

LIMPEZA DE GASES NA FUNDIÇÃO: PARTICULARIDADES E ESPECIFICIDADES NO PROJETO E NA OPERAÇÃO¹

Joaquim Luiz Monteiro de Barros²

Guy Harion³

Hilário Gonçalves de Araujo⁴

Resumo

Este trabalho apresenta de forma simples e prática os principais componentes de um sistema de limpeza de gases, descrevendo suas funções e características. Através de fluxogramas, figuras, fotos e tabelas, as particularidades e os principais aspectos para aplicações em plantas de fundição de ferro e aço são descritos tecnicamente de forma objetiva e resumida.

Palavras-chave: Limpeza de gases; Filtro de Mangas.

GAS CLEANING IN THE FOUNDRY: SPECIFICITIES AND PARTICULARITIES IN THE PROJECT AND IN THE OPERATION

Abstract

This paper introduces in a simple and practical way the cleaning gases system main components, describing its functions and characteristics. Through flowcharts, images, photos and tables, the particularities and the main aspects for applications in iron and steel foundry sites are described technically in an objective and summarized way.

Key words: Cleaning gases; Bag Filters.

¹ Conaf 2015

² Diretor de Desenvolvimento de Negócios da Kuttner do Brasil

³ Consultor de Negócios da Kuttner do Brasil

⁴ Gerente de Vendas Fundição da Kuttner do Brasil

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar de forma didática, através de conceitos técnicos, exemplos práticos e casos reais de instalações no Brasil, a importância do perfeito dimensionamento do sistema de limpeza de gases, de forma a atender plenamente as necessidades específicas de cada planta, assim como os requisitos e exigências dos órgãos ambientais.

Um sistema de limpeza de gases deve ser eficiente, confiável e principalmente adequado ao ciclo operacional e aos requerimentos ambientais vigentes. Desta forma, uma correta especificação, um criterioso dimensionamento, levando-se em conta as especificidades do processo e do ambiente no qual se encontra a instalação, assim como a utilização de equipamentos tecnologicamente avançados, são pontos fundamentais para que a performance do sistema de limpeza de gases atenda as reais necessidades operacionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Principais Componentes de um Sistema de Limpeza de Gases

2.1.1 Captores

Dispositivos responsáveis pela captação dos gases a serem limpos / tratados em um ou mais pontos do sistema. A captação dos gases deve-se à ocorrência de diferenças de pressão entre os pontos e o ambiente. O correto design dos captores é fundamental para que o sistema de exaustão controle efetivamente as contaminações atmosféricas em suas fontes geradoras com a mínima vazão de ar e o mínimo consumo de energia. Quanto mais a fonte geradora de contaminantes estiver enclausurada pelo captor, mais efetivo e econômico será o sistema. Todas as eventuais aberturas nos captores devem ser as menores possíveis e localizadas longe dos pontos de percurso natural dos contaminantes. Aberturas de inspeção e manutenção devem ser previstas sempre que possível com portas. Captadores que não enclausuram ou confinam os contaminantes exigem maiores vazões e sua efetividade é muito prejudicada por correntes de vento naturais.

2.1.2 Rede de Dutos

A rede de dutos cumpre o papel de ligar cada captor ao equipamento de limpeza de gases. É de extrema importância o correto dimensionamento de suas seções de escoamento para cada trecho de tubulação em função da velocidade a ser observada em seu interior. Áreas muito pequenas levam a altas velocidades e a altos desgastes. Áreas muito grandes levam a baixas velocidades e a deposição de material no interior da tubulação.

2.1.3 Ventilador / Exaustor

É o equipamento responsável pelo fornecimento de energia cinética ao gás. O dimensionamento do ventilador deve levar em consideração a vazão necessária e a perda de carga do sistema. Basicamente existem os ventiladores do tipo axial e do tipo centrífugo.

2.1.4 Chaminé

Sua função é de conduzir o fluxo de gases limpos para a atmosfera. Sua altura é determinada para cada tipo de aplicação e de acordo com as normas locais. No dimensionamento do diâmetro da chaminé vale a mesma fórmula utilizada para a rede de dutos, entretanto, neste caso, recomenda-se velocidades menores (normalmente entre 10 a 15 m/s) para se evitar ruídos acima do permitido. Em alguns casos é necessária a instalação de silenciadores ou de isolamento acústico em seu corpo, assim como isolamento térmico.

