

Apêndice H
Tratamentos de NO_x

Apêndice H - Tratamentos de NO_x

Para minimizar a emissão de NO_x, as indústrias podem minimizar a formação de NO_x na fonte ou dar tratamento adequado do efluente gasoso contendo NO_x.

H.1. - Minimização de NO_x na fonte

Para minimizar a formação de NO_x na fonte, podem ser usadas as seguintes técnicas:

- Uso de combustíveis com menor teor de nitrogênio.
- Atua na redução da formação do NO Combustível.
- Minimização do excesso de ar com controle simultâneo da geração de fuligem. Atua na redução da formação do NO térmico e do NO combustível.
- Combustão estagiada. A combustão estagiada divide o processo em duas partes: uma zona de combustão primária rica em combustível, portanto com pouca disponibilidade de O₂ (normalmente, cerca de 70% do ar estequiométrico) e baixa temperatura de pico, seguida pela injeção de ar secundário para completar a queima do combustível.
- Uso de queimadores específicos, que produzem menor formação de NO_x. Por exemplo, para a queima de líquidos com alto teor de nitrogênio, o combustor adequado é aquele que, mantendo a relação ar/combustível alta o necessário para a queima do combustível, mantém a oxidação do nitrogênio a um mínimo, aplicando o conceito de mistura distribuída. São vários os detalhes de construção nos queimadores, de acordo com o caso, que conseguem maior eficiência de queima juntamente com minimização de formação de NO_x existentes no mercado.
- Recirculação interna ou externa dos gases de combustão. A recirculação dos gases para a zona de combustão reduz a formação de NO à medida que abaixa a temperatura de pico de chama e dilui o oxigênio em excesso. Esta aplicação é verificada com maior incidência em chamas de gás natural e de óleo com baixo teor de nitrogênio.
- Diminuição da temperatura de preaquecimento do ar. Inibe a formação de NO térmico. Quanto menor a temperatura do ar injetado na zona de combustão, menor será a emissão de NO_x, pois diminuirá a temperatura de pico de chama. Esta técnica é desinteressante pelo aspecto de conservação de energia.

- Diminuição da temperatura de superfície envolvente. Como já mencionado, para inibir a formação de NO térmico, a temperatura da chama não deve ser muito alta. No caso de caldeiras, a utilização de paredes d'água na zona da chama diminui a temperatura local por transporte de calor convectivo e radioativo.
- Diminuição do índice de rotação do queimador. No caso de combustão de líquidos e sólidos pulverizados, aumentando o índice de rotação do queimador, o teor de O₂ na chama tende a se uniformizar, aumentando portanto a emissão de NO_x, já que regiões antes deprimidas em O₂ passam a ter teores mais elevados destes componentes.
- Combustão em leito fluidizado. Dispositivos que permitam aumentar o tempo de residência das partículas carbonáceas acima do leito e a ação de reinjetar no leito as partículas arrastadas são formas de reduzir a emissão de NO_x, pois favorecem a reação:



- Usos de aditivos

Atualmente, são vários os aditivos estudados de forma a minimizar a geração de NO_x. A maioria deles caminha para a utilização de sólidos de pequeno tamanho. Talvez os estudos estão assim direcionados devido à reação acima citada, $2 \text{NO} + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2$.

- Injeção de água ou vapor

Inibe, basicamente, o NO térmico, uma vez que minimiza a temperatura de pico de chama.

H.2. Tratamento de NO_x nas emissões gasosas

Para tratamento dos gases efluentes com NO_x, podem ser usadas as seguintes técnicas:

Processos via seca

- Decomposição catalítica
- Redução com NH₃ através de seleção catalítica
- Redução com gases redutores e catalisador não seletivo
- Redução seletiva com NH₃ sem catalisador
- Absorção por sólidos

Processos via úmida

- Absorção com líquido e oxidação para NO₂/NO₃
- Oxidação na fase gasosa seguida de adsorção e redução na fase líquida
- Oxidação na fase gasosa seguida de absorção e oxidação para NO₂/NO₃ na fase líquida
- Absorção com redução para NH₄⁺ na fase líquida

Vale ainda citar que muitas vezes há processos integrados para a remoção de NO_x juntamente com SO_x. Além disso, a maior parte do desenvolvimento desses processos tem ocorrido no Japão, onde a legislação que regulamenta a emissão de NO_x é mais rigorosa. Vale também ressaltar que a aplicação de tratamento adequado depende de cada caso e cada solução, assim como a escolha via seca ou via úmida, possui vantagens e desvantagens a serem analisadas.