

Hướng dẫn Kiểm toán năng lượng

Dự án: Tổng quan: Kiểm toán năng lượng cho ngành phân bón tại Việt Nam

Nội dung: Thông tin chung về cơ sở sản xuất phân bón phục vụ kiểm toán năng lượng

Thời gian: 21/12/2023

Người nhận: Peter Maagøe

Đồng kính gửi:

Người gửi: Ashish Chawla

Sản phẩm phân bón

Urê – 800.000 tấn/năm NPK
– 300.000 tấn/năm

Từ "NPK" ghi trên nhãn dán của phân bón là viết tắt của nitơ, photpho và kali, ba chất dinh dưỡng cơ bản để cây phát triển. Ví dụ, 5-10-5 của NPK có nghĩa là 5% nitơ, 10% photpho và 5% kali.

Nitơ (N) cần thiết cho việc phát triển thân, lá mới và hình thành diệp lục, giúp lá có màu xanh và giúp cây quang hợp.

Photpho (P) cần thiết cho việc phát triển hoa, quả và hệ thống rễ.

Kali (K) giữ cho rễ khỏe mạnh và cũng hỗ trợ cho hoa, quả phát triển.

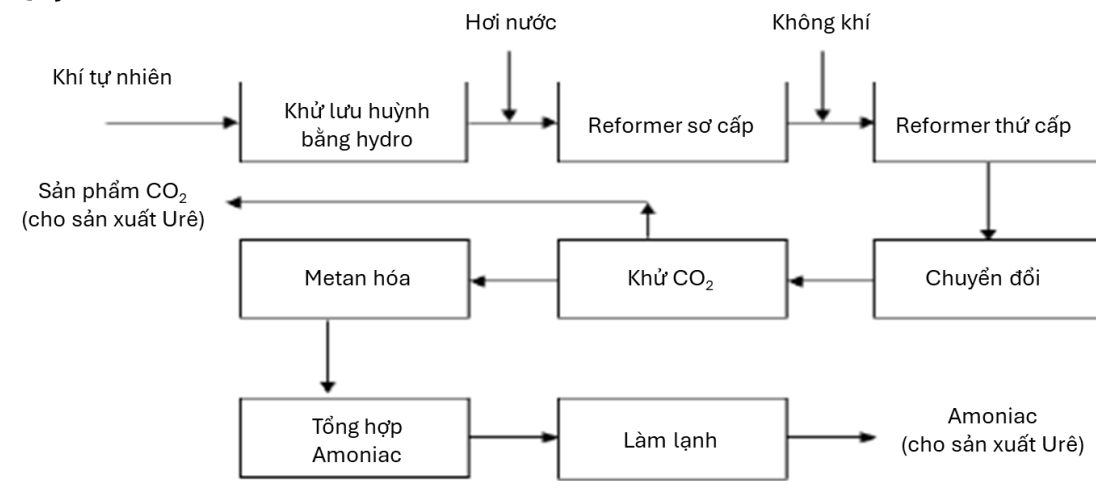
Hệ thống quy trình

Mục này tóm tắt ngắn gọn về tất cả các hệ thống quy trình, các nguyên liệu thô và các bước chính trong các quy trình. Ba hệ thống quy trình được mô tả như sau:

1.1 Amoniac (NH₃)

- Nguyên liệu
 - Khí tự nhiên dùng làm nguyên liệu (để cung cấp hydro trong amoniac (NH₃))
 - Khí tự nhiên dùng làm nhiên liệu
 - Không khí xung quanh (để cung cấp nitơ trong amoniac (NH₃))
- Quy trình
 - Bước 1: Loại bỏ các hợp chất lưu huỳnh (*Hệ thống khử lưu huỳnh bằng hydro*)
 - Bước 2: Khí đã khử lưu huỳnh trải qua quá trình reforming xúc tác để sản xuất khí tổng hợp (*Hệ thống Reforming*)
 - Bước 3: Chuyển đổi carbon dioxide (CO₂) thành carbon monoxide (CO) (*Hệ thống phản ứng chuyển đổi*)
 - Bước 4: Loại bỏ carbon dioxide - Đưa vào nhà máy sản xuất urê - (*Hệ thống hấp thụ và tách*)
 - Bước 5: Chuyển đổi các oxit cacbon thành methane (*Hệ thống metan hóa*)
 - Bước 6: Tổng hợp amoniac từ hydro và nitơ (*Bộ chuyển đổi amoniac*)
 - Bước 7: Làm mát amoniac (*Dàn lạnh*)

