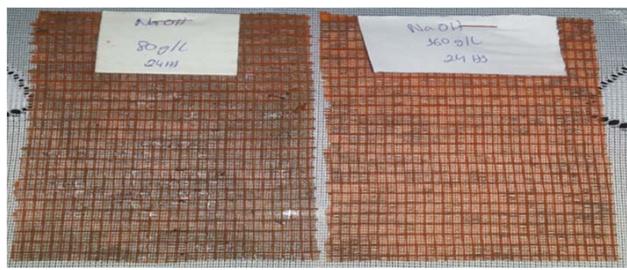


Figura 1. Telas limpas com hidróxido de sódio nas concentrações de 80 g.L⁻¹ e 160 g.L⁻¹ respectivamente.

Atribui-se este resultado à possível saponificação do óleo pelo hidróxido de sódio, fazendo com que os produtos desta reação tenham sido carreados para a solução aquosa.

GRUPO II

Dos três produtos utilizados, o detergente para carros e o desengraxante foram os que apresentaram uma leve remoção das incrustações, mas não em níveis que pudessem justificar a sua aplicação em escala industrial. O Desincrustante Suncitric® aparentemente reagiu com o poliuretano, destruindo parte da tela.

GRUPO III

O Grupo III, formado por um emulsificante (sabão OMO®) e alvejantes, também apresentou variações quanto aos resultados, destacadamente para o sabão OMO, que apresentou os melhores resultados. Além de não ser possível observar partículas entre os fios da tela, também foi possível observar que a cor característica da tela foi recuperada. A característica comum desses emulsificantes, de possuir uma parte apolar e uma extremidade polar, permite que dissolvam materiais oleosos que passam a ser facilmente dissolvidos em água. O quarto reagente testado neste grupo foi Veja com Cloro Ativo®, que também apresentou bons resultados, como pode ser visto na Figura 2.

Sem diluição, o produto apresentou bom resultado de clareamento da tela com remoção das partículas incrustadas, provocando, contudo, degradação acentuada da tela. O produto, utilizado normalmente na remoção de

limo, apresentou bons resultados também nas menores concentrações, sem degradação aparente da tela, sugerindo que o material acumulado nas peneiras pode ser um composto orgânico com características semelhantes ao limo.



Figura 2. Telas tratadas com Veja com Cloro Ativo® nas concentrações de 100; 50; 30 e 10% respectivamente.

GRUPO IV

O cloro granulado (hipoclorito de cálcio) é um composto semelhante ao hipoclorito de sódio, porém seu uso no teste não foi bem-sucedido em virtude do alto nível de degradação da tela em apenas duas horas de imersão. A água oxigenada removeu parte das incrustações, mas seus resultados não foram melhores do que os reagentes do Grupo III. A tela, além de ainda apresentar partículas sólidas, apresentou um aspecto mais rígido e coloração escura, comportamento similar ao apresentado pela água régia. Os testes com hipoclorito de sódio apresentaram resultados satisfatórios, como mostra a Figura 3.

Com duas horas de imersão, as incrustações foram removidas completamente em todas as concentrações, sendo então realizados alguns testes com concentrações mais baixas e maior tempo de imersão, como mostra a Figura 4. A limpeza das telas com o hipoclorito de sódio pode estar associada à sua capacidade de destruir muitos tipos de moléculas orgânicas, quebrando ligações e formando fragmentos menores que estavam aderidos a tela de poliuretano.

Os bons resultados obtidos com hipoclorito de sódio em baixas concentrações, o fato dele se decompor, após as reações, em produtos não tóxicos que podem ser lançados no sistema de drenagem sem causar danos, e o seu baixo custo, o elegeram para o teste industrial.



Figura 3. Telas tratadas com hipoclorito de sódio. Na parte superior, telas tratadas nas concentrações de 5; 10; 15 e 20%. Na parte inferior, as telas tradadas com 30; 40 e 50% v/v com duas horas de imersão.



Figura 4. Telas tratadas com hipoclorito de sódio nas concentrações de 5; 10 e 15% com 24 horas de imersão.

TESTE INDUSTRIAL

O teste industrial teve início no dia 24/03 com a substituição de todas as telas dos decks de uma peneira de 100# por telas novas. A amostragem no circuito de classificação é feita diariamente, com uma amostragem semanal realizada com a finalidade de cálculo das eficiências e fechamento do balanço metalúrgico da planta.

