

GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ THU HỒI KHÍ NH₃ PHÁT THẢI TRONG QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT Ở NHÀ MÁY ĐẠM PHỤ MỸ

Nguyễn Văn Nhung, Lê Văn Minh, Nguyễn Trí Thiện, Lê Ngọc Lợi, Phạm Quang Hiếu, Tống Văn Hà

Tổng công ty Phân bón và Hóa chất Dầu khí - CTCP (PVFCCo)

Email: nvnhung@pvfcco.com.vn

Tóm tắt

Khí NH₃ luôn sản sinh trong quá trình sản xuất và tồn chứa NH₃ ở nhà máy sản xuất ammonia. Việc thu hồi khí NH₃ không chỉ mang lại lợi ích kinh tế mà còn có ý nghĩa về mặt môi trường do giảm phát thải NH₃. Thông thường, khí NH₃ sinh ra sẽ được nhà bản quyền công nghệ tính toán thu hồi bởi máy nén thu hồi NH₃. Tuy nhiên, sau một thời gian hoạt động, sự thay đổi của công nghệ và thiết bị sẽ làm gia tăng đáng kể lượng khí NH₃ sinh ra và vượt quá công suất thiết kế thu hồi ban đầu của thiết bị.

Nhóm tác giả đã nghiên cứu, đánh giá và đưa ra 2 giải pháp khả thi để thu hồi lượng khí NH₃ gồm: (i) nâng cấp hệ thống máy nén thu hồi 40PK5001K1 A/B (xưởng phụ trợ) hiện hữu và (ii) lắp đặt hệ thống đường ống mới nhằm tận dụng công suất dư của máy nén khí NH₃ 10K4051 (xưởng NH₃) để thu hồi toàn bộ lượng khí NH₃ sinh ra. Kết quả nghiên cứu cho thấy giải pháp (ii) có hiệu quả cao, giúp thu hồi được toàn bộ lượng hơi NH₃ với mức đầu tư hợp lý.

Từ khóa: Ammonia, thu hồi khí NH₃, máy nén khí NH₃, xưởng NH₃, xưởng phụ trợ.

1. Giới thiệu

Trong quá trình hoạt động bình thường, một lượng lớn ammonia lỏng sản xuất ra bởi xưởng ammonia sẽ được chuyển trực tiếp sang xưởng urea để sản xuất urea, phần còn lại được đưa về hệ thống bồn chứa dưới dạng sản phẩm lỏng. Bồn chứa ammonia lỏng 40TK5001 được thiết kế với dung tích định danh/dung tích làm việc là 23.800/20.000 tấn NH₃ lỏng tại nhiệt độ -33°C và áp suất khí quyển, cấu tạo gồm 2 vách tường kim loại và bảo ôn bên ngoài để chống hấp thụ nhiệt từ môi trường. Tuy nhiên, trong quá trình vận hành có thể xuất hiện hơi ammonia trong bồn do bay hơi từ 1 phần ammonia lỏng trong bồn và 1 phần ammonia lỏng trong đường ống khi hấp thụ nhiệt từ môi trường xung quanh.

Lượng NH₃ bay hơi này theo tính toán khoảng 610 kg/giờ và được thu hồi bởi máy nén 40PK5001K1 A/B. Thực tế, lượng NH₃ bay hơi có thể tăng thêm 750 kg/giờ khi xuất bán. Lượng này sẽ tăng cao hơn khi qua thời gian vận hành, lớp bảo ôn của bồn chứa NH₃ bị giảm khả năng cách nhiệt và khi xưởng NH₃ nâng công suất thì lượng NH₃ về

bồn sẽ tăng cao hơn, lượng NH₃ xuất bán nhiều hơn. Khi đó công suất của máy nén thu hồi 40PK5001K1 A/B bị vượt quá và lượng hơi NH₃ dư sẽ thải bỏ qua hệ thống đốc của nhà máy.

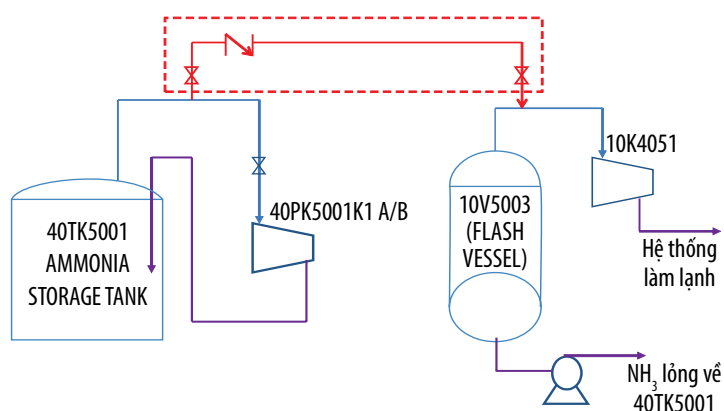
Giải pháp thu hồi toàn bộ lượng khí NH₃ sinh ra này phù hợp với điều kiện công nghệ, thiết bị và vận hành của nhà máy.