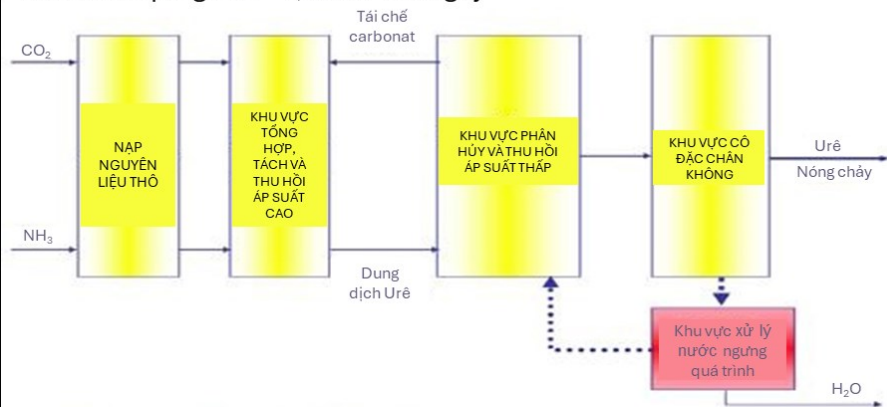
Quy trình sản xuất Amoniac



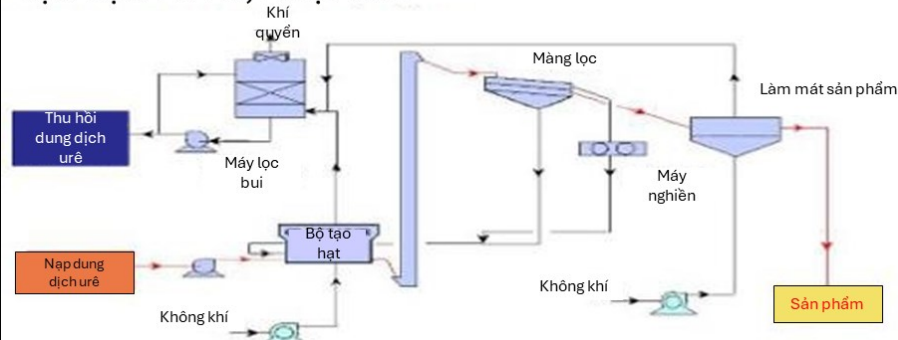
1.2 Urê (46% nitơ)

- Nguyên liệu
 - Carbon dioxide từ bước 4 trong nhà máy sản xuất amoniac
 - Amoniac từ bước 7 trong nhà máy sản xuất amoniac
- Quy trình
 - Bước 1: Trộn amoniac và carbon dioxide (*Áp suất cao - Hệ thống tổng hợp urê*)
 - Bước 2: Tinh chế và thu hồi urê (*Áp suất trung bình*)
 - Bước 2: Tinh chế và thu hồi urê (*Áp suất thấp*)
 - Bước 3: Cô đặc dung dịch urê nóng chảy (*Hệ thống cô đặc*)
 - Bước 4: Làm đông đặc dung dịch urê - (*Hệ thống tạo hạt - Phân xưởng riêng biệt*)

