

# TỐI ƯU HIỆU QUẢ THU HỒI SẢN PHẨM LPG TẠI NHÀ MÁY XỬ LÝ KHÍ DINH CỐ

Lê Tất Thắng, Mai Xuân Ba, Phan Tấn Hậu  
Lê Thanh Chấn, Hồ Văn Đăng  
Công ty Chế biến khí Vũng Tàu  
Email: thangl@pvgas.com.vn

## Tóm tắt

Từ mô hình mô phỏng công nghệ của Nhà máy xử lý khí Dinh Cố được xây dựng bằng phần mềm HYSYS, nhóm tác giả đã đánh giá khả năng vận hành của các thiết bị và tối ưu hiệu suất thu hồi LPG khi điều kiện đầu vào thay đổi. Trong đó, xây dựng chế độ vận hành trong điều kiện nguồn khí đầu vào giảm để nhà máy có thể chế biến khí với lưu lượng khí ẩm đầu vào khoảng 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày (thấp hơn nhiều so với thiết kế 4,3 triệu m<sup>3</sup>/ngày), mang lại hiệu quả kinh tế cao. Đặc biệt, giải pháp làm mát khí đầu ra cụm máy nén K-1011A/B/C/D để tăng thu hồi LPG đã sử dụng công nghệ đơn giản (hệ thống phun sương) để làm lạnh khí đầu vào, nâng cao hiệu quả thu hồi sản phẩm lỏng.

**Từ khóa:** LPG, khí ẩm, Nhà máy xử lý khí Dinh Cố.

## 1. Giới thiệu

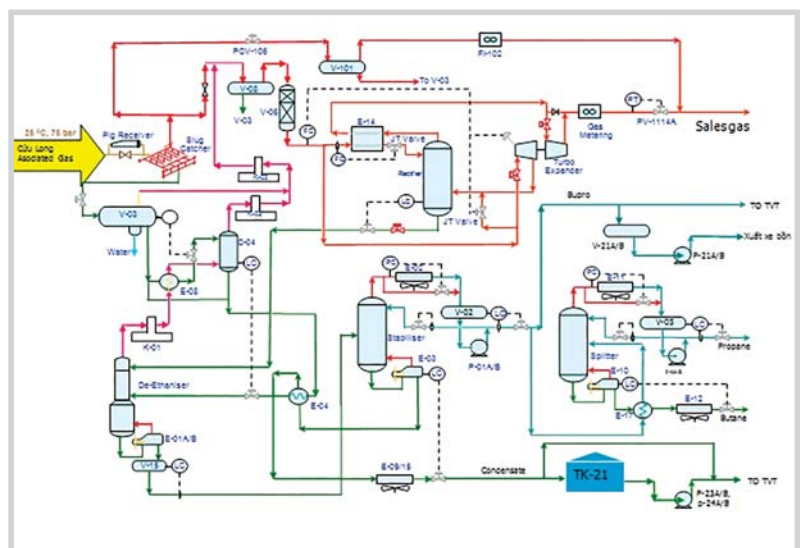
Nhà máy xử lý khí Dinh Cố có nhiệm vụ tiếp nhận và chế biến khí đồng hành từ các mỏ Bạch Hổ, Rồng Đông/Phương Đông, Cá Ngừ Vàng, Sư Tử Đen/Sư Tử Vàng và các mỏ khác thuộc bể Cửu Long để thu được các sản phẩm khí khô, khí hóa lỏng LPG và condensate (xăng nhẹ).

Nhà máy xử lý khí Dinh Cố là nhà máy xử lý khí đầu tiên của Việt Nam ứng dụng, chuyển giao các công nghệ hiện đại trong đầu tư xây dựng công trình khí với các thiết bị kỹ thuật hiện đại như: Turbo Expander, hệ thống điều khiển DCS... Các phần mềm quản lý giúp quá trình giám sát hoạt động sản xuất của nhà máy chặt chẽ và hiệu quả hơn. Nhà máy được vận hành theo quy trình công nghệ kỹ thuật cao, đồng bộ tự động hóa.