2.1.5 Filtro de Mangas

Equipamento cujo objetivo é separar o material particulado seco do ar e/ou gases. O processo de filtragem se dá através da passagem do fluxo de gás pelas mangas (elementos filtrantes), proporcionando uma alta eficiência de retenção além de uma elevada confiabilidade operacional.

O gás filtrado sai pelo “pleno de gás limpo” em direção a uma chaminé ou para utilização em algum outro processo enquanto que os particulados retidos nas mangas desprendem-se das mesmas por meio do sistema de limpeza do filtro (usualmente por sopro de ar comprimido), são conduzidos à moega de pó e retirados da mesma geralmente por válvulas rotativas precedidas ou não por transportadores helicoidais ou transportadores de arraste.

Existem muitas alternativas construtivas e características dos filtros de mangas que podem ou não ser selecionadas em função da aplicação e demanda. Dessa forma, a informação dos dados de processo (composição dos gases, composição dos particulados, granulometria dos particulados, vazão, temperatura, pressão e umidade dos gases, etc.) é fundamental para o correto dimensionamento e projeto do filtro.

As mangas podem ser fabricadas com diversos tipos de tecidos, formas e dimensões, que devem ser adequadas para atender as aplicações específicas e as condições operacionais. A tabela abaixo apresenta as propriedades dos principais materiais utilizados para fabricação das mangas filtrantes, assim como suas aplicações.

Tabela 1. Características e Aplicações dos materiais filtrantes

CARACTERÍSTICA	MATERIAIS FILTRANTES						
	Polipropileno	Poliéster	Acrílico	Aramida	Polifenilsulfeto	Polimida	PTFE
Temperatura de trabalho	90° C	140° C	130° C	200° C	180° C	240° C	250° C
Temperatura máxima	100° C	150° C	135° C	200° C	190° C	240° C	270° C
Abrasão	A	A	A	A	A	A	A
Ácidos	A	NA	A	NA	A	A	A
Alcalinos	A	NA	A	A	A	NA	A
Hidrólise do Calor Úmido	A	NA	A	NA	A	A	A
Oxidantes	A	A	A	A	NA	A	A

2.2 Características Específicas para Aplicações em Centrais de Areia e na Área de Fusão

2.2.1 Eficiência na Captação

Um fator vital para o perfeito funcionamento de um sistema de limpeza de gases é a adequação da captação nos diversos pontos de trabalho, que está diretamente ligada ao design dos captadores, a vazão e a velocidade de captação, assim como a instalação adequada de todos os componentes. A seguir são apresentados exemplos de instalações existentes:



Figura 2.1 Captação em tambor de desmoldagem e resfriamento (Sist. de areia)



Figura 2.2 Captação no sistema de recuperação de areia – Peneira



Figura 2.3 Captação em forno com coifa bi-articulada

2.2.2 Adequação do Sistema de Dutos

A velocidade usual em dutos de despoeiramento recomendada está entre 15 e 20 m/s. O cálculo dos dutos é dado pelas seguintes fórmulas:

$$A = \frac{Q}{V} \quad (\text{Eq 2.1})$$

Onde A = área em m^2
 Q = vazão em m^3/s
 V = velocidade de fluxo dentro do duto em m/s

Para dutos com seção circular, teremos o diâmetro interno determinado pela fórmula abaixo:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad (\text{Eq 2.2})$$

Onde D = diâmetro em m
 Q = vazão em m^3/s
 V = velocidade de fluxo dentro do duto em m/s

Cabe ressaltar também que além da velocidade, o correto dimensionamento da perda de carga e do equilíbrio das pressões são pontos importantíssimos para que o sistema opere de forma eficiente. Em alguns casos, devido a complexidade dos sistemas, estruturas CFD (computational fluid dynamics) são necessárias.

