

P HƯƠNG PHÁP KHỬ CHỌN LỌC KHÔNG XÚC TÁC

áp dụng cho

LÒ HƠI LỚN ĐỐT THAN

Hệ thống khử chọn lọc không xúc tác vốn đã được coi là lựa chọn tốt nhất đối với các lò hơi công suất nhỏ và trung bình, giờ đây lại được trình diễn như một lựa chọn hấp dẫn thay thế cho hệ thống khử lựa chọn có dùng xúc tác áp dụng trong các nhà máy điện đốt than công suất lớn.

Trong những năm 1980 và 1990, các lò hơi đốt than công suất lớn ở Tây Âu được trang bị hệ thống kiểm soát ôxit nitơ (NO_x), quá trình khử lựa chọn có dùng xúc tác (selective catalytic reduction - SCR) lúc đó được coi là công nghệ tốt nhất có sẵn (best available technology). Nhưng sau đó, khi nhiều nước Trung Âu và Đông Âu gia nhập Liên minh châu Âu (EU) và buộc phải chấp nhận các giới hạn phát thải của EU, thì khử chọn lọc không xúc tác (selective non-catalytic reduction - SNCR) được quan tâm ngày một nhiều hơn bởi các lợi thế của nó, trong đó phải kể đến chi phí đầu tư thấp hơn.

Đặc biệt trong những năm gần đây, quá trình SNCR đã được liên tục hoàn thiện đối với các lò hơi công suất nhỏ và trung bình, ví dụ như các lò thiêu rác, và được thừa nhận rộng rãi là công nghệ tốt nhất có sẵn. Nhưng các chủ sở hữu nhà máy điện giờ đây cũng đang khảo sát liệu SNCR có khả thi cả đối với các lò hơi đốt than công suất lớn hay không, xét về hai quan điểm tính năng cũng như giá thành.

SNCR và SCR đều là các công nghệ kiểm soát NO_x sau cháy và cả hai công nghệ này đều nhằm khử NO_x thành nitơ và nước bằng cách sử dụng các chất phản ứng dựa trên amoniac hoặc urê. Sự khác

Hệ thống khử chọn lọc không xúc tác là giải pháp tốt trong việc lựa chọn phương pháp áp dụng cho các hệ thống khử ôxit nitơ ở các nhà máy điện đốt than công suất lớn



nhau chủ yếu giữa hai hệ thống là “cửa sổ nhiệt độ”, cụ thể là khi không có xúc tác thì phản ứng xảy ra ở khoảng (cửa sổ) 900 - 1050°C, còn khi có chất xúc tác thì khoảng nhiệt độ này hạ thấp xuống còn 160 - 350°C.

Trong quá trình SNCR, các chất phản ứng ở dạng dung dịch nước (nước amoniac, urê), hoặc dạng khí (amoniac) được phun vào khói nóng. Để khử được tối ưu NO_x với mức tiêu hao NH_3 (amoniac) tối thiểu, cần phải phân phối đồng đều và trộn đều khắp chất phản ứng trong khói ở nhiệt độ trong phạm vi cửa sổ nhiệt độ thích hợp, tại đó việc khử NO_x mới có thể xảy ra. Dải nhiệt độ tối ưu để đạt được mức khử NO_x cao kết hợp với tiêu thụ chất phản ứng ở mức tối thiểu và mức tiêu hao NH_3 thấp là khá hẹp và phụ thuộc rất nhiều vào thành phần của khói. Đối với các lò hơi đốt than, nhiệt độ tối ưu nằm trong khoảng từ 960°C đến 1020°C.

Ở nhiệt độ cao hơn dải nhiệt độ này, amoniac bị oxy hóa ở mức độ ngày càng tăng, nghĩa là tạo ra NO_x , ngược với mong muốn, trong khi đó ở nhiệt độ thấp hơn, tốc độ phản ứng chậm lại, gây lãng phí NH_3 , có thể dẫn đến hình thành các muối amon, gây ra nhiều vấn đề thứ sinh.

Tuy nhiên, do nhiệt độ trên tiết diện buồng lửa hiếm khi đồng nhất và mất cân bằng đáng kể thường hay xảy ra nên cần áp dụng những biện pháp đặc biệt để xác định vị trí bố trí các vòi phun sao cho tối ưu nhằm phân phối phù hợp chất phản ứng vào trong khói ở mọi chế độ vận hành.