Theo nguyên lý hoạt động của nhà máy, khí đồng hành đầu ra giàn nén khí trung tâm của Liên doanh Việt - Nga "Vietsovetro" với áp suất khoảng 120barg được vận chuyển theo đường ống Bạch Hổ - Dinh Cố dài 117km về Nhà máy xử lý khí Dinh Cố. Tại đây, dòng khí 2 pha sẽ được xử lý tách riêng khí và chất lỏng. Khí sau đó được nén từ áp suất 75 - 85barg lên 109barg và đưa đi xử lý tách tạp chất cơ học, tách chất lỏng, tách

nước sau đó đưa vào hệ thống làm lạnh để tách chất lỏng. Hệ thống làm lạnh sử dụng công nghệ Turbo Expander CC-01 để giảm áp suất khí từ 109bar xuống 33,5 - 35barg kết hợp với giảm áp bằng JT valve và tận dụng nhiệt lạnh tại thiết bị trao đổi nhiệt E-14 để làm lạnh và hóa lỏng khí nhằm thu hồi tối đa sản phẩm lỏng (LPG và condensate). Khí sau khi làm lạnh sẽ được đưa vào đường ống 16inch Dinh Cố - Phú Mỹ để vận chuyển và cung cấp cho các nhà máy điện, đạm. Chất lỏng tách được sau khi làm lạnh sẽ đưa đến cụm thiết bị chưng cất để tách riêng thành các sản phẩm khí hóa lỏng LPG và condensate (xăng nhẹ) [1].

Theo thiết kế công suất của Nhà máy xử lý khí Dinh Cố như sau: khí ẩm qua nhà máy 5,7 triệu m<sup>3</sup>/ngày, sản lượng khí khô: 5 triệu m<sup>3</sup>/ngày, sản lượng LPG: 1 nghìn tấn/ngày, sản lượng condensate: 350 tấn/ngày. Trong các sản phẩm của nhà máy thì các sản phẩm lỏng như khí hóa lỏng LPG và condensate có giá trị kinh tế cao.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ Nhà máy xử lý khí Dinh Cố

Hiệu quả thu hồi sản phẩm lỏng của Nhà máy xử lý khí Dinh Cố phụ thuộc vào 2 yếu tố sau:

- Yếu tố khách quan: nhiệt độ môi trường, thành phần khí, lưu lượng condensate trắng Vietsovpetro bơm về bờ... là các thông số không thể điều chỉnh được trong quá trình vận hành;

- Yếu tố chủ quan: chế độ vận hành, thông số, tỷ lệ tối ưu của các thiết bị... Do vậy, việc nghiên cứu đánh giá để tìm ra các thông số vận hành tối ưu của dây chuyền công nghệ trong điều kiện thực tế sẽ làm tăng tối đa hiệu quả thu hồi các sản phẩm có giá trị kinh tế cao là LPG và condensate.

Hiệu quả làm lạnh qua cụm thiết bị E-14/CC-01 phụ thuộc vào tỷ lệ dòng khí qua E-14/CC-01. Theo thiết kế ban đầu, tỷ lệ dòng khí là 0,33/0,66. Cuối năm 2002, khi Nhà máy xử lý khí Dinh Cố được nâng cấp có lắp đặt thêm trạm nén khí đầu vào K-1011. Fluor Daniel đánh giá và đề xuất tỷ lệ vận hành là 50/50 [2]. Tỷ lệ tối ưu là tỷ lệ mà ở đó áp suất tháp C-05 thấp nhất và hiệu quả trao đổi nhiệt của E-14 là tốt nhất.

Tháp tách C-02 tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố có nhiệm vụ tách LPG ra khỏi condensate. Theo thiết kế ban đầu của NKK (Nhật Bản) thì tháp C-02 được vận hành ở tỷ lệ hồi lưu tương đối cao (0,92) nhằm đảm bảo độ tinh khiết sản phẩm đỉnh với thành phần  $C_{5+} < 1\% \text{mol}$  [3]. Tỷ lệ hồi lưu của tháp cao thì độ tinh khiết của sản phẩm càng cao. Tuy nhiên, khi hồi lưu cao thì cần nhiều nhiệt để đun sôi nên tăng chi phí vận hành. Khi thành phần khí đầu vào thay đổi thì tỷ lệ hồi lưu tối ưu cũng sẽ thay đổi.

