

Controle da Filtração de Particulados Usando Cartucho Plissado de Poliimida

CERON, Luciano Peske - Luciano@rennertextil.com.br
Mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais
PUCRS, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais

EINLOFT, Sandra Mara Oliveira - Einloft@puhrs.br
Pós-Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais
PUCRS, Faculdade de Química

LIGABUE, Rosane Angélica - Rligabue@puhrs.br
Pós-Doutorado em Química
PUCRS, Faculdade de Química

LOPES, Natália Feijó - Nataliaflopes@gmail.com
Química Industrial
PUCRS, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais

Resumo

Para cada fonte de poluição deve ser estudada a melhor solução de produção mais limpa, tanto do ponto de vista de custo como de gestão ambiental. As tecnologias disponíveis para o controle de poluição do ar, permitem que a retenção de material particulado seja reduzida, muitas vezes em até 99,9%, utilizando-se de não tecidos em cartuchos plissados, inseridos em coletores mecânicos inerciais e gravitacionais. Neste trabalho avaliou-se o desenvolvimento de filtro cartucho de poliimida aromática para filtração de particulados de PET, temperaturas de 240°C, em petroquímica na Argentina. Os resultados obtidos demonstram boa performance de filtração pelos controles de emissão e perda de carga.

Abstract

For each source of pollution should be considered the best solution for cleaner production, both from the standpoint of cost and environmental management. The available control technologies for air pollution, allow the retention of particulate matter often by up to 99,9%, using now-woven pleated cartridges, embedded in mechanical inertial and gravitational collectors. In this study we evaluated the development of aromatic polyimide filter cartridge for PET particles filtration up to 240°C installed in a petrochemical company in Argentina. The results show good filtering performance by emission controls and loss.

1. OBJETIVOS

Os filtros cartuchos plissados são construídos normalmente de celulose ou de não tecido de poliéster para a captação de particulados com diâmetros de 0,1 a 10 μm , visando o combate à poluição atmosférica originada dos mais diversos processos industriais e de extração, tais como: mineração, carvão, cimenteiras, cerâmicas, madeireiras, siderurgias e petroquímicas. Os principais motivos para a aplicação de cartuchos em filtros industriais são: (1) o custo relativamente baixo de implantação, (2) a recuperação de filtros subdimensionados, (3) a facilidade de operação e (4) a alta eficiência na remoção de particulados (KOMATSU; ASSUNÇÃO, 2004). Neste projeto o filtro cartucho foi desenvolvido em poliimida aromática, também conhecida como P84, devido à maior resistência térmica em processo industrial, possibilitando o reaproveitamento de energia em escalas superiores de produção. Utilizou-se resina epóxi DGEBA para a colagem do não tecido. O teste com protótipo de filtro cartucho (Figura 1), foram realizados em planta industrial de PET na Argentina.



Figura 1 - Filtro cartucho.

Segundo a NBR 10004:2004 - Resíduos Sólidos são compostos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os particulados provenientes de processos industriais, gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, ou que exijam solução técnica economicamente viável, em face à melhor tecnologia disponível. A legislação brasileira atual estabelece os limites máximos de emissão de particulados em 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, descrita na resolução CONAMA 382/2006. Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo realizar estudo sobre o comportamento da filtração de particulados de PET em filtro de processo, utilizando 16 filtros de cartucho de poliimida, controlando as variáveis de perda de carga e temperatura no filtro, bem como a emissão de particulados para atmosfera.