2. Đánh giá, lựa chọn giải pháp thu hồi khí NH₃

2.1. Phương pháp thực hiện

Xem xét, đánh giá các yếu tố liên quan đến việc thu hồi khí NH₃ gồm:

- Hệ thống đường ống liên quan đến việc thu hồi NH₃ [1].
- Chế độ vận hành hiện tại thay đổi so với thiết kế ban đầu.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống thu hồi khí NH₃ sinh ra từ bồn chứa 40TK5001

Ngày nhận bài: 22/5/2020. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 22 - 27/5/2020.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 20/7/2020.

Bảng 1. So sánh các giải pháp về mặt kinh tế, kỹ thuật

Giải pháp	Kỹ thuật	Kinh tế	Lựa chọn giải pháp
Nâng cấp hệ thống máy nén thu hồi 40PK5001K1 A/B.	<ul style="list-style-type: none"> Nâng cấp/lắp đặt thêm hệ thống thiết bị phụ trợ như trao đổi nhiệt; Nâng cấp hệ thống điều khiển máy nén. 	<ul style="list-style-type: none"> Chi phí tư vấn của nhà sản xuất đánh giá lại hệ thống thu hồi hơi NH₃ và đưa ra các lựa chọn thay đổi vận hành máy nén 40PK5001K1 A/B với đơn giá là 20.000 EUR; Chưa tính các chi phí nâng cấp/lắp đặt thiết bị. 	
Lắp đặt hệ thống đường ống mới nhằm tận dụng công suất dư của máy nén khí NH ₃ 10K4051.	<ul style="list-style-type: none"> Lắp đặt đường ống mới từ bồn chứa 40TK5001 về cửa hút máy nén 10K4051; Tận dụng công suất dư của máy nén 10K4051 để thu hồi toàn bộ lượng NH₃ bay hơi. 	<ul style="list-style-type: none"> Chi phí lắp đặt đường ống (vật tư + nhân công) khoảng 3 tỷ đồng; Thu hồi vốn nhanh (theo tính toán có thể thu hồi vốn trong vòng 1 năm); Thời gian xây dựng tuyến ống nhanh (20 ngày) và có thể đưa vào vận hành ngay. 	Giải pháp được lựa chọn do phù hợp với điều kiện công nghệ, vận hành của Nhà máy Đạm Phú Mỹ. Chi phí và thời gian thu hồi vốn hợp lý.

Bảng 2. Các thông số hoạt động của máy nén 10K4051

Điều kiện hoạt động	Mức bình thường	Mức cao	Mức cao nhất máy nén vận hành vẫn hiệu quả	Vượt mức thiết kế
Lưu lượng (kg/giờ)	480	6.305	6.940	7.940
Áp suất cửa hút (mbarg)	30	30	30	30

- Hệ thống máy nén khí NH₃ 10K4051 xưởng NH₃ [2].
- Hệ thống máy nén làm lạnh 40PK5001K1 A/B xưởng phụ trợ [3].
- Thay đổi lượng khí NH₃ sinh ra khi thay đổi lượng NH₃ xuất bán.

2.2. So sánh các giải pháp về mặt kinh tế, kỹ thuật và lựa chọn giải pháp (Bảng 1)

3. Tính toán kỹ thuật cho phương án được lựa chọn

3.1. Đánh giá khả năng đáp ứng của máy nén 10K4051

- Các thông số hoạt động theo thiết kế của máy nén 10K4051 [2] (Bảng 2).
- Dựa trên lượng NH₃ bay hơi tính toán trong các trường hợp vận hành khác nhau (lượng xuất bán tối đa, xưởng NH₃ vận hành ở 100% tải và đưa toàn bộ NH₃ về bồn 40TK5001) và các thông số vận hành thì máy nén 10K4051 có đủ công suất để vận hành nén lượng khí NH₃ bay hơi từ bồn 40TK5001 trong trường hợp xưởng NH₃ tăng công suất và xuất bán NH₃.