A média da eficiência global do circuito foi determinada pela média diária considerando um período de 120 dias, totalizando 80,38%. Para fins de acompanhamento, foi utilizada a amostragem semanal para controle dos níveis de eficiência do peneiramento.

No dia 27/03, foi realizada a primeira amostragem semanal, apontando para uma eficiência de 83%. A Figura 5 apresenta um gráfico com a evolução temporal dos níveis de eficiência. Os níveis de eficiência começam a cair a partir da terceira semana, alcançando valores da ordem de 70% na sexta semana de utilização.

Após essa amostragem, as telas em uso foram removidas e submetidas à lavagem com a solução de hipoclorito de

sódio, com concentração de 5% v/v por 24 horas. No dia seguinte, as telas foram recolocadas e após uma semana, foi realizada nova amostragem, para a qual foi obtido um nível de Eficiência Global de peneiramento igual a 82,01%.

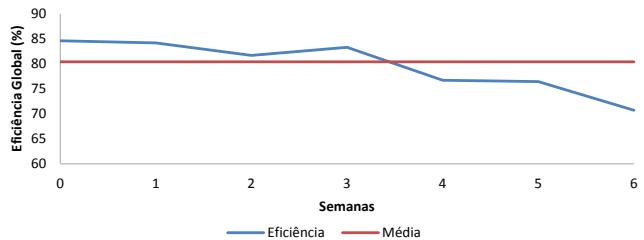


Figura 5. Evolução temporal, em semanas, dos níveis de Eficiência Global.

A Figura 6 apresenta a série temporal completa.

Após a lavagem e reinstalação das telas, as eficiências foram monitoradas por mais duas semanas, mantendo-se as eficiências globais acima da média.

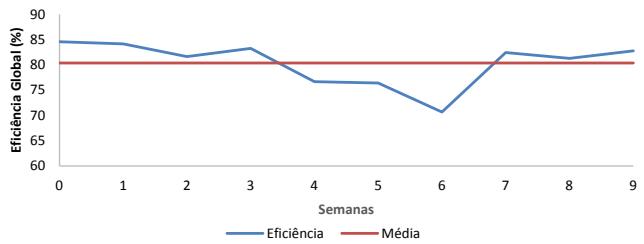


Figura 6. Serie temporal completa, em semanas.

Conclusões

Dos reagentes testados, o hipoclorito de sódio apresentou os melhores resultados em escala de laboratório, promoveu remoções completas das incrustações a partir de 2 horas de imersão com concentrações de 5% v/v. Replicados em escala industrial, os resultados foram confirmados, removendo as incrustações e elevando os níveis de Eficiência Global para o mesmo patamar dos obtidos com telas novas, o que gerou redução de custos com a substituição das telas, importadas, por meio do aumento de sua vida útil.

Agradecimentos

Ao Coordenador de Processos da CMOC Niobras, Lenildo Ferreira Moura Júnior pela oportunidade de realização dos testes e pela autorização na divulgação dos resultados.

Referências

1. Wills, B. A, Napier-Munn, T. J. "Classification." In: Mineral Processing Technology. Cap. 9, 7th ed. (S.L): Butterworth-Heinemann, 2006.
2. Galery, R. "Separação por tamanho". In: Valadão, G. E. S.; Araujo, A. C. (Org.). Introdução ao Tratamento de Minérios. Belo Horizonte: Editora UFGM, cap. 4, 2007.
3. Davis, E. W. "Ball mill crushed in closed circuits with screens." Paper presented at the Bulletin University of Minnesota, Minnesota, USA, 1925.
4. Hukki, R. T. "An Analysis of Mill and Classifier Performance in a Closed Grinding Circuit." Transactions - Society of Mining Engineers, nº. 238 (1967): 233-39.
5. Albuquerque, L., Jobe W., Steven V., Ganahl, B., Barrios, G. "Application of high frequency screens in closing grinding circuits." Paper presented at the Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Gramado, RS, 2009.

Alex C. Silva¹, André C. Silva^{2*}, Franciolli da S. D. de Araújo² & Elenice M. S. Silva²

¹ Copebrás Catalão, Fazenda Ouvidor Cláudios s/n, GO, 75701-970 – Tel. (64) 98133-8673

² Universidade Federal de Goiás. Faculdade de Engenharia, Regional Catalão. Laboratório de Modelamento e Pesquisa em Processamento Mineral (LaMPPMin), Rua 08, nº 25, Quadra 17 Lote 01, Copacabana I - CEP 75705-321, Catalão, GO - Tel.: (64)98403-8716 / (64)98412-7321

* E-mail: ancarsil@ufg.br