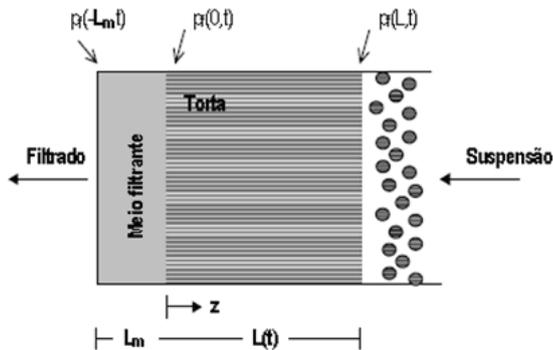
1.1. Poliimida Aromática

As fibras de poliimidadas (P84) são classificadas como termorresistentes, devido a se comportarem satisfatoriamente sob a ação da chama, por ação prolongada do calor, bem como, na ação conjunta do calor e de determinados produtos durante longos tempos. Este comportamento é atribuído à estrutura química dos polímeros componentes (GACÉN; GACÉN, 2003). A escolha da fibra para este estudo levou em consideração esta principal característica, ajustada as necessidades térmicas para aplicação.

1.2. Filtração de Particulados

Conforme DULLIEN (1989), a filtração pode ser classificada em duas grandes categorias com base onde acontece a filtração no meio filtrante. Inicialmente, partículas

entram em contato com a superfície do meio filtrante, podendo penetrar na estrutura do filtro. A filtração que ocorre dentro do meio filtrante é denominada de “*deep filtration*” ou filtração interna, em que o meio filtrante é responsável pela captura das partículas. Após um intervalo de tempo, ocorre a formação de uma camada de pó, formada na superfície do filtro, que passa a ser responsável pela captura de particulados. Este tipo de filtração é usualmente denominado de filtração superficial (“*case filtration*”). A maioria das filtrações é realizada por essa camada de pó, denominada de torta de filtração, que é formada na superfície do filtro, mostrada na Figura 2.



$p(-L_m, t)$ - tempo para percorrer espessura do meio filtrante.

$p(0, t)$ - tempo inicial de formação da torta

$p(L, t)$ - tempo final de formação da torta

z - medida inicial da espessura da torta

L_m - espessura do meio filtrante

$L(t)$ - espessura do meio filtrante com o acúmulo da torta

Figura 2 - Filtração de particulados.
Fonte: CERON, EINLOFT, LIGABUE (2010).

1.3. Ciclos de Limpeza

O tempo de vida útil de um elemento filtrante é determinado pelo número de ciclos em que sua queda de pressão de regeneração fica dentro de uma faixa aceitável economicamente. A curva de condicionamento é extremamente dependente das propriedades da partícula, das condições de operação e da estrutura do filtro. Partículas pequenas ou pouco coesivas tendem a gerar uma camada residual pouco permeável, aumentando a queda de pressão final do filtro. O mesmo é válido para altas velocidades de filtração e estruturas filtrantes com poros grandes. O sistema de limpeza contra fluxo pouco eficiente também pode resultar em um maior número de ciclos para o condicionamento ser atingido (TANABE, 2008). Conforme MELLO (2007), a maioria dos filtros coletores de pó a queda de pressão do tecido limpo (ΔP_o) apresenta um comportamento não linear com o tempo, esse comportamento é resultante da compressibilidade da torta, com valores entre 60 a 200 Pa e a queda de pressão máxima de operação (ΔP_{max}) tende a linearizar após a formação da torta, entre 500 a 2500 Pa, conforme mostra a Figura 3.

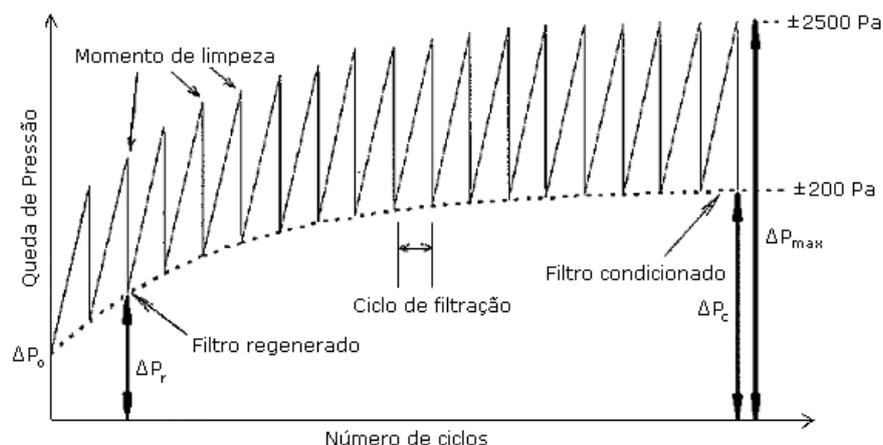


Figura 3 - Filtração de particulados.
Fonte: INOCENTINI (1997).