Với lưu lượng khí ẩm đầu vào được thiết kế 4,3 triệu  $\text{m}^3/\text{ngày}$  thì hiệu quả thu hồi sản phẩm lỏng đạt cao nhất. Tuy nhiên trong trường hợp giàn nén khí dừng bảo dưỡng thì lưu lượng khí ẩm đầu vào thấp, Nhà máy xử lý khí Dinh Cố không thể vận hành theo chế độ thông thường, nếu chạy bypass sẽ không thu hồi được sản phẩm lỏng hoặc hiệu quả thu hồi sản phẩm không cao.

Nhà máy xử lý khí Dinh Cố sử dụng công nghệ làm lạnh ngưng tụ, do đó nhiệt độ sau hệ thống làm lạnh càng thấp thì hiệu quả thu hồi sản phẩm lỏng càng cao. Nhiệt độ này phụ thuộc vào hiệu suất của hệ thống CC-01, của áp suất sales gas và của nhiệt độ dòng khí đầu vào. Năm 2002, khi Nhà máy xử lý khí Dinh Cố xây dựng trạm nén khí đầu vào để nâng công suất lên 5,7 triệu  $\text{m}^3/\text{ngày}$  thì nhiệt độ dòng khí đầu vào tăng từ 26 - 44°C làm giảm hiệu quả thu hồi các sản phẩm lỏng.

Thực trạng của Nhà máy xử lý khí Dinh Cố khi nhận bàn giao từ nhà thầu để vận hành như sau:

- Thiết kế ban đầu với lưu lượng 4,3 triệu  $\text{m}^3/\text{ngày}$ , các thông số vận hành của các thiết bị được nhà thầu tính toán và tối ưu ở mức lưu lượng 3 triệu  $\text{m}^3/\text{ngày}$ ;

- Khi bàn giao công trình, nhà thầu chỉ cung cấp kết quả mô phỏng theo phần mềm Pro-II bằng bản cứng và chỉ phù hợp với điều kiện vận hành đúng như thiết kế ban đầu mà không chuyển giao các dữ liệu mô phỏng tính toán thiết kế của Nhà máy nên không thể tính toán tối ưu khi cần thiết;

- Trong thực tế vận hành, lưu lượng khí đầu vào, thành phần khí và các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả thu hồi sản phẩm liên tục thay đổi. Nhà máy không thể vận hành với điều kiện đúng như thông số ban đầu của thiết kế nên chưa được tối ưu.

- Nhà máy xử lý khí Dinh Cố là tổ hợp công nghệ phức tạp nên khi một trong các yếu tố thay đổi thì các yếu tố khác bị ảnh hưởng. Do vậy, việc tối ưu dây chuyền công nghệ trong thực tế rất khó thực hiện vì các yếu tố vận hành thường xuyên thay đổi.

Vi vậy, tối ưu hóa hiệu quả thu hồi sản phẩm LPG tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố trong điều kiện vận hành luôn thay đổi là yêu cầu rất thiết thực để mang lại hiệu quả kinh tế cao.

## **2. Giải pháp nâng cao hiệu suất thu hồi LPG tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố**

Nhóm tác giả đã nghiên cứu, xây dựng nhóm giải pháp tối ưu hóa thu hồi LPG tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố để khắc phục một số tồn tại của hệ thống như sau:

