

FILTRO HÍBRIDO EM SIDERURGIA*

Ivan R. Jankov¹

Henrique José Rodstein²

Nelson Nobolo Hayashi³

Resumo

No setor industrial no mundo todo, são exigidas as emissões cada vez mais restritivas. Nas plantas onde o Precipitador Eletrostático já está instalado, a solução com o melhor custo-benefício para reduzir as emissões de material particulado abaixo de 20 mg/Nm³ é com o Filtro Híbrido. Esta tecnologia consiste em combinação dos princípios de operação de um Precipitador Eletrostático (utilizado na entrada do sistema), com uso de campo elétrico para separação de material particulado do fluxo gasoso, e de um Filtro de Mangas (utilizado na saída do sistema), com uso de tecido para retenção de material particulado. Salienta-se que a viabilidade de implementação do Filtro Híbrido depende da configuração original do Precipitador Eletrostático (i.e. altura das placas, número de campos, largura da carcaça) que determina o espaço disponível para mangas, bem como as velocidades máximas do gás dentro da carcaça. Na indústria siderúrgica, este tipo de retrofit já é utilizado em planta de sinterização, mas também é aplicável para despoeiramento de fornos de cal e de plantas de pelotização.

Palavras-chave: Reforma de precipitador eletrostático; Filtro híbrido; Emissões de material particulado, Siderurgia

HYBRID FILTER IN STEEL PLANTS

Abstract

In the industrial sector worldwide, more and more restrictive emissions have been required. In the plants where Electrostatic Precipitators are already installed, the best cost-benefit solution to reduce particulate matter below 20 mg/Nm³ is by using Hybrid Filter. This technology consists of combination of the operational principles of Electrostatic Precipitator (at the system inlet), which uses electric force for separation of particulate matter from flue gas, and of Fabric Filter (at the system outlet), which uses cloth for retaining particulate matter. The viability of the Hybrid Filter implementation depends on the original configuration of the Electrostatic Precipitator (i.e. plate height, number of fields, casing width) which determines the space available for bags, as well as the maximum gas velocity in the casing. In the steel industry, this type of retrofit is already used in sinter plants, but it is also applicable for dedusting of lime furnace and pellet plants.

Keywords: Retrofit / revamp of electrostatic precipitator; Hybrid filter, Emissions of particulate matter; Steel plant

¹ Físico, Ph.D., Coordenador de Engenharia de Aplicação - Controle de Poluição Atmosférica, Hamon do Brasil, São Paulo, SP, Brasil.

² Engenheiro Eletrotécnico, Diretor Geral, Emrod Engenharia, São Paulo, SP, Brasil.

³ Engenheiro Naval, Diretor Geral, Hamon do Brasil, São Paulo, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Na legislação brasileira, as emissões das fontes fixas (ou seja, medidas nas chaminés) na área siderúrgica são determinadas pelas resoluções da CONAMA 382 (de 2006) e 436 (de 2011), para plantas novas e existentes, respectivamente e para material particulado, variam entre 40 e 70 mg/Nm³. Salienta-se que os órgãos ambientais podem exigir as emissões mais restritivas devido as condições de poluição de bacia aérea local, bem como para diminuir a visibilidade da pluma na chaminé.

No setor industrial no mundo todo, são exigidas as emissões cada vez mais restritivas. Como possível exemplo desta tendência, na União Europeia, os limites máximos de emissão de material particulado nas plantas siderúrgicas integradas são normalmente abaixo de 20 mg/Nm³ (e somente em algumas áreas podendo chegar até 50 mg/Nm³) [1].

Devidos a limites de emissão mais restritivos exigidos pelos órgãos ambientais, as plantas siderúrgicas brasileiras estão modernizando os equipamentos de controle de poluição atmosférica, que muitas vezes implica em reforma dos Precipitadores Eletrostáticos já existentes. Entretanto, para atingir os níveis baixos de emissão de material particulado, torna-se obrigatório utilizar a tecnologia com as mangas filtrantes [2]. Neste artigo, apresentaremos as considerações técnicas básicas da transformação de Precipitador Eletrostático em Filtro Híbrido.