2. MÉTODO

Para o controle da pressão diferencial entre as câmaras limpa e suja do filtro foi usado um equipamento programador eletrônico diferencial de pressão Ecomatic, modelo ECO20. O controle da limpeza dos cartuchos foi por variação de pressão no sistema. A metodologia seguiu a NBR 10701:1989 - Determinação de pontos de amostragem em dutos chaminés de fontes estacionárias.

Devido às características do processo de filtração de particulados em filtro de processo ocorrer entre 100°C a 220°C, foi realizado o acompanhamento térmico com equipamento indicador e transmissor de temperatura Autel, modelo TR1 colocado na entrada do filtro, que fornece as informações para o sistema de controle operacional. A metodologia seguiu a NBR 12827:1993 - Efluentes gasosos com o sistema filtrante no interior de duto ou chaminé de fontes estacionárias.

Por ser um novo equipamento de filtração, conforme recomenda a legislação CONAMA nº 382 de 2006, os testes de amostragem de emissão de particulados foram realizados nas condições plenas de carga do filtro de forma direta e contínua em duto de chaminé, de acordo com a metodologia NBR 12019:1990 - Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fonte estacionárias - Determinação de materiais particulados. A sonda Autel, modelo RP-04 foi colocada na parte interna do duto da chaminé. A calibração inicial da sonda foi ajustada por parametrização em medidor de particulado Autel, modelo GDM-1, que monitorou o controle de emissão de forma contínua, com alarme de pico de emissão ajustado para 20 mg/Nm³. Foi instalado o software de monitoramento ambiental FSC da Autel, via computador na sala de operações da empresa, para obter os dados de emissão por gráfico.

3. RESULTADOS

A Figura 4 mostra o acompanhamento da pressão diferencial entre as câmaras limpa e suja do filtro. A fase inicial de filtração em profundidade ocorreu em pressão próxima a 25 Pa, com limpeza ajustada em função de tempo no Ecomatic, até a formação da torta de filtração. Na filtração superficial a limpeza foi ajustada por demanda de pressão, com faixa de pressão diferencial entre 100 a 225 Pa. A perda de carga residual manteve-se constante entre 100 a 110 Pa até a parada em novembro/2010. Após ocorreu uma pequena elevação para valores próximos a 125 Pa.