3.2. Lựa chọn vị trí đầu nối và đặc tuyến ống

- Tiến hành khảo sát hiện trạng nhà máy, nhóm tác giả đã đề xuất lắp đặt đường ống như sau:
 - Đường ống dẫn khí NH₃ từ xưởng phụ trợ về xưởng NH₃ dài khoảng 250 m, đường kính 6”.
 - Điểm đầu nối đường ống ở xưởng phụ trợ là ở cửa hút của máy nén 40PK5001K1 B (tại đây đang có một đầu

chờ 6” và có thể cô lập khỏi bồn 40TK5001 để đấu nối ống).

- Điểm đầu nối tại xưởng NH₃: đầu nối vào đường khí NH₃ ra khỏi đỉnh 10V5003 (đường 12”, chỉ thực hiện khi dừng máy bảo dưỡng tổng thể).
 - Đường ống từ xưởng phụ trợ sang xưởng NH₃ sẽ nằm trên hệ thống barrack hiện hữu của nhà máy.
 - Lập bản vẽ isometric của tuyến ống (Hình 2)
 - Tính tổn thất áp suất trên đường ống
 - Tổn thất áp suất trên đường ống được tính toán dựa trên chiều dài đường ống, van và các điểm co theo trong bản vẽ isometric. Tổn thất áp suất theo tính toán là khoảng 25 mbar.
 - Áp suất đầu ra 10V5003 trong hoạt động bình thường cài đặt ở 50 mbar. Áp suất tại cửa hút máy nén 40PK5001K1 A là 75 mbar. Như vậy, khí NH₃ đủ áp để đưa từ xưởng phụ trợ về xưởng ammonia.

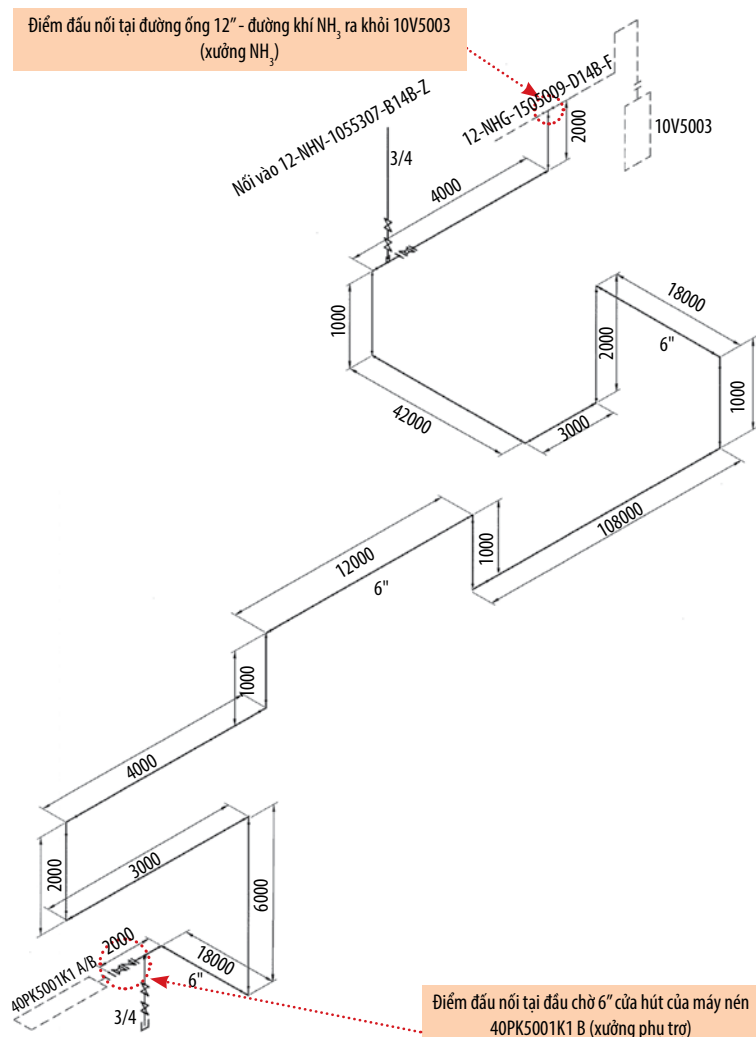
3.3. Tính toán chi phí thực hiện

Chi phí thực hiện được tính toán cho việc đầu tư đường ống thu hồi NH₃ ở trên bao gồm chi phí vật tư, thi công lắp đặt. Tổng chi phí ước tính khoảng 3 tỷ đồng.