Để xác định xem liệu quá trình SNCR có phù hợp với lò hơi đốt than hiện có hay không, nên thực hiện các thử nghiệm đơn giản, sử dụng một thiết bị thử nghiệm di động. Các thử nghiệm như vậy có thể cung cấp các thông tin giá trị, không chỉ về những nỗ lực cần phải thực hiện liên quan tới thiết kế và thiết bị của hệ thống SNCR thương mại, mà còn về tính năng có thể dự kiến và tính năng đảm bảo trong các chế độ vận hành khác nhau.

Cho dù nước amoniac hay urê sẽ được sử dụng trong hệ thống SNCR thương mại sau này, các thử nghiệm nói chung thường được thực hiện với dung dịch urê bởi vì dung dịch urê dễ vận chuyển. Hơn nữa, xét theo quan điểm tính năng, hai chất phản ứng này có thể so sánh được

với nhau trong phần lớn các ứng dụng. Đến nay, nhiều thử nghiệm đã được tiến hành ở một số lò hơi có công suất tới 225 MWe ở Đức, Cộng hòa Séc và Ba Lan.

Cụ thể là, một công ty điện lực Đức đã quyết định sử dụng quá trình SNCR cho một lò hơi đốt than công suất 200 MWe, sau khi thử nghiệm thành công, có tính đến các khía cạnh liên quan như mức khử NO_x , tỉ số chi phí/lợi ích và độ khả dụng tổng thể của lò.

CHẨN ĐOÁN HIỆU QUẢ BUỒNG ĐỐT

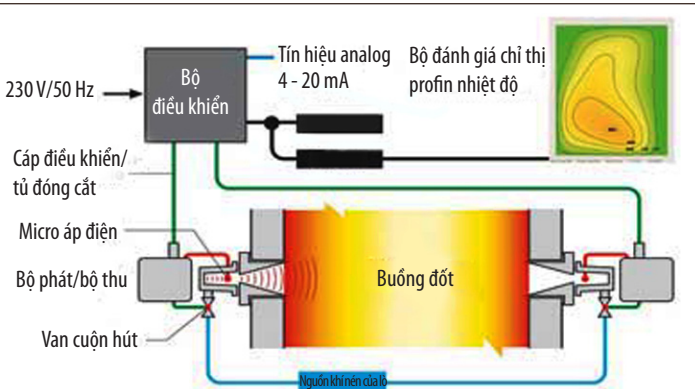
Tuy nhiên, các phép đo nhiệt độ bằng hỏa kế hút (suction pyrometer) và số đọc của nhiệt ngẫu lắp đặt cố định cũng chỉ cho phép đánh giá sơ lược profin nhiệt độ ở các độ cao (tầng) phun tiềm năng trong thời gian vận hành với các tải tương ứng của lò hơi. Ngoài ra, phân bố và mất cân bằng nhiệt độ, ví dụ như do tải lò hơi, đặc tính môi cháy và cấu hình vòi đốt, có thể thay đổi rất nhiều.

Hệ thống bao gồm các bộ phát và bộ thu (có thiết kế như nhau phần cơ và phần điện) được lắp trên vách buồng đốt và một bộ điều khiển bên ngoài. Trong quá trình đo, van cuộn hút trên tuyến không khí nén phía bộ phát được mở ra, phát ra các tín hiệu âm học. Các tín hiệu này được ghi đồng thời trên cả hai phía bộ phát và bộ thu. Các tín hiệu số hóa sau đó được sử dụng để đo thời gian truyền tín hiệu.

Vì khoảng cách đã biết, nên có thể xác định vận tốc âm thanh, từ đó suy ra nhiệt độ, tức là nhiệt độ của tuyến. Với một số tổ hợp khác nhau các bộ phát/bộ thu hoạt động trên một độ cao, có thể nhận được nhiều cấu hình tuyến để tính toán được ngay lập tức phân bố nhiệt độ trong không gian hai chiều ở một độ cao.

Một profin nhiệt độ được chia ra thành nhiều phân đoạn và có thể được phân bố cho các đầu phun hoặc nhóm các đầu phun riêng rẽ để chuyển chúng sang mức khác, tùy theo nhiệt độ khói đo được. Điều này đảm bảo chất phản ứng đi tới các vị trí hiệu quả nhất cho phản ứng, ngay cả với các nhiệt độ khói thay đổi nhanh chóng và hệ thống SNCR luôn được vận hành ở dải nhiệt độ tối ưu.