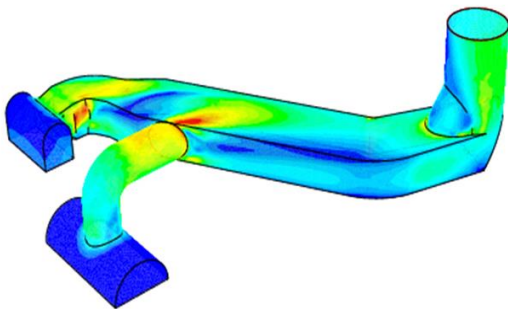


Fig. 2.4 Exemplo de esboço CFD

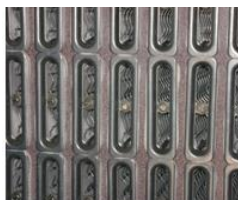
Por último, mas não menos importante, em diversas aplicações, cabe ressaltar que o cuidado em se evitar a condensação dos gases através da adoção de sistemas de aquecimento devidamente dimensionados e instalados em pontos estratégicos, pode ser uma solução no intuito de se evitar a saturação precoce das mangas dos filtros.

2.2.3 Filtro de Mangas Especiais (Mangas Horizontais)

O filtro de mangas horizontais constitui-se em um equipamento sem similares devido às suas inúmeras características técnicas especiais. Este se diferencia dos filtros Standard pelas seguintes características construtivas.

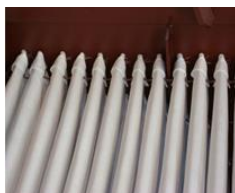
2.2.3.1 Disposição e fixação das mangas filtrantes

As mangas estão dispostas horizontalmente e a chapa espelho fica na lateral do filtro, fazendo a divisão entre o gás sujo e o pleno de gás limpo. As mangas são fixadas em suas duas extremidades, na chapa espelho e na chapa traseira do filtro. Dessa forma, as mesmas não se tocam em nenhum momento (nem durante a limpeza) e não há atrito entre elas, como no caso dos filtros de mangas verticais.



Fonte: Elaborado pelo autor

Foto 2.1 Fixação Mangas / Espelho



Fonte: Elaborada pelo autor

Foto 2.2 Fixação Mangas / Chapa traseira

2.2.3.2 Formato das mangas e das gaiolas de sustentação

As gaiolas de sustentação têm forma de “8” ao invés da tradicional seção circular. As gaiolas têm menor distanciamento entre os arames de sustentação das mangas (abertura de malha 25 x 25 mm) o que resulta em uma melhor distribuição do carregamento, uma menor solicitação mecânica e uma maior vida útil das mangas. Os quadros de apoio (gaiolas) das mangas possuem um formato pontiagudo no topo de maneira a evitar o acúmulo de pó.



Fonte: Elaborada pelo autor

Foto 2.3 Gaiola de um filtro Lühr / Kuttner

2.2.3.3 Limpeza das mangas

Dependendo da aplicação pode-se utilizar sistemas de limpeza de média ou alta pressão, on-line ou off-line, fixos ou móveis. O sistema de limpeza fixo, a exemplo do filtro Standard, possui tubos fixos. A diferença é que estes tubos se encontram posicionados verticalmente na frente de cada fileira de mangas e com orifícios direcionados no centro de cada manga. Cada tubo possui uma válvula solenóide que aciona o sopro de ar comprimido para a execução da limpeza das mangas.

O sistema móvel possui um carro de limpeza que se encontra acima e fora do filtro e protegido do ambiente, de forma a não estar sujeito a nenhum tipo de pó ou chuva. O regime de trabalho do carro de limpeza é muito efetivo, tornando a manutenção praticamente desnecessária. O carro de limpeza utiliza ou um ventilador de baixa pressão ou um tanque pulmão de ar comprimido e uma válvula solenóide, eliminando as inúmeras válvulas do filtro tradicional, além de inúmeras

saídas digitais do programador. Como o número de válvulas é extremamente reduzido, a manutenção de válvulas solenóides é mínima em comparação a um filtro Standard.

O carro de limpeza se locomove em conjunto com um braço localizado à frente das mangas e que possui orifícios por onde o ar de limpeza é soprado para a limpeza de uma fileira de mangas. Duas fileiras adjacentes à esquerda e à direita da fileira em processo de limpeza são tapadas, interrompendo a filtração e isolando a fileira em processo de limpeza. O resultado é a limpeza off-line das mangas mesmo sem o uso de compartimentos. Desta forma, o aproveitamento da área filtrante é bem maior, contribuindo também para deixar o filtro ainda mais compacto.