3.4. Đánh giá hiệu quả kinh tế

3.4.1. Giả thiết tính toán

- Lượng NH₃ xuất bán: Theo số liệu thống kê thực tế.
- Tỷ lệ mất mát NH₃: Lượng NH₃ hao hụt diễn ra trong quá trình xuất bán NH₃ được xác định như sau:



Hình 2. Bản vẽ isometric của tuyến ống thu hồi khí NH₃

- + A là mức bồn chứa 40TK5001.
 - + B là thể tích bồn chứa (B' là thể tích bồn chứa của 7 giờ ngày hôm trước, B'' là thể tích bồn chứa lúc 7 giờ ngày hôm sau).
 - + C là chênh lệch thể tích (m³/ngày) trong bồn chứa 40TK5001 của 7 giờ ngày hôm trước đến 7 giờ ngày hôm sau.
 - + D là chênh lệch khối lượng (tấn/ngày) trong bồn chứa 40TK5001 của 7 giờ ngày hôm trước đến 7 giờ ngày hôm sau.
 - + E là khối lượng NH₃ xuất bán.
 - + F là khối lượng NH₃ hao hụt trong quá trình xuất bán.
 - + H là lượng NH₃ hao hụt:
- $$H = F/E = (D + E)/E = (A \times C + E)/E = [A \times (B'' - B') + E]/E$$
- + Giá bán NH₃ là giá bán trung bình mỗi năm (giá bán tại cổng nhà máy).

3.4.2. Kết quả

Hiệu quả NH₃ thu hồi được và hiệu quả khi dùng các cụm máy nén thu hồi NH₃ qua các năm được thể hiện trên Bảng 3 - 5.

Như vậy hiệu quả kinh tế thu được từ năm 2016 đến tháng 10/2019 là 37.544.599.617 đồng khi áp dụng phương án sử dụng máy nén 10K4051 để thu hồi khí NH₃ sinh ra từ bồn chứa 40TK5001.

4. Đánh giá về đổi mới và sáng tạo công nghệ của công trình

Tính đổi mới, sáng tạo thể hiện ở việc cán bộ kỹ thuật của Tổng công ty Phân bón và Hóa chất Dầu khí - CTCP (PVFCCo) và Nhà máy Đạm Phú Mỹ đã tự nghiên cứu thiết kế công nghệ của hệ thống hiện hữu, phân tích các khó khăn, tồn tại và đánh giá lựa chọn giải pháp phù hợp, tối ưu nhất về kỹ thuật để thu hồi hoàn toàn NH₃ sinh ra trong quá trình vận hành/xuất bán.

Giải pháp công nghệ thu hồi khí NH₃ phát thải trong quá trình sản xuất ở Nhà máy Đạm Phú Mỹ đã giải quyết được các vấn đề kỹ thuật công nghệ quan trọng của Nhà máy như:

- Xử lý điểm nghẽn về năng lực của hệ thống làm lạnh bồn 40TK5001: Tận dụng máy nén khí NH₃ 10K4051 đang vận hành ở chế độ thấp tải, để thu hồi NH₃ khí từ bồn chứa 40TK5001, qua đó giải quyết triệt để vấn đề phát sinh khí lượng hơi NH₃ tạo ra trong bồn chứa NH₃ lỏng của nhà máy vượt quá khả năng thu hồi của hệ thống máy nén làm lạnh 40PK5001K1 A/B, thì lượng hơi NH₃ dư sẽ bị xả bỏ ra được, vừa mất sản phẩm NH₃ vừa thải sản phẩm đốt cháy NH₃ ra môi trường.

- Thiết kế, xây dựng tuyến ống thu gom NH₃ khí từ bồn chứa 40TK5001 về 10K4051.

Việc thu hồi NH₃ đã góp phần tiết kiệm năng lượng, tối ưu chế độ vận hành thiết bị và làm giảm tác động/ảnh hưởng đến môi trường (giảm lượng NH₃ phải đốt bỏ), đồng thời:

- Đối với dự án mở rộng xưởng NH₃: Không cần phải vận hành thêm cụm máy nén 40PK5005K1 A/B mới đầu tư.
- Không xảy ra hiện tượng phóng không NH₃ ra được trong quá trình xuất bán thành phẩm NH₃ lỏng.
- Không vận hành 2 cụm máy nén 40PK5001K1 A/B và 40PK5005K1 A/B. Hai cụm này để ở chế độ dự phòng.