Sau khi công ty điện lực Đức quyết định chọn hệ thống SNCR, một hệ thống agam sơ bộ đã được lắp đặt nhằm thu thập thông tin chi tiết và giúp



Hình 1. Profin nhiệt độ đo bằng hệ thống agam đảm bảo hệ thống SNCR vận hành tối ưu

thông tin cho việc thiết kế hệ thống SNCR thương mại, đặc biệt là các mức phun chất phản ứng, số lượng và các vị trí đặt các vòi phun.

Các phép đo nhiệt độ đã được thực hiện tại đầu cuối của buồng đốt (ở độ cao 39 m) với các mức tải khác nhau và các cấu hình khác nhau của các vòi phun than. Bốn vùng nhiệt độ đối xứng đã được xác định từ ma trận nhiệt độ và trị số trung bình của bề mặt đã được sử dụng để tính toán các sai lệch ứng với các vùng đó. Kết quả đã cho thấy nhiệt độ trung bình ở đầu cuối của buồng đốt thay đổi trong khoảng từ 750°C ở mức tải thấp (45 MWe, vòi đốt mức 1) và 1150°C ở mức tải toàn phần (185 MWe, tất cả các vòi đốt đều hoạt động).

Ý tưởng thiết kế cuối cùng của hệ thống SNCR dùng cho nhà máy điện đốt than 200 MWe dựa trên việc phân tích các trị số đo nhiệt độ và các thử nghiệm với hệ thống SNCR trình diễn nói trên.

Lưu đồ đơn giản hóa quá trình trên Hình 2 cho thấy sự hoạt động và các thiết bị của hệ thống SNCR thương mại, đã được thiết kế, lắp đặt và nghiệm thu ở nhà máy điện. Do nhiệt độ ở mức tải thấp và đây tải sai khác đáng kể, cũng như những mất cân bằng rất lớn về nhiệt độ nên các vòi phun chất phản ứng được lắp đặt 5 độ cao khác nhau, từ 26 m đến 51,8 m. Các vòi phun được bố trí sao cho phía phải và phía trái lò hơi có thể được điều khiển độc lập nhau, với từng đầu phun riêng biệt có thể cho hoạt động hoặc ngừng hoạt động.

Hệ thống SNCR thương mại được đưa vào vận hành tháng 3/2010. Các chỉ tiêu đảm bảo của khói sạch NO_x và NH₃ đều đạt được trong phần lớn các

trường hợp với các mức tải lò hơi trong dải từ 20-100%.

Tuy nhiên, giai đoạn tối ưu hóa sau đó mất rất nhiều thời gian bởi vì phải đo profin nhiệt độ ở từng độ cao trong tổng số 5 độ cao phun chất phản ứng đối với các mức tải khác nhau, bằng các hỏa kế hút để tính toán độ chênh lệch so với nhiệt độ đo được bằng hệ thống agam ở độ cao 39m. Điều này là cần thiết để xác định các đầu phun nào cần được cho hoạt động ở các nhiệt độ trung bình khác nhau trong các vùng, và ở những nhiệt độ nào cần thực hiện việc đóng mở ở các mức tải đã cho.

HỆ THỐNG SNCR TRÌNH DIỄN TẠI NHÀ MÁY ĐIỆN 225 MWe

Tại một nhà máy điện của Ba Lan với 5 lò hơi đốt than 225 MW đã lắp đặt hệ thống SNCR trình diễn nhằm xác nhận thực hiện cắt giảm NO_x ít nhất là 25% một cách an toàn ở phụ tải bất kỳ trong dải 40-100% của lò hơi.

Các phép đo nhiệt độ chỉ có thể thực hiện được tại hai cửa kiểm tra buồng đốt ở độ cao 47,4 m cho thấy mất cân bằng giữa các điểm đo là trên 120°C. Không thể thực hiện thêm các phép đo khác bởi vì không có cửa đủ lớn để bố trí đầu đo hỏa kế. Trong quá trình thử nghiệm, urê được phun qua các cửa ở độ cao 37,9 m và 47,4 m từ vách trước của lò hơi cũng như ở độ cao 47,4 m ở các vách bên.

Mặc dù gặp phải các khó khăn trên nhưng kết quả hết sức lạc quan: Mức cắt giảm NO_x vượt xa chỉ tiêu 25% ở tất cả các phụ tải và đạt gần 60% ở mức phụ tải 75%.