Urê: Snamprogetti – Ý, 2385 tấn/ngày

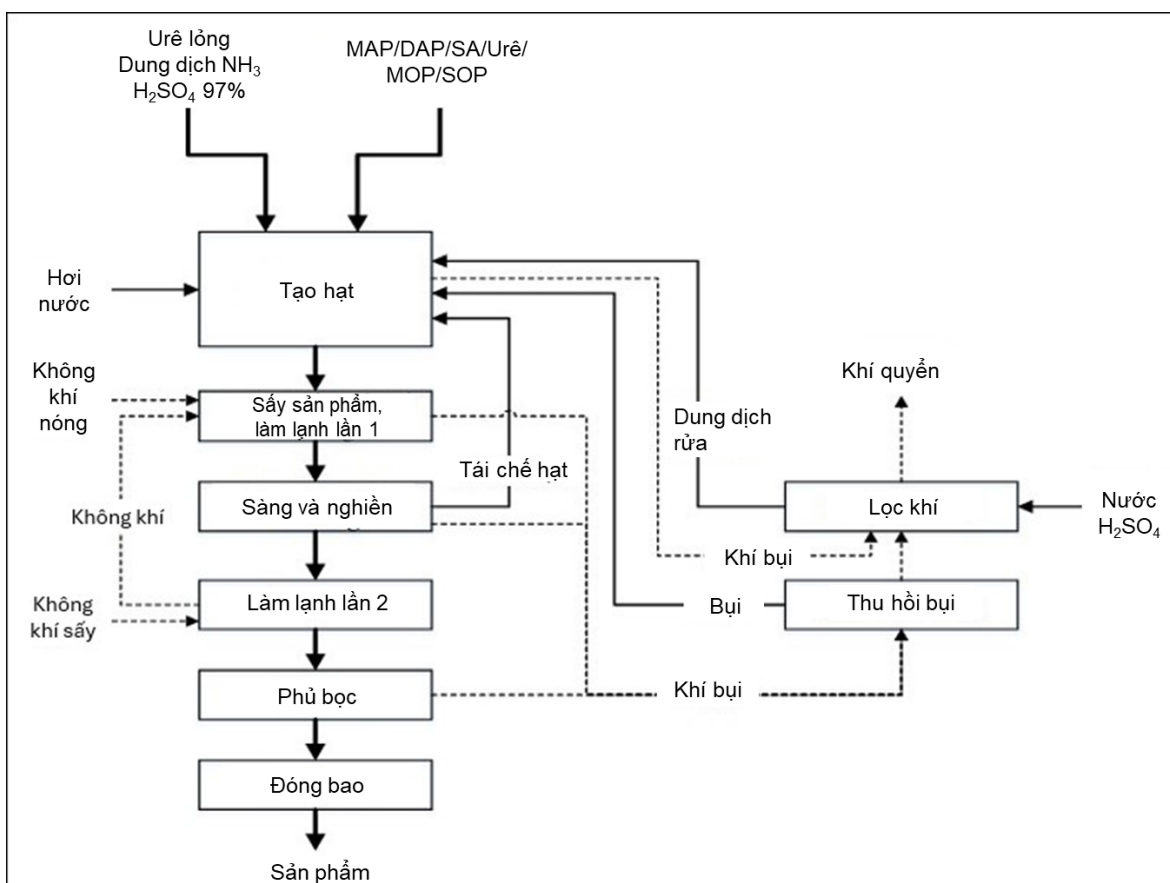


Tạo hạt: TOYO, Nhật Bản



1.3 NPK

- Nguyên liệu
 - Tùy thuộc vào tỷ lệ NPK, sự thay đổi của nguyên liệu đầu vào
 - Urê/ amoniac/ axit sulfuric/ MOP hoặc SOP (hợp chất kali)/ MAP hoặc DAP (hợp chất amoni photphat)
 - Có thể nhập nguyên liệu vào cơ sở sản xuất
- Quy trình
 - Bước 1: Xử lý chất rắn
 - Bước 2: Xử lý chất lỏng
 - Bước 3: Trộn chất rắn và chất lỏng trong máy tạo hạt (*Hệ thống tạo hạt*)
 - Bước 4: Sấy các hạt NPK (*Hệ thống sấy và làm mát*)
 - Bước 5: Phân loại các hạt NPK (*Hệ thống sàng lọc và nghiền*)
 - Bước 6: Làm mát thứ cấp NPK (*Hệ thống điều hòa không khí*)
 - Bước 7: Làm mát lần cuối NPK (*Hệ thống làm mát và phủ bọc*)
 - Bước 8: Đóng gói và giao hàng phân bón (*Hệ thống đóng bao*)
 - Bước 9: Thu hồi bụi phân bón (*Hệ thống xyclon*)
 - Bước 10: Lọc khí trong quá trình (*Hệ thống lọc*)
 - Bước 11: Thu gom nước ngưng từ quá trình (*Hệ thống thu gom*)