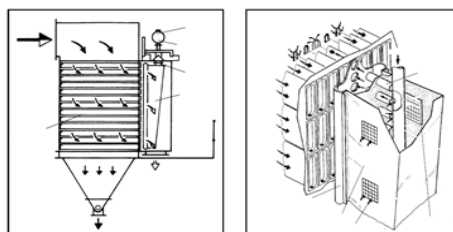


Figura 2.5 Sistema de limpeza móvel utilizando tanque pulmão e válvula solenóide.

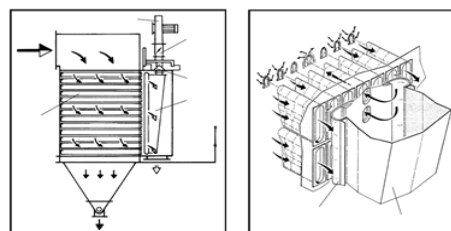


Figura 2.6 Sistema de limpeza móvel utilizando soprador.

2.2.3.4 Fluxo de gás

O arranjo das mangas permite o fluxo do gás sujo descendente, ao invés do tradicional ascendente. O fluxo descendente favorece o transporte do pó em direção à moega. Esta característica permite que a velocidade do gás entre as mangas seja alta, possibilitando que as mesmas sejam instaladas a uma pequena distância umas das outras tornando o filtro mais compacto. Desta forma, o filtro torna-se consideravelmente mais leve e menor do que um filtro Standard para a mesma capacidade de filtração. As menores dimensões do filtro propiciam, da mesma forma, uma grande redução na estrutura de sustentação. Este benefício se potencializa quanto mais alta for a estrutura metálica de sustentação do filtro.

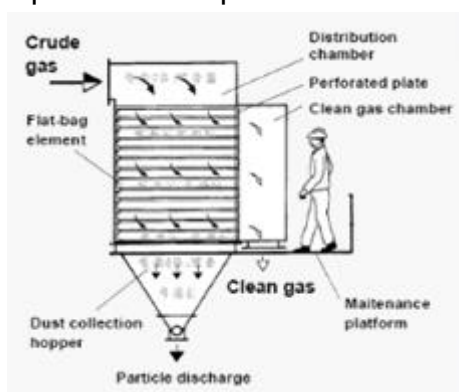


Figura 2.7 Arranjo esquemático mostrando o fluxo de gás sujo descendente atravessando as mangas montadas horizontalmente

2.2.3.5 Manutenção – Identificação e troca de mangas furadas

A identificação das mangas furadas se dá pelo acúmulo de pó na face interna das portas de visita em frente às mesmas. Nos modelos com sistema de limpeza com tubos fixos, o acúmulo de pó é observado no próprio tubo em frente à manga furada.

No caso de alguma manga furada, é necessária apenas uma breve parada do filtro para a vedação da mesma com uma tampa cega não sendo necessária a sua troca imediatamente.

Devido ao arranjo horizontal e o comprimento das mangas (1.000 a 2.500 mm), o manuseio e troca das mesmas pode ser realizado por uma única pessoa. As mangas são dispostas horizontalmente, o que facilita seu acesso, eliminando a necessidade de subir no topo do filtro, bem como talhas para manutenção e as tradicionais tampas para remoção das mangas filtrantes. A sua retirada é pela lateral do filtro, o que facilita a sua troca, pois o operário não precisa fazer esforço na vertical. Isto se deve ao fato de as mangas adjacentes sustentarem a manga que está sendo retirada. As portas para retirada das mangas na lateral do filtro dificultam a infiltração da água da chuva. Para filtros de até 3 metros de altura é utilizada uma plataforma móvel.