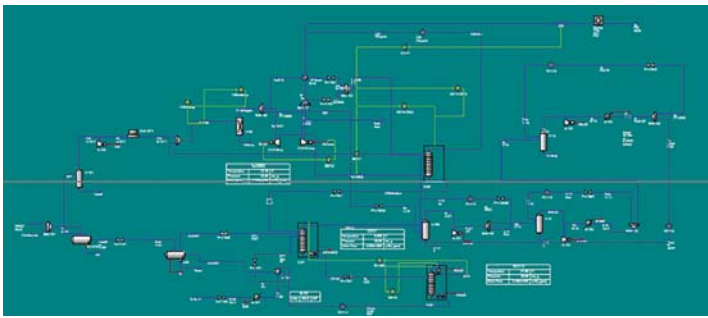
- Xây dựng mô phỏng công nghệ Nhà máy xử lý khí Dinh Cố; phân tích mối liên hệ của các thiết bị trong hệ thống dây chuyền công nghệ và ảnh hưởng của nó đến hiệu quả thu hồi LPG;

- Đánh giá để xác định tỷ lệ E-14/CC-01 tối ưu hiệu quả thu hồi sản phẩm lỏng;

- Đánh giá xác định tỷ lệ hồi lưu tháp C-02 để tối ưu hiệu quả làm việc của tháp C-02;

- Đánh giá khả năng vận hành của các thiết bị trong điều kiện lưu lượng khí đầu vào thay đổi bất thường, xây dựng chế độ vận hành mới để chế biến khí trong điều kiện lưu lượng khí ẩm đầu vào 1 triệu  $\text{m}^3/\text{ngày}$  nhằm thu hồi LPG;

- Đánh giá, áp dụng hệ thống phun sương làm mát cho dòng khí đầu vào để tăng thu hồi LPG.



Hình 2. Sơ đồ công nghệ Nhà máy xử lý khí Dinh Cố

### 2.1. Xây dựng mô hình nhà máy để tính toán tối ưu thu hồi

Để thiết lập mô hình phản ánh sự thay đổi các điều kiện vận hành, nhóm tác giả đã nghiên cứu vận hành thực tế, đặc tính của thiết bị, đánh giá ảnh hưởng của thông số trong thiết bị này đến thông số của thiết bị khác trong hệ thống dây chuyền công nghệ như khi thay đổi áp suất làm việc tháp C-05 sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi propane và lượng nhiệt lạnh trao đổi tại cụm E-14 và lượng lỏng đưa về cụm tháp C-01 để chế biến...

Mô hình mô phỏng chế độ vận hành Nhà máy xử lý khí Dinh Cố được xây dựng như sau:

- Nghiên cứu áp dụng phần mềm HYSYS, thiết lập mô hình và xây dựng case mô phỏng chế độ vận hành ở chế độ tĩnh;
- Đánh giá độ tin cậy của mô hình so với thực tế vận hành thông qua việc tối ưu các thông số cài đặt trong mô phỏng để giá trị mô phỏng gần với thực tế vận hành;
- Nghiên cứu áp dụng các công cụ cài đặt để thực hiện việc mô phỏng liên kết các yếu tố ảnh hưởng của thiết bị này đến các thiết bị khác vào mô hình để mô phỏng các thông số vận hành của hệ thống thiết bị;
- Kiểm tra, đánh giá sự ảnh hưởng của các yếu tố vào điều kiện thực tế để tính toán tối ưu các thông số vận hành của hệ thống.

Kết quả mô phỏng công nghệ Nhà máy xử lý khí Dinh Cố như sau:

- Xây dựng được mô hình HYSYS version 7.3 mô phỏng cho Nhà máy xử lý khí Dinh Cố. Mô hình mô phỏng mang tính chính xác cao, đã được kiểm nghiệm từ chế độ vận hành thực tế cho độ sai số từ 1 - 1,5% so với thực tế;
- Xây dựng được mối liên hệ các ảnh hưởng của các thiết bị từ đó xác định các yếu tố ảnh hưởng của thiết bị này đến thiết bị khác và kiểm nghiệm thực tế để đảm bảo tính chính xác của mô hình;
- Từ mô hình trên và trên cơ sở các yếu tố khách quan ảnh hưởng đã phân tích, dùng để đánh giá và tối ưu được theo từng điều kiện đầu vào thay đổi khác nhau;

- Mô hình giúp đánh giá, xác định các điều kiện tối ưu vận hành thiết bị và dây chuyền công nghệ tại bất cứ thời điểm nào khi có sự thay đổi điều kiện đầu vào.