2 DESCRIÇÃO DE OPERAÇÃO DE FILTRO HÍBRIDO

Filtro Híbrido consiste em combinação dos princípios de operação de um Precipitador Eletrostático e de um Filtro de Mangas para retirar material particulado do fluxo gasoso. Segue abaixo um resumo de fundamentos teóricos de cada uma das tecnologias.

No caso de PE, o gás com pó passa no campo elétrico, as partículas são carregadas negativamente e migram na direção das placas, com polaridade oposta, onde são coletadas. Periodicamente, as placas são batidas e o material se desprende e cai nas tremonhas, de onde é removido do sistema. A eficiência de processo é determinada pela resistividade do pó, ou seja, facilidade com que o material particulado é carregado e, consequentemente, a velocidade com que se desloca até as placas, bem como sua distribuição granulométrica. Além disso, os fatores determinados pela geometria do equipamento, tais como, razão L/H (comprimento total dividido por altura das placas), tempo de retenção, velocidade e uniformidade de distribuição do gás dentro de equipamento, precisam ser levados em consideração no projeto de um PE.

No caso de FM, o gás com pó entra nos compartimentos com as mangas e passa entre as fibras do elemento filtrante. Algumas partículas (muito finas) conseguem passar também, mas a maioria é detida nas mangas. A parte superficial começa criar a camada que ajuda na filtração das partículas que chegam depois. Quando esta camada se torna muito espessa, o gás começa perder muita pressão para atravessar e é necessário limpar as mangas. Um pulso de ar (de dentro para fora das mangas) é gerado, o material se desprende e cai nas tremonhas, de onde é

removido do sistema. Parte do particulado que se acomodou entre as fibras das mangas, não consegue sair durante o processo de limpeza e fica retido nas mangas. Consequentemente, depois de um certo período que normalmente varia entre 3 e 5 anos, esta quantidade de material “impregnado” aumenta de forma permanente, causando a perda de pressão no sistema, obrigando a troca das mangas. A eficiência do processo é determinada pela distribuição granulométrica do pó (partículas menores são filtradas com mais dificuldade). Além disso, os fatores determinados pela geometria do equipamento, tais como, relação ar-pano (área disponível de filtração) e velocidade ascendente (velocidade com qual o gás sobe dentro dos compartimentos, que influencia o tempo de decantação do pó nas tremonhas), são importantes. Em termos de tecnologia de limpeza, distingue-se dois tipos: alta / média pressão (pressão de pulso ar de 3 - 7 bar, gerado com compressores) e de baixa pressão (pressão de pulso ar de < 1 bar, gerado com sopradores tipo *roots*). Os sistemas de baixa pressão normalmente propiciam a maior vida útil das mangas.

Na transformação de um PE em um Filtro Híbrido, aproveita-se a carcaça e o(s) primeiro(s) campo(s) elétrico(s) e substitui-se os outros internos por mangas e sistema de limpeza (ver Figura 1). O espelho das mangas encontra-se no nível do teto do PE original. No projeto da Hamon, utilizando a tecnologia de baixa pressão, as mangas são organizada em “feixes” e sua limpeza é realizada através de um sistema giratório de sopro (ver Figura 2).



Modelo físico



Equipamento instalado

Figura 1 - Filtro Híbrido



Figura 2 - Sistema giratório de sopra

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viabilidade de implementação do Filtro Híbrido depende da configuração original do PE que determina o espaço disponível para mangas, bem como as velocidades máximas do gás dentro da carcaça. Salienta-se que neste tipo de empreendimento o *footprint* reduzido do sistema de despoejamento é mantido, mas o tempo de parada é relativamente grande. Entretanto, em comparação com a opção de transformar o PE em Filtro de Mangas ou construir um novo FM, os custos de implementação são menores.

Como a perda de pressão é maior em comparação com a do PE, é necessário verificar se o ventilador de exaustão e o respectivo motor atendem às novas condições de operação. Caso não, pode-se trocar o ventilador da exaustão com motor (opção mais cara e com o tempo de parada maior, já que requer também modificação de base civil) ou, se for possível, instalar o novo ventilador como *booster* apenas para a perda de pressão faltante.