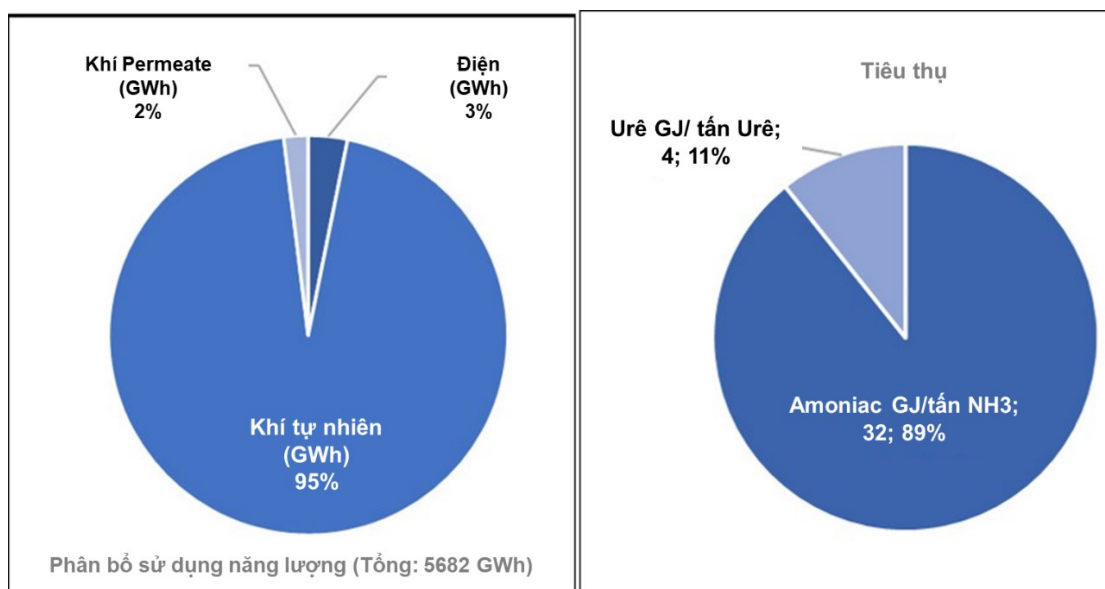


Tiêu thụ năng lượng hàng năm – Dựa trên dữ liệu có sẵn

Mục này trình bày tổng quan về sơ đồ năng lượng của toàn bộ cơ sở sản xuất dựa trên hai tài liệu có sẵn. **Bảng 1** và **Hình 1** (bên trái) trình bày mức tiêu thụ hàng năm của ba dạng năng lượng chính được sử dụng tại cơ sở. Dạng năng lượng được tiêu thụ nhiều nhất là khí tự nhiên, chiếm 95% tổng mức tiêu thụ năng lượng. Cần lưu ý rằng trong tỷ lệ 95% này, phần lớn được sử dụng làm nguyên liệu đầu vào (khoảng 65%-70%), trong khi phần còn lại được sử dụng làm nhiên liệu. Tiếp theo là Điện năng và khí Permeate gas, đại diện cho mức tiêu thụ còn lại. Các con số dựa trên số liệu trung bình hàng năm từ năm 2018-2022.

Bảng 1: Mức tiêu thụ năng lượng hàng năm tại cơ sở sản xuất (dựa trên số liệu trung bình từ năm 2018-2022)

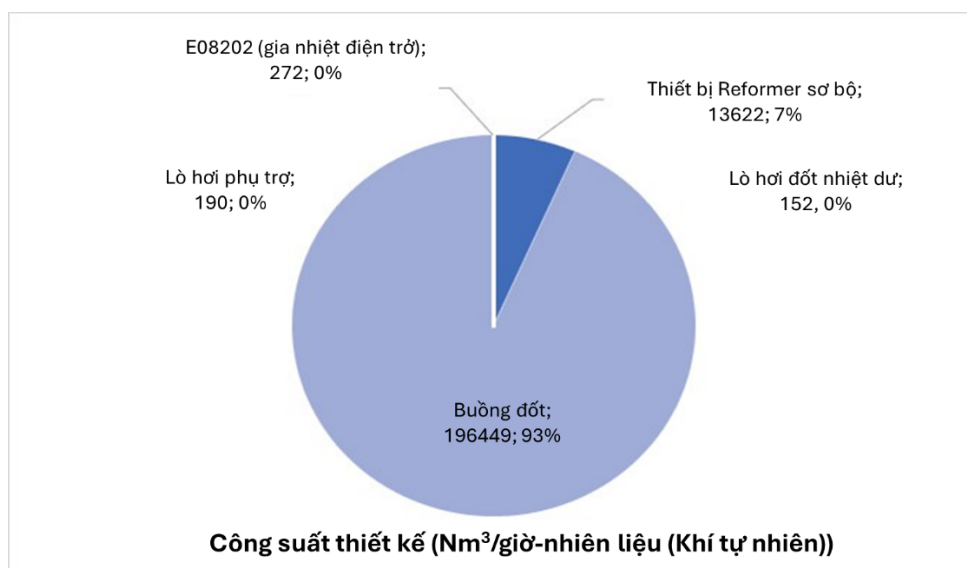
Dạng năng lượng	Đơn vị	Mức tiêu thụ hàng năm (tính trung bình từ năm 2018-2022)
Điện	(GWh)	174
Khí tự nhiên	(GWh)	5200
Permeate Gas	(GWh)	108
Tổng	(GWh)	5682



Hình 1: Phân bổ sử dụng năng lượng tại cơ sở sản xuất theo từng dạng năng lượng (2018-2022) (trái); Mức tiêu thụ năng lượng cụ thể cho amoniac và urê (2018-2020) (phải).