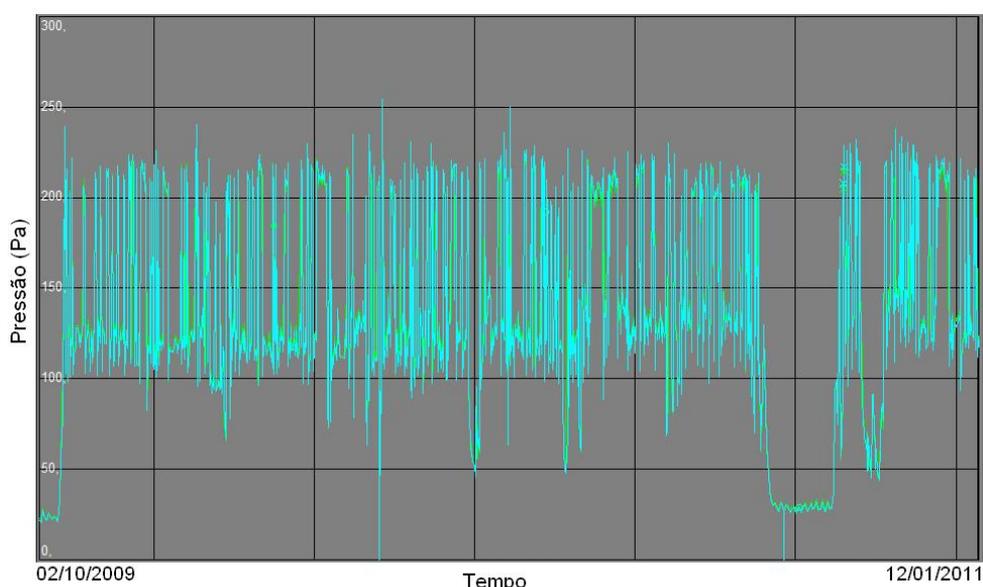


Figura 4 - Acompanhamento do controle de pressão diferencial.

A Figura 5 mostra o acompanhamento térmico na entrada do filtro praticamente após 16 meses da colocação dos filtros cartuchos. A modulação das condições operacionais indica uma temperatura média entre 100°C e 150°C, com picos máximos próximos a 230°C. Nesta variabilidade térmica o não tecido de poliimida aromática ficou dentro do planejamento. Na partida do processo no começo de outubro de 2009 ocorreu teste operacional em condições normais ambientais, para verificar a eficácia da filtração do cartucho sem o efeito térmico. Após aprovação no final de outubro de 2009 elevou-se a temperatura do filtro para as condições normais do processo, por um período contínuo até parada em novembro de 2010. Posteriormente, após validação dos conjuntos filtrantes a operação voltou às condições térmicas normais com os mesmos filtros.

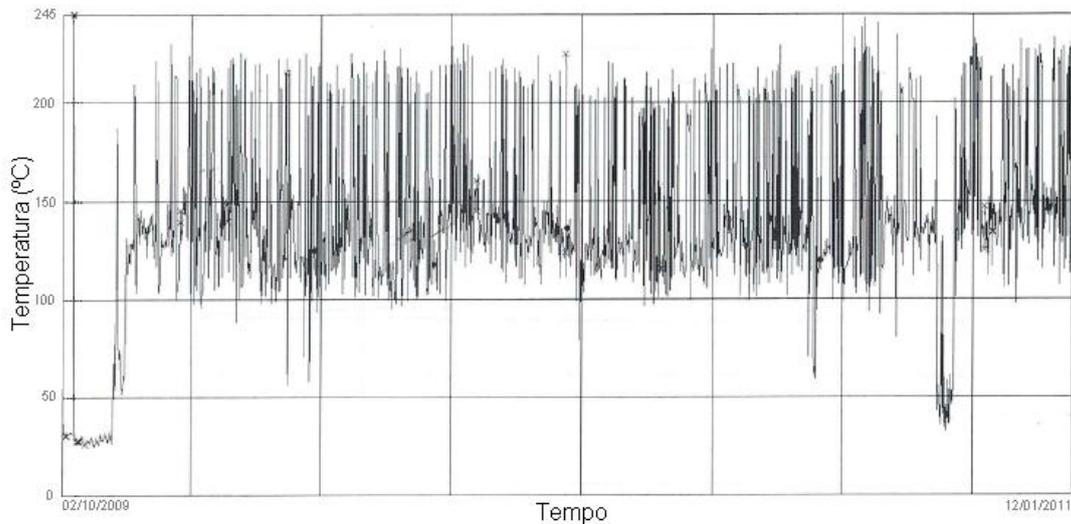


Figura 5 - Acompanhamento da variação térmica na entrada do filtro.

A Figura 6 mostra o acompanhamento da emissão de particulados pelo filtro. Os níveis de emissão mantiveram-se constantes entre 2 a 4 mg/m³ por aproximadamente cinco meses (outubro/2009 a abril/2010). Após começa uma evolução gradual de emissão até aproximadamente 14 mg/m³ no final do período em janeiro/2011, mas abaixo dos padrões de 60mg/m³ de particulados totais em suspensão que estabelece o CONAMA 003/90.