Foto 2.4 Plataforma de manutenção

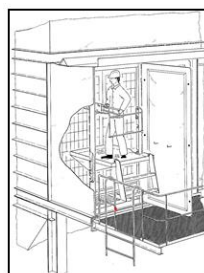


Figura 2.8 Plataforma de manutenção adicional para filtros de mangas > 3,0 m de altura

2.2.4 Fluxogramas de Instalações

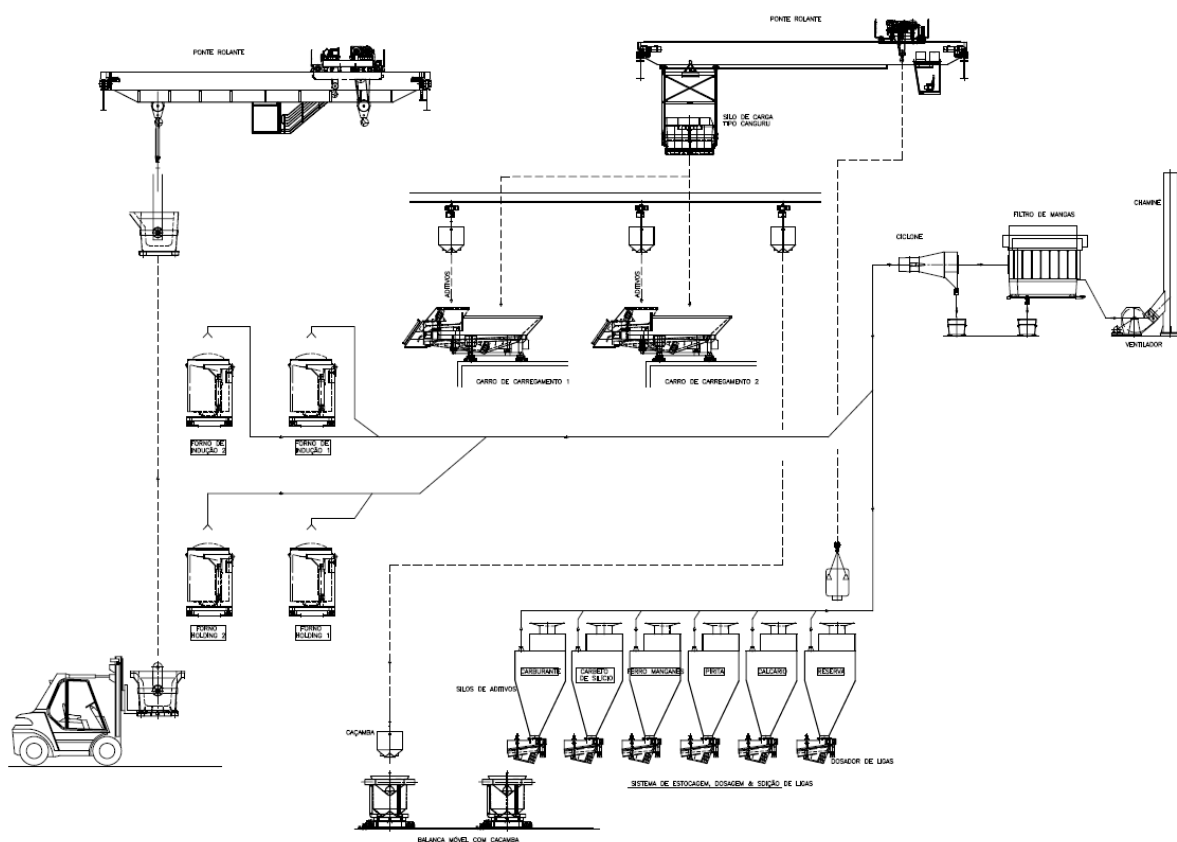


Figura 2.9 Sistema de limpeza de gases para preparação e carregamento de carga nos fornos – Fundição