Sau khi có được tổng mức tiêu thụ năng lượng của cơ sở sản xuất, việc phân bổ năng lượng của các hệ thống quy trình sẽ được mô tả. **Hình 1** (bên phải) mô tả nhu cầu năng lượng cần thiết để sản xuất 1 tấn amoniac và urê. Dữ liệu chỉ có sẵn cho amoniac và urê. Dự kiến có tiêu thụ năng lượng cho NPK, nhưng dữ liệu này không có sẵn.

Hình 2 trình bày công suất thiết kế – dựa trên tốc độ lưu lượng khí tự nhiên. Các đối tượng tiêu thụ năng lượng lớn nhất là buồng đốt và bộ reformer.



Hình 2: Phân bổ tiêu thụ khí tự nhiên – Dựa trên công suất thiết kế.

1.4 Định mức tiêu thụ năng lượng

Cơ quan Năng lượng quốc tế (IEA) giới thiệu công nghệ tốt nhất hiện có (BAT) trên thế giới cho sản xuất amoniac là 28 GJ/ tấn amoniac, tương đương với dầu chân carbon là 1,6 tấn/ tấn amoniac¹. Điều này cho thấy nhà máy Amoniacc ở Việt Nam hiện nay có khả năng tăng hiệu suất năng lượng lên 14%. Một nghiên cứu theo dõi hiệu suất của 50 nhà máy sản xuất amoniacc cho thấy các nhà máy tốt nhất trong mỗi nhóm (công suất thấp, trung bình và cao) có hiệu suất năng lượng dao động từ 29,5 GJ/tấn NH₃ đến 30,6 GJ/tấn NH₃². Điều này một lần nữa cho thấy nhà máy amoniacc hiện tại có khả năng cải thiện hiệu suất so với các nhà máy sản xuất amoniacc khác khoảng 6-7%.

Các quan sát và tiềm năng tiết kiệm năng lượng chính

1.5 Quy trình:

- Một phần hơi nước sản xuất trong nhà máy amoniacc được sử dụng để sản xuất điện, trong khi phần còn lại được sử dụng để gia nhiệt trong quy trình.
- Reforming khí tự nhiên là một quá trình tiêu thụ năng lượng rất lớn. Tác động của delta P (sự thay đổi áp suất) qua thiết bị reformer giúp xác định mức tiêu thụ năng lượng cụ thể của amoniacc cần được tối ưu hóa.
- Tỷ lệ hơi nước trên carbon (S/C) cũng cung cấp một thước đo tốt về hiệu quả năng lượng và cần được kiểm tra. Hầu hết các nhà máy sản xuất amoniacc bằng quá trình reforming hơi nước duy trì tỷ lệ S/C từ 3,3 đến 3,5 nhưng hơi nước dư thừa đòi hỏi tiêu tốn năng lượng và sau đó nước ngưng từ hơi nước cũng phải được xử lý. Do đó, việc giảm tỷ lệ S/C xuống 3,0 hoặc thấp hơn giúp tiết kiệm hơi nước và từ đó tiết kiệm năng lượng.
- Delta T (sự thay đổi nhiệt độ) qua các tầng của bộ chuyển đổi amoniacc cần được tối ưu hóa để đạt được mức tiêu thụ năng lượng cụ thể tối ưu.

¹ Các quy trình sản xuất amoniacc từ góc độ năng lượng và phát thải: Tóm tắt kỹ thuật

² [https://www.ajer.org/papers/v2\(7\)/N027116123.pdf](https://www.ajer.org/papers/v2(7)/N027116123.pdf)

- e. Có thể đánh giá mức độ bão hòa khí tự nhiên thông qua sử dụng nguồn nước ngưng nhiệt độ cao trước khi vào thiết bị reformer sơ cấp. Biện pháp này dẫn đến giảm nhu cầu phun hơi nước trong quá trình reforming hơi nước và do đó có thể giảm sản xuất hơi nước từ lò hơi phụ trợ.
- f. Thu hồi nhiệt dư từ các ống khói - Thiết bị lọc khí của nhà máy sản xuất Urê
- g. Giám sát công nghệ chân không

1.6 Thiết bị

Bộ trao đổi nhiệt

- a. Có khả năng cao là năng lượng bị mất do trao đổi nhiệt (tổn thất năng lượng exergy) trong một số bộ trao đổi nhiệt vì dòng nhiệt trong các bộ trao đổi nhiệt không chảy theo quy luật thứ hai của nhiệt động lực học. Do đó, **PHÂN TÍCH PINCH** có ý nghĩa rất lớn để đạt được **tích hợp nhiệt** tối ưu, nếu điều này chưa được thực hiện trong vài năm qua.
- b. Tắc nghẽn trong bộ trao đổi nhiệt là tình trạng phổ biến và cần được kiểm tra.
- c. Trong khu vực đối lưu của thiết bị reformer sơ cấp, thiết kế bộ trao đổi nhiệt tốt hơn (loại tấm) với bề mặt lớn hơn dẫn đến thu hồi nhiệt cao hơn và cần được nghiên cứu sử dụng.