No Filtro Híbrido, a parte frontal (de PE) serve como pré-coletor para as mangas filtrantes. Além disso, devido a presença de campo elétrico na entrada do equipamento, o material particulado é eletricamente carregado, aumentando assim o efeito de sua aglomeração, facilitando e melhorando a eficiência de retenção dos particulados nas mangas.

Uma das características deste tipo de sistema é que, como a entrada para as mangas é frontal, o conceito de velocidade ascendente não é aplicável, ou seja, o fluxo de gás não dificulta a “queda” do material acumulado no momento da limpeza das mangas. Por outro lado, precisam ser respeitadas as velocidades de passagens de gás em volta das mangas para impedir abrasão excessiva do tecido.

Desta forma, a altura das placas, no projeto original do PE, determina o comprimento das mangas e a largura da carcaça determina a quantidade de mangas (levando em consideração a velocidade máxima do gás na área remanescente, tanto abaixo das mangas, quanto nas laterais). Além disso, o número de campos determina a quantidade de “feixes” de mangas.

Como se trata de um sistema complexo, uso de CFD é imprescindível para analisar as velocidades do gás nos dutos, bem como dentro da carcaça do Filtro Híbrido (ver Figura 3).

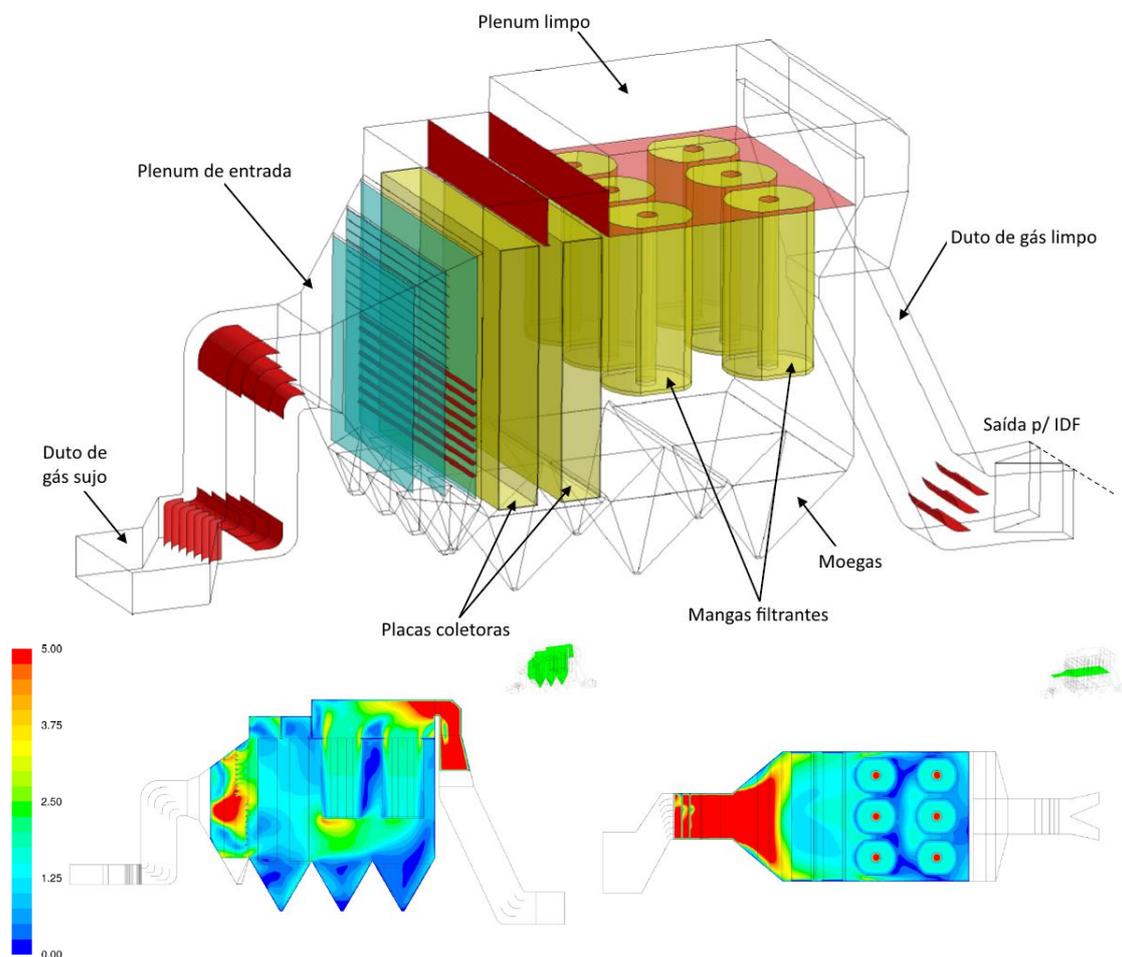