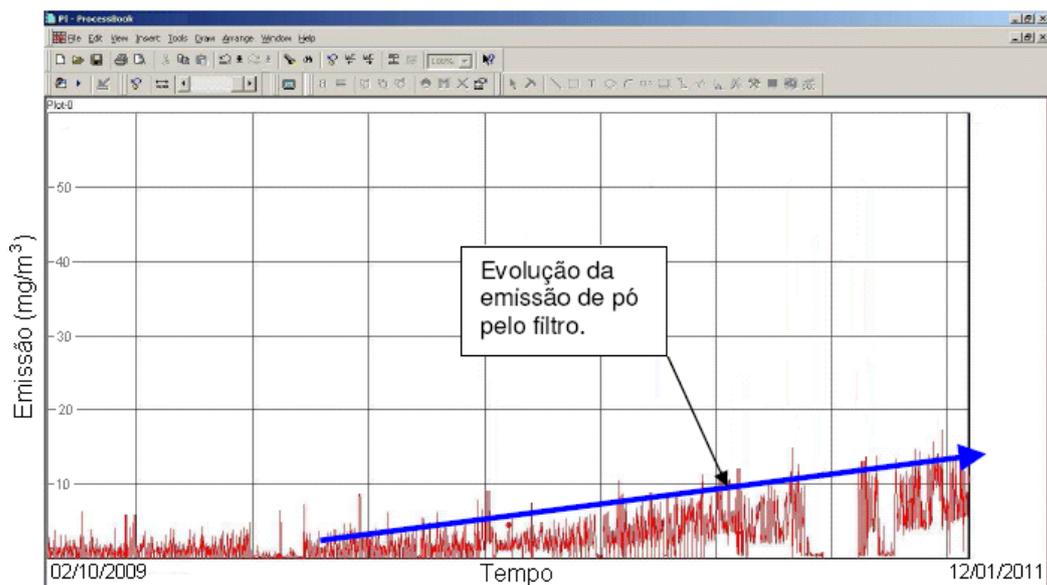


Figura 6 - Acompanhamento de emissão de particulados.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos comprovam a boa performance de filtração do cartucho desenvolvido, com baixas taxas de emissão de particulados. É possível que as baixas perdas de carga tenham sido um dos principais fatores que contribuíram para o bom controle da emissão.

O tempo inicial pré-determinado para a durabilidade do cartucho, definido em um ano, foi ultrapassado em novembro de 2010, quando ocorreu a interrupção operacional.

5. BIBLIOGRAFIA

CERON, L. P.; EINLOFT, S. M. O.; LIGABUE, R. A. Uma Nova Tecnologia de Filtração de Particulados de Chumbo Usando Mangas Plissadas In: VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, 2010. **Anais...** Porto Alegre, 2010.

DULLIEN, F. A. L. **Introduction to industrial gas cleaning**. San Diego: Academic Press, 1989. 285 p.

GACÉN, J.; GACÉN, I. Fibras de Alta Tecnologia. **Química Têxtil**, v. 26, n. 71, p. 17-34, 2003.

INNOCENTINI, M. D. M.; PARDO, A. R. F.; SALVINI, V. R.; PANDOLFELLI, V. C. **How accurate is Darcy's Law for refractories**. The American Ceramic Society Bullrin, nov., 1999.

KOMATSU, C. E.; ASSUNÇÃO, J. V. **Tecnologia de controle da poluição do ar para material particulado, gases, vapores e odores e verificação de sistemas**. São Paulo: CETESB, 2004. 83 p.

MELLO, R. L. S. **Estudo do mecanismo eletroforético de coleta na filtração de aerossóis**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Pós-Graduação em Engenharia, UFSC, São Carlos, 2007.

TANABE, E. H. **Estudo do comportamento da deposição das partículas em diferentes meios filtrantes**. 2008. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Pós-Graduação em Engenharia Química, UFSCar, São Carlos, 2008.