Lò hơi

- a) Cần kiểm tra bước gia nhiệt sơ bộ nước cấp lò hơi để sử dụng năng lượng tối ưu.
- b) Cần theo dõi, kiểm tra hiệu suất của lò hơi phụ và lò hơi nhiệt dư theo các thông số thiết kế.
- c) Thu hồi nhiệt hoàn toàn từ khí thải của lò hơi.
- d) Thu hồi nhiệt thải từ các hệ thống làm mát của lò hơi.

Buồng đốt

- a) Hiệu suất của các buồng đốt cần được giám sát và kiểm tra so với các thông số thiết kế.
- b) Tỷ lệ không khí so với nhiên liệu có thể được kiểm tra trong các buồng đốt để giám sát hiệu suất.
- c) Gia nhiệt sơ bộ khí đốt
- d) Có thể kiểm tra hệ thống điều khiển quá trình đốt, nếu nó được vận hành thủ công. Hệ thống điều khiển tự động có thể được đề xuất cho thiết bị đốt trong lò hơi phụ trợ và thiết bị reformer sơ cấp.

Máy nén

- a) Giám sát hiệu suất của máy nén làm lạnh amoniac - Chạy bằng tua-bin hơi
- b) Kiểm tra hiệu suất năng lượng của hệ thống nén khí.
- c) Thu hồi nhiệt từ hệ thống máy nén.
- d) Điều khiển bằng biến tần (VFD) khi vận hành ở chế độ non tải

Tháp làm mát bằng bầu ướt

- a) Phần lớn quạt chạy ở tốc độ cố định. Có thể cần sử dụng biến tần.
- b) Kiểm tra dải hoạt động, cách vận hành và hiệu quả của tháp làm mát. Hiệu suất nên đạt khoảng 75%.
- c) Các chu kỳ cô đặc, còn được gọi là tỷ lệ cô đặc, là tỷ lệ giữa tổng chất rắn hòa tan trong nước tuần hoàn của tháp làm mát so với tổng chất rắn hòa tan trong nước cấp thêm
- d) Tùy thuộc vào nhiệt độ của nước hồi lưu, một phần tải có thể được chuyển hướng đến các tháp làm mát khô.

Máy bơm

- a) Có các máy bơm lớn có thể được lắp đặt tại địa điểm nhà máy có công suất lên tới (3-5 MW).

- b) Việc giảm quy mô công suất của các máy bơm lớn để đáp ứng nhu cầu phụ tải thấp, lắp đặt biến tần (VFD) và thay thế bộ truyền động của một số máy bơm công suất nhỏ chạy bằng hơi bằng bộ truyền động động cơ đã giúp cải thiện hiệu suất. Máy bơm và tua-bin nhỏ có hiệu suất tốt hơn nếu được điều khiển bằng điện thay vì hơi nước
- c) Kiểm tra hiệu suất năng lượng của hệ thống nén khí.
- d) Thu hồi nhiệt từ hệ thống máy nén.

Máy sấy quay

- a) Tổn thất nhiệt thường rất đáng kể trong máy sấy quay do sự phá hủy exergy lớn.
- b) Các thông số quy trình như tốc độ lưu lượng không khí, hàm lượng nước, tốc độ quay của máy sấy, v.v. cần được giám sát.
- c) Các nghiên cứu đã cho thấy độ nghiêng của máy sấy 1° , tốc độ dòng nhiệt $180 \text{ m}^3/\text{h}$ và tốc độ quay của máy sấy 10 vòng/phút là điều kiện sấy tối ưu nhất.

Các vấn đề khác:

- a) Có một số lượng lớn bẫy hơi trong nhà máy, hoạt động của chúng cần được kiểm tra.
- b) Thu hồi nước ngưng từ các bẫy hơi - để thu hồi cả nhiệt và nước. Nhìn chung, nước ngưng này là nước tinh khiết và có thể được sử dụng làm nước cấp cho lò hơi.
- c) Có thể đánh giá các tổn thất nhiệt do điều kiện cách nhiệt, chủ yếu xảy ra ở thiết bị reformer, lò nung và các đường ống chính, bao gồm cả đường ống làm lạnh amoniac.
- d) Nhìn chung, sẽ có nhiều nguồn nhiệt ở nhiệt độ thấp được đưa đến tháp làm mát. Có thể xem xét nghiên cứu giải pháp bơm nhiệt để tăng nhiệt độ và sử dụng trong quá trình gia nhiệt. Ngoài ra, có thể nghiên cứu các tiềm năng sản xuất điện từ quá trình này thông qua chu trình Rankine hữu cơ hoặc chu trình Kalina.
- e) Trước hết có thể giám sát các chỉ số năng lượng và hiệu suất quy trình, sau đó tích hợp công nghệ cảm biến kỹ thuật số phù hợp để quản lý hiệu suất năng lượng tốt hơn.