Figura 3 - Uso de CFD para otimizar o fluxo no Filtro Híbrido

Segue abaixo a imagem de um dos projetos da Hamon implementados para o processo de despoejamento primário da máquina de sinter.

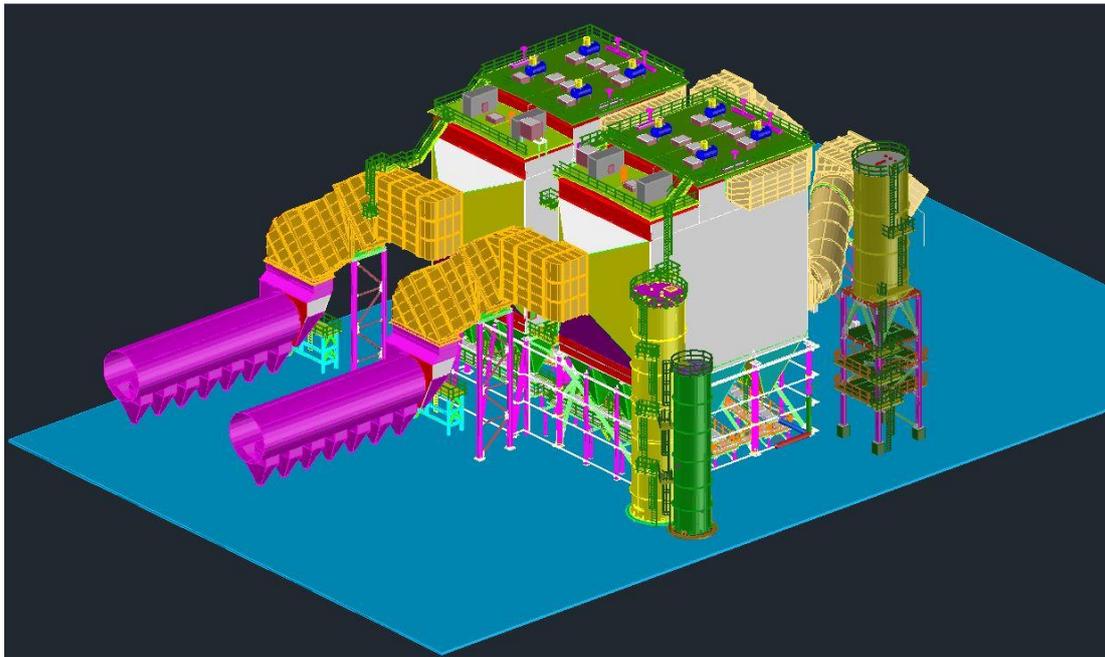


Figura 4 – Imagem do projeto da Hamon de Filtro Híbrido na siderurgia

4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta as considerações básicas da transformação de Precipitador Eletrostático em Filtro Híbrido. A viabilidade de implementação deste tipo de projeto depende da configuração original do Precipitador Eletrostático (i.e. altura das placas, número de campos, largura da carcaça) que determina o espaço disponível para mangas, bem como as velocidades máximas do gás dentro da carcaça. Na indústria siderúrgica, este tipo de revamping já é utilizado em planta de sinterização com os resultados satisfatórios, mas também é aplicável para despoeiramento de fornos de cal e de plantas de pelotização.

REFERÊNCIAS

- 1 BREF IS, **Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production**, Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre, European Commission, 2013
- 2 Ivan R. Jankov e Nelson Nobolo Hayashi, **Soluções de modernização de sistemas de controle de poluição atmosférica nas plantas de sinterização**, 45º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-Primas, 2015