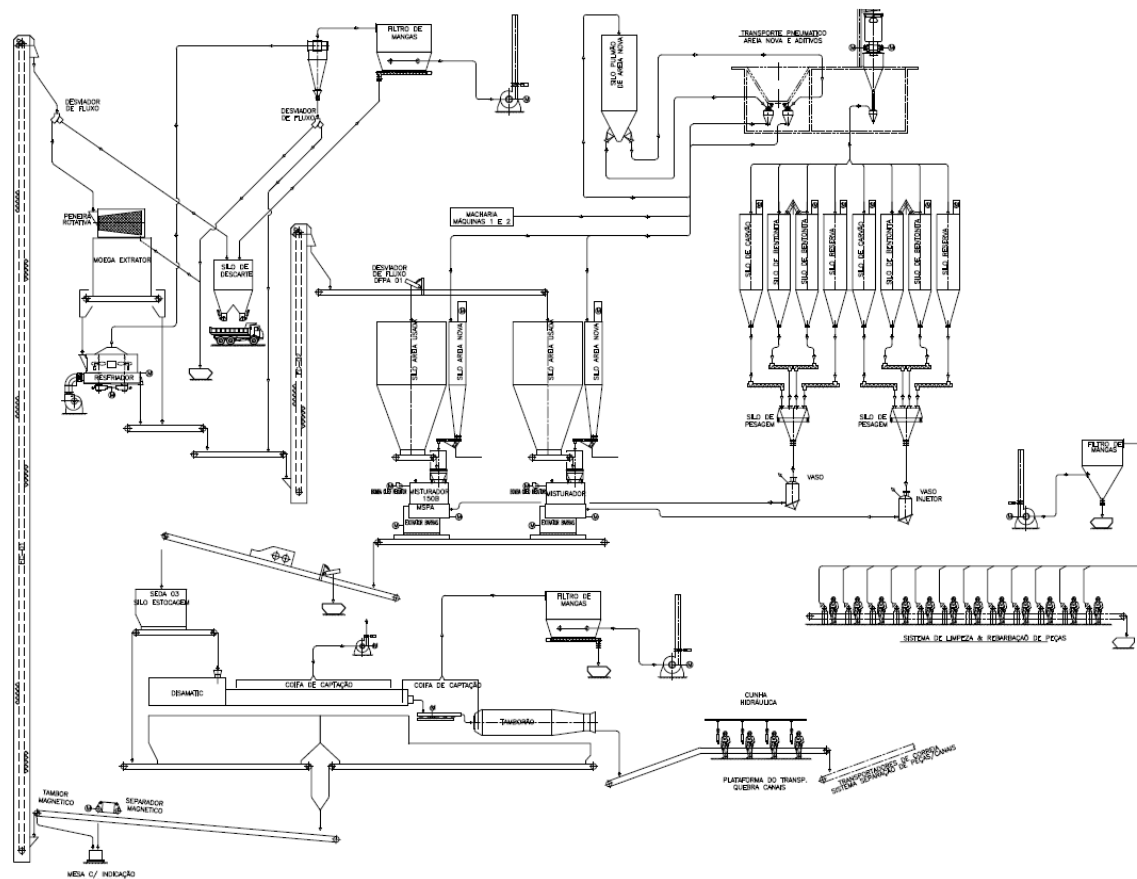


Figura 2.10 Sistema de limpeza de gases para instalação de moldagem - Fundição

2.2.5 Referências no Brasil



Figura 2.11 Mahle – Filtro de Mangas 130.000 Am³/h
- Aplicação: Forno de Indução



Figura 2.12 Mahle – Filtro de Mangas 70.000 Am³/h
Aplicação: Sistema de Recuperação de Areia



Figura 2.13 WEG – Filtro de Mangas 90.000 Am³/h
- Aplicação: Forno de Indução



Figura 2.14 Metalsider
Filtro de Mangas 140.000 Nm³/h
Aplicação: Forno de Indução

3 CONCLUSÃO

O correto dimensionamento de um sistema de limpeza de gases inicia-se com a coleta dos dados relativos aos materiais contaminantes, composição química dos gases, temperaturas e pressões envolvidas, entendimento do processo gerador das emissões, etc. Em seguida, deve-se avaliar os limites de emissões que se pretende atingir selecionando as soluções técnicas adequadas a cada aplicação (tipos de captosres, tipo do equipamento de limpeza dos gases, tratamentos necessários para abatimento de contaminantes, necessidades especiais de operação e manutenção, simultaneidades, medidas contra desgastes, medidas contra condensação, medidas contra explosão, etc). Portanto, para cada caso específico deve-se realizar uma análise cuidadosa e buscar-se uma solução adequada e eficiente, de forma atender as necessidades operacionais da planta e as exigências dos órgãos ambientais.