1.7 Tiềm năng trong tương lai

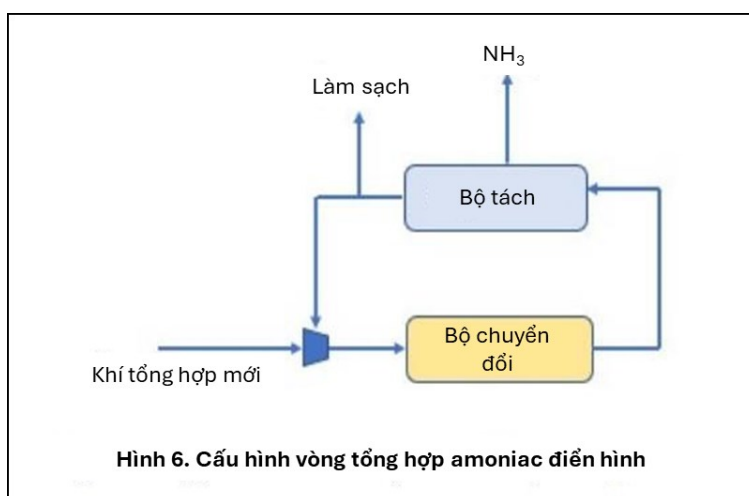
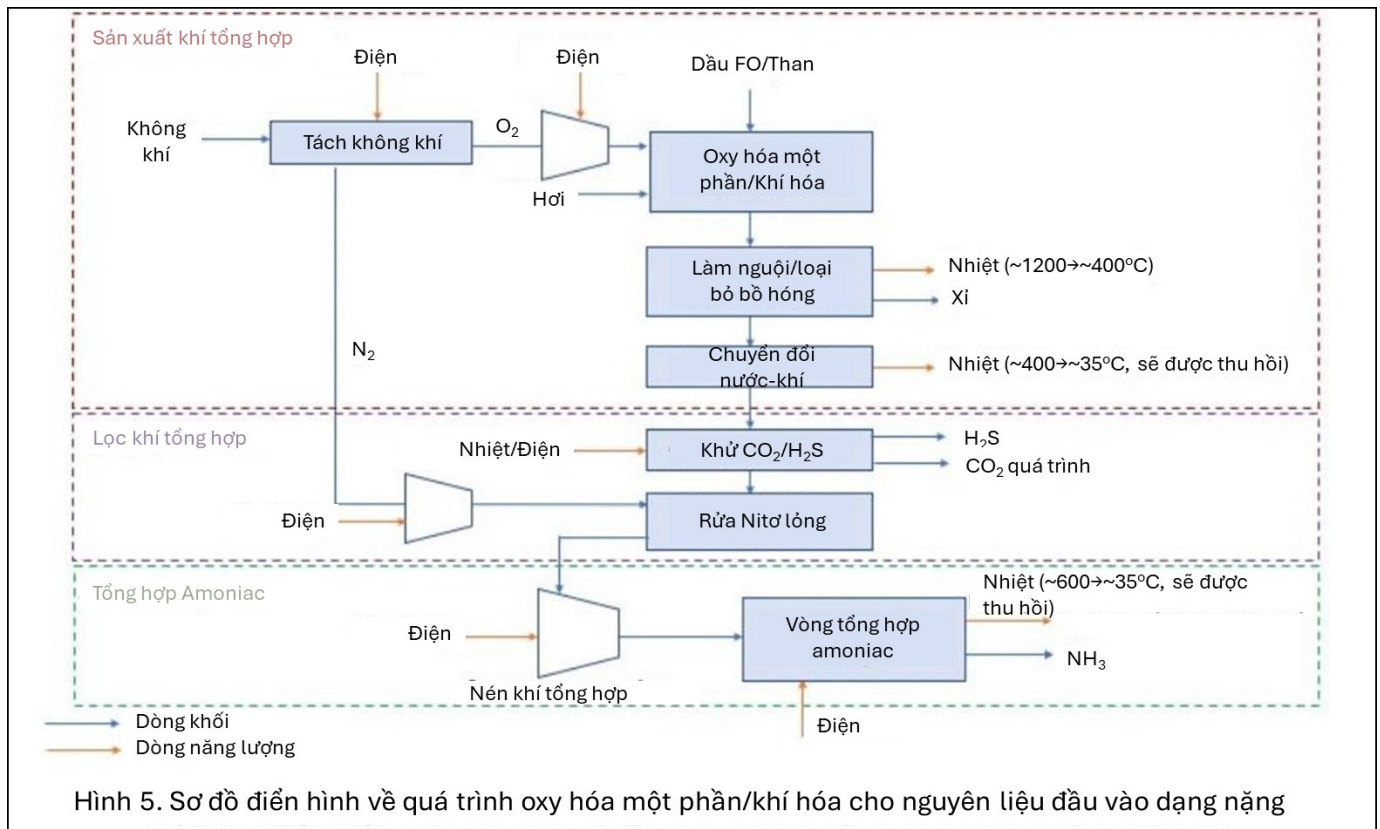
- a) Amoniacc xanh lá: ngoài các cách thức dựa trên nhiên liệu hóa thạch đang sử dụng, có thể tổng hợp amoniacc bằng cách sử dụng điện tái tạo và **điện phân nước (TRL – 7-9)** và/hoặc **điện hóa (TRL – 1-3)** và/hoặc **khí hóa sinh khối (TRL – 6-8)** để sản xuất khí tổng hợp cho quy trình Haber-Bosch.
- b) Tiềm năng của các giải pháp thu giữ carbon từ hệ thống thiết bị phát thải CO_2 .