Ở một hệ thống thương mại, thêm một tầng phun chất phản ứng nữa (thành ba tầng) sẽ cải thiện tính năng, đặc biệt là hiệu suất và mức tiêu hao NH₃. Để giảm thiểu mức tiêu hao NH₃, một lượng nhỏ chất xúc tác có thể đưa vào phần cuối của lò hơi. Nhưng với một hệ thống agam giống như hệ thống được lắp đặt ở lò hơi của Đức, có thể phun chất phản ứng một cách chính xác hơn ở những nhiệt độ tối ưu. Kết quả là có thể giữ mức tiêu hao đủ thấp để giữ nồng độ amoniac trong tro bay thấp hơn giới hạn chấp nhận được sao cho không cần phải đưa thêm một lượng dù nhỏ chất xúc tác.

Độ sẵn sàng chung của nhà máy điện về cơ bản không bị ảnh hưởng bởi hệ thống SNCR. Những

bộ phận quan trọng đối với vận hành hệ thống như các bơm đều được trang bị có dự phòng. Dù sao, các vòi phun chất phản ứng tiếp xúc với khói cần thường xuyên kiểm tra và bảo trì. Có thể kiểm tra chúng trong quá trình vận hành và thay thế chúng tương đối nhanh khi cần thiết.

Hệ thống SNCR ở nhà máy điện của Đức được trang bị hệ thống thu thập dữ liệu tự động để giảm nhẹ việc chẩn đoán sự cố và chế độ đặt thông qua kết nối dữ liệu từ xa. Chi phí đầu tư cao hơn cho hệ thống như vậy có thể thu hồi được trong thời gian ngắn nhờ tránh được các khoản chi cao trả cho các kỹ sư dịch vụ tới kiểm tra.

QUÁ TRÌNH TWIN-NO_x

Một khi đã quyết định sử dụng hệ thống SNCR, điều tối quan trọng là chọn được chất phản ứng tốt nhất. Urê có nhiều ưu điểm về tính sẵn có, điều vận và chi phí. Tuy nhiên nếu cân nhắc quá trình, sử dụng nước amoniac có thể là phương án tốt hơn.

Về ý tưởng thiết kế, nói

chung có thể phân chia các lò hơi đốt than thành hai loại. Loại thiết kế lò hơi có hai đường khói và phần mũi rút ngắn ở cuối buồng đốt. Loại thiết kế thứ hai là lò hơi kiểu tháp.

Trong lò hơi hai đường khói, ở tải toàn phần thì nhiệt độ tối ưu nói chung ở mức hoặc ở trong phạm vi các bộ quá nhiệt. Sử dụng nước amoniac làm chất phản ứng nhiều khi bị hạn chế bởi các nhiệt độ này, mà các nhiệt độ này phần lớn là quá cao, bởi thế một lượng lớn amoniac sẽ bị cháy thành NO_x trước khi đến được vùng nhiệt độ thấp hơn bên trong các bộ trao đổi nhiệt. Do đó việc khử NO_x tổng thể không phải là tối ưu.

Với dung dịch urê, việc xử lý tình hình dễ dàng hơn, bởi vì tới khi các hạt nước nhỏ bao quanh phần tử urê bốc hơi thì NH₂ của urê bị phân hủy đã đến được vùng lạnh hơn. Tuy nhiên, vấn đề nghiêm trọng đáng quan ngại là các hạt nước nhỏ chứa urê sẽ tác động lên ống lò hơi, ăn mòn và làm hỏng các ống đó. Vì vậy cần hết sức lưu ý đến việc bố trí, bảo

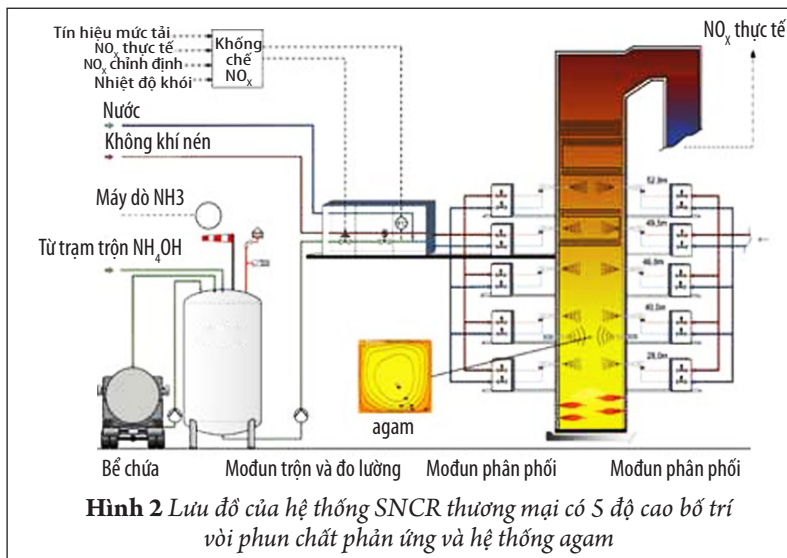
trì và khai thác các vòi phun chất phản ứng.