Bảng 3. Hiệu quả NH₃ thu hồi được qua các năm vận hành

Chi tiết	Đơn vị	2016	2017	2018	2019
Lượng NH ₃ xuất bán	tấn	33.050,31	24.207,14	51.814,18	41.907,34
Tỷ lệ mất mát NH ₃ trong quá trình xuất bán	%	4,21	4,21	2,60	2,60
Lượng NH ₃ bay hơi không thu hồi được	tấn	1.391,42	1.019,12	1.347,17	1.089,59
Giá bán NH ₃ tại nhà máy	VNĐ	6.619.428	4.443.146	5.918.322	6.045.181
Giá trị làm lợi	VNĐ	9.210.392.010	4.528.101.809	7.972.977.475	6.586.773.844

Bảng 4. Hiệu quả khi dùng các cụm máy nén thu hồi NH₃

Chi tiết	Đơn vị	2016	2017	2018	2019
Công suất máy nén 40PK5001	kW/h	180	180	180	180
Công suất máy nén 40PK5005	kW/h			150	150
Số ngày không vận hành máy nén trong năm	ngày	360	335	350	300
Lượng điện tiêu thụ tiết kiệm được	kWh	1.555.200	1.447.200	2.772.000	2.376.000
Đơn giá điện nhà máy sản xuất	VNĐ/kW	859	1.103	1.324	1.112
Giá trị làm lợi	VNĐ	1.336.072.320	1.596.695.760	3.671.236.800	2.642.349.600

Bảng 5. Tổng giá trị làm lợi qua các năm

Giá trị	Đơn vị tính	2016	2017	2018	2019
Giá trị làm lợi	VNĐ	10.546.464.330	6.124.797.569	11.644.214.275	9.229.123.444

Tài liệu tham khảo

- [1] Nhà máy Đạm Phú Mỹ, P&ID xưởng NH₃ và xưởng phụ trợ (lần ban hành 11), 2014.
- [2] Vendor GEA, Vendor data book of 10K4051 compressor, 2003.
- [3] Vendor GEA, Vendor data book of 40PK5001/K1B compressor, 2003.

5. Kết luận

Việc đốt bỏ NH₃ gây thiệt hại lớn về kinh tế và ảnh hưởng đến an toàn vận hành. Từ kinh nghiệm tích lũy trong quá trình quản lý, vận hành hệ thống dây chuyền công nghệ, cán bộ kỹ sư Nhà máy Đạm Phú Mỹ đã chủ động tìm hiểu, nghiên cứu về thiết kế công nghệ của hệ thống hiện có, phân tích các khó khăn, tồn tại và đánh giá lựa chọn giải pháp phù hợp, tối ưu nhất về kỹ thuật để thu hồi NH₃. Kết quả áp dụng thực tế từ năm 2016 đến nay đã thu hồi được lượng lớn khí ammonia sinh ra từ bồn chứa 40TK5001 nhằm giảm thiểu phát thải khí NH₃ ra môi trường, đồng thời đem lại hiệu quả kinh tế lớn cho Nhà máy Đạm Phú Mỹ nói riêng và PVFCCo nói chung.

TECHNICAL SOLUTION FOR RECOVERING GASEOUS NH₃ AT PHU MY FERTILIZER PLANT

Nguyen Van Nhung, Le Van Minh, Nguyen Tri Thien, Le Ngoc Loi, Pham Quang Hieu, Tong Van Ha
 Petrovietnam Fertilizer & Chemicals Corporation (PVFCCo)
 Email: nvnhung@pvfcco.com.vn

Summary

NH₃ is always generated during NH₃ manufacturing process and storage in ammonia plants. NH₃ gas recovery is not only economically beneficial but also environmentally significant as it helps reduce NH₃ gas emissions. Normally, the generated NH₃ gas will be recovered by a recovery compressor according to licensors' design. However, technology modification and equipment wear and tear after a period of operation may substantially increase the amount of NH₃ gas generated, which exceeds the designed recovery capacity.

The authors proposed two technically feasible solutions, namely: (i) upgrading the existing recovery compressor system 40PK5001K1 A/B in the Utility Unit, and (ii) installing a new pipeline to take advantage of the unused capacity of compressor 10K4051 in the NH₃ Unit to fully capture the NH₃ gas generated. The results showed that solution (ii) is highly effective, enabling recovery of all NH₃ gas with a reasonable investment.

Key words: Ammonia, NH₃ gas recovery, NH₃ gas compressor, NH₃ unit, utility unit.