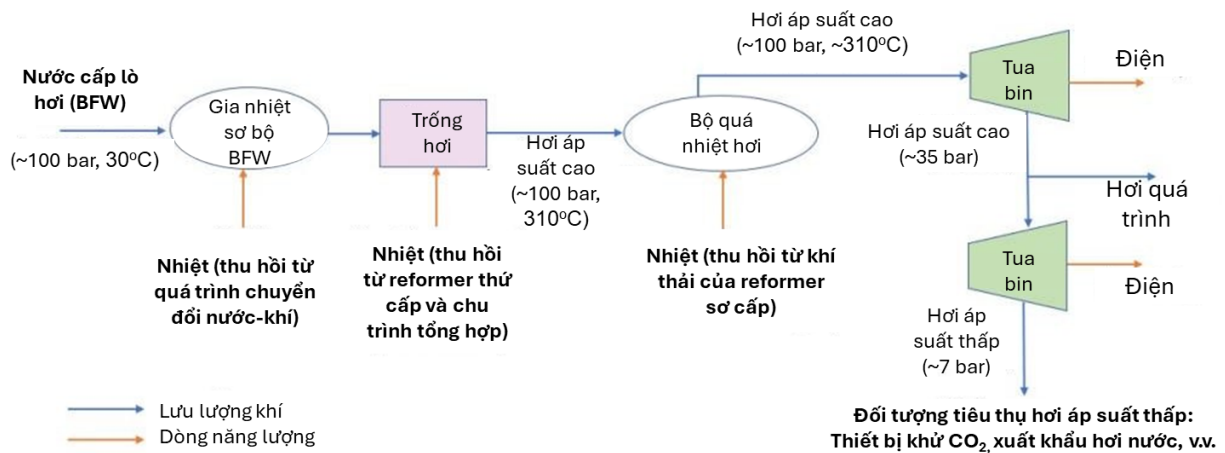
1.8 Thông tin quan trọng – Năng lượng & quy trình sản xuất amoniacc

Bảng 4: Phân bổ sử dụng năng lượng trong một nhà máy điển hình sản xuất amoniacc dựa trên khí tự nhiên

Công nghệ	Khí tự nhiên GJ/tấn NH_3	Nhiệt đầu vào/ra GJ/tấn NH_3
Nguyên liệu cho bộ reformer sơ cấp Nhiên liệu cho bộ reformer thứ cấp	20,4 – 22,3 7,2 - 9	3 – 4,5
Lò hơi đốt nhiệt thải		-5 - -6
Chuyển đổi và khử CO_2		0,8 – 1,2
Chu trình tổng hợp		-2,5 – -3
Lò hơi phụ trợ	0,3 – 3,5	-0,2 – -3
Tuabin/ máy nén		3,9 – 6,3
Khác (ví dụ: ngọn lửa)	0,2 – 0,7	
Tổng	28,1 – 35,5	0

*Giá trị âm thể hiện sản lượng hơi ròng





Hình 7. Sơ đồ hệ thống hơi nước điển hình của quá trình Reforming hơi nước