Tình hình với các lò hơi kiểu tháp không hề dễ dàng hơn mặc dù trong phần lớn các ứng dụng, có thể phun chất phản ứng từ cả bốn phía của lò hơi. Chỉ khu vực trung gian giữa các vách lạnh của lò hơi và phần trung tâm nóng là nằm trong dải nhiệt độ tối ưu cho các phản ứng. Cần có những biện pháp đặc biệt để phân phối đủ chất phản ứng vào trong khói. Một phương án thay thế là phun chất phản ứng đồng thời vào nhiều độ cao với các độ sâu thâm nhập khác nhau và sử dụng các đầu phun có độ dài khác nhau. Nhưng vẫn khó đạt được sự phân bố tối ưu chất phản ứng.

Trong quá trình thử nghiệm SNCR trong lò hơi đốt than công suất 200 MWE ở Đức, dung dịch urê đã được sử dụng mặc dù sau đó hệ thống SNCR thương mại lại sử dụng nước amoniac. Tuy nhiên các kết quả vận hành của hệ thống thương mại đã không đáp ứng những kỳ vọng, đặc biệt là ở phụ tải toàn phần.

Điều đáng thất vọng là kết quả cho thấy điều khiển tự động không tốt hơn điều khiển bằng thủ công thiết bị thử nghiệm. Khác biệt đáng kể duy nhất là nước amoniac được sử dụng ở hệ thống SNCR thương mại. Nước amoniac có thể cho kết quả kém hơn so với urê bởi vì nó phản ứng quá gần vách lò hơi.

Để khảo sát vấn đề này, đã tiến hành thêm một số thử nghiệm với urê trong hệ thống thương mại. Kết quả cho thấy rằng ngay lập tức sau khi phun urê, khử NO_x tăng lên, tiêu hao chất phản ứng



Hình 2 Lưu đồ của hệ thống SNCR thương mại có 5 độ cao bố trí vòi phun chất phản ứng và hệ thống agam

giảm xuống, nhưng mỗi quan ngại về tác động của urê lên ống lò hơi vẫn còn đó.

Các thử nghiệm tiếp theo cho thấy bằng các chất phản ứng ít bay hơi hơn (dung dịch urê-NOx-AMID) thực tế thoát ra ở cuối quỹ đạo các hạt dung dịch nhỏ trong khi các chất phản ứng dễ bay hơi (NH₃) thoát ra gần nguồn các hạt nhỏ, sát cạnh vách lò hơi.

Các thử nghiệm sau đó cho thấy nếu thay đổi chất phản ứng theo các điều kiện vận hành thì có thể cải thiện đáng kể tính năng của hệ thống SNCR. Từ đó, chỉ còn một bước nhỏ phải thực hiện là trộn hai chất phản ứng này và phun các hỗn hợp khác nhau vào buồng đốt để kết hợp được các ưu điểm của hai chất phản ứng đó.

Một hệ thống thương mại hiện nay đã được chế tạo, có thể vận hành riêng rẽ hoặc đồng thời với dung dịch urê và nước amoniac (Hình 3). Quá trình này mang tên TWIN-NO_x, có dải nhiệt độ và dải phụ tải hiệu quả và rộng hơn, hiệu suất cao hơn, tiêu hao NH₃ thấp hơn, tiêu thụ

chất phản ứng ít hơn, rủi ro ăn mòn ở mức tối thiểu.

TƯƠNG LAI CỦA HỆ THỐNG SNCR

Hệ thống SNCR hiện đã chứng minh mang lại kết quả có thể so sánh với các hệ thống khử NO_x có sử dụng chất xúc tác, nhưng với chi phí thấp hơn nhiều lần. Ngay cả ở các lò đốt lớn, giờ đây có thể thực hiện khử NO_x nhiều hơn thông qua điều chỉnh riêng rẽ các vòi phun theo nhiệt độ khống chế. Profin nhiệt độ có thể được cải thiện đáng kể và mức phát thải đỉnh NO_x cao quá mức có thể được ngăn ngừa nếu nhiệt độ đo bằng agam được sử dụng không chỉ để điều chỉnh hệ thống SNCR mà còn để tối ưu hóa quá trình cháy.

Cần áp dụng tất cả các biện pháp công nghệ khả thi và được luận chứng về thương mại như tối ưu hóa quá trình cháy và tái tuần hoàn khói. Bổ sung một lượng nhỏ chất xúc tác ở cuối lò hơi có thể giảm thiểu tiêu hao NH₃. Theo kỳ vọng, quá trình TWIN-NO_x sẽ mở ra những tiềm năng mới về cải thiện.

Qua nhiều năm vận hành liên tục ở các công trình đốt khác nhau, hệ thống SNCR đã chứng tỏ tính tin cậy và kinh tế trong việc khử NO_x. Tại các nhà máy điện nêu ra ở đây, tính năng luôn luôn đạt và thường là cao hơn dự kiến.

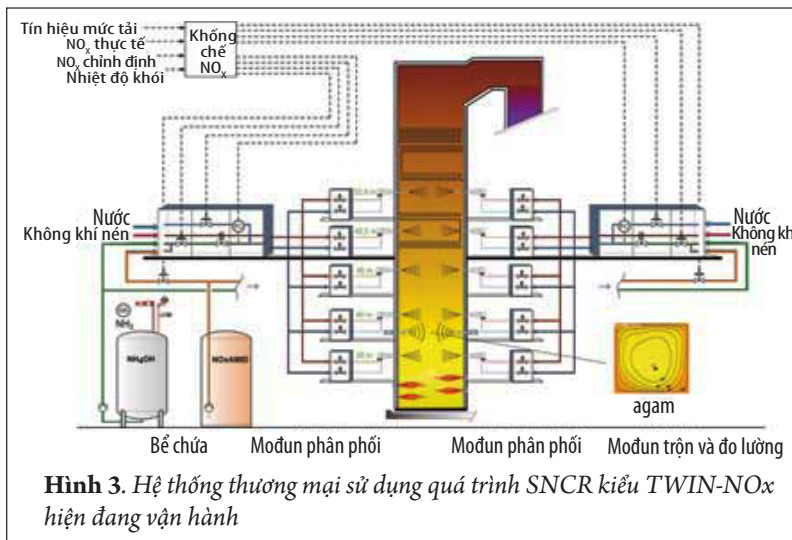
Từ góc độ quá trình, sử dụng dung dịch urê hay nước amoniac cũng đều được chùng nào lò đốt được thiết kế, lắp đặt và vận hành đúng cách. Ở Đức, Thụy Điển và Hà Lan, hệ thống SNCR đã vận hành từ nhiều năm nay trong các lò đốt chất thải với các mức giới hạn NO_x theo thiết kế dưới 100mg/Nm³ (Nm³ là mét khối ở điều kiện tiêu chuẩn). Những nhà máy này tuân thủ tốt các trị số bảo hành khi vận hành liên tục. Những hệ thống mới hơn, được trang bị hệ thống agam và phun chất phản ứng ở ba độ cao tiêu hao ít NH₃, đạt được giá trị NO_x thấp trong khói sạch và hiệu suất cao.

Hệ thống khử lựa chọn có dùng xúc tác (SCR) có thể đạt mức khử NO_x cao hơn một chút, tuy nhiên tỉ suất chi phí/lợi ích thường thấp hơn, đặc biệt khi mà các trị số NO_x dưới 300 mg/Nm³ thường đạt được ở các lò hơi lớn đốt than mà chỉ cần sửa đổi quá trình đốt.

Các kết quả thử nghiệm đầy hứa hẹn hiện đã được ghi nhận tại các nhà máy điện đốt dầu cũng như đốt than công suất tổ máy tới 225 MW. Ở các nước phụ thuộc nhiều vào than như Ba Lan, Cộng hòa Séc, quá trình khử NO_x bằng SNCR đang bắt đầu được ưa chọn.

Nguyễn Lý Tĩnh dịch

Theo "PEI", số tháng 2/2013



Hình 3. Hệ thống thương mại sử dụng quá trình SNCR kiểu TWIN-NO_x hiện đang vận hành