### 2.2. Tối ưu hóa tỷ lệ dòng qua thiết bị E-14/CC-01 để tối ưu hóa sản lượng LPG

Ảnh hưởng của tỷ lệ E-14/CC-01:

Tỷ lệ E-14/CC-01 ảnh hưởng đến áp suất vận hành của tháp C-05 tách khí khô/hydrocarbon lỏng, do đó ảnh hưởng đến hiệu quả thu hồi các sản phẩm lỏng. Ngoài việc điều tiết áp suất vận hành tháp C-05 phù hợp, việc điều chỉnh tỷ lệ E-14/CC-01 còn giúp sử dụng tối đa nhiệt lạnh của dòng khí đi ra từ đỉnh tháp C-05, điều tiết dòng lỏng và khí để đạt hiệu quả thu hồi hàm lượng  $C_{3+}$  trong khí đầu vào cao nhất [4].

Nếu dòng khí qua E-14 thấp, áp suất vận hành của tháp C-05 sẽ giảm nhưng không tận dụng được tối đa nhiệt lạnh từ đỉnh tháp C-05, dẫn đến khả năng thu hồi sản phẩm lỏng giảm. Nếu dòng khí qua E-14 cao, có thể tận dụng tối đa nhiệt lạnh từ đỉnh tháp C-05 nhưng sẽ làm tăng áp suất vận hành của tháp C-05, dẫn đến khả năng thu hồi sản phẩm lỏng giảm. Do vậy, tỷ lệ E-14/CC-01 phải thay đổi theo điều kiện đầu vào nhà máy. Do vậy, cần phải điều chỉnh tỷ lệ dòng qua E-14/CC-01 để tối ưu 2 điểm trên. Khi tỷ lệ dòng E-14/CC-01 tối ưu, quá trình stripping diễn ra tại tháp C-05 sẽ đạt hiệu quả cao nhất, giúp tăng hiệu quả thu hồi  $C_{3+}$  trong khí đầu vào.

Theo thiết kế ban đầu của NKK, tỷ lệ dòng này là 0,33/0,66 [5]. Cuối năm 2002, khi Nhà máy xử lý khí Dinh Cố được nâng cấp lắp đặt thêm trạm nén khí đầu vào K-1011 Fluor Daniel đã đánh giá và đề xuất tỷ lệ vận hành là 0,50/0,50. Tỷ lệ đang được duy trì tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố là 0,4/0,6. Trong điều kiện khí đầu vào khoảng 3,5 - 4 triệu  $m^3/ngày$ , việc duy trì tỷ lệ 0,4/0,6 dòng qua E-14/CC-01 là cao so với giá trị tối ưu làm giảm hiệu quả làm lạnh khí qua cụm thiết bị E-14/CC-01 nên một phần  $C_{3+}$  sẽ bị mất ra khí khô sales gas dẫn đến giảm hiệu quả thu hồi  $C_{3+}$  trong khí đầu vào. Ngoài ra, tỷ lệ dòng tối ưu qua E-14/CC-01 phụ thuộc vào nguyên liệu đầu vào (lưu lượng, thành phần khí), do vậy việc duy trì tỷ lệ dòng E-14/CC-01 cố định như hệ thống hiện hữu là không hợp lý. Đặc biệt, trong các trường hợp khi có sự thay đổi về nguồn

nguyên liệu khí ẩm đầu vào như: tăng/giảm lưu lượng khí về bờ, Vietsovpetro bơm/dùng bơm condensate trắng về bờ...

Căn cứ vào cân bằng vật chất giữa đầu vào và đầu ra nhà máy thì tỷ lệ chia dòng qua E-14/CC-01 đạt giá trị tối ưu khi  $C_{3+}$  trong khí khô đầu ra đạt giá trị thấp nhất và hiệu suất thu hồi sản phẩm lỏng tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố phụ thuộc lớn vào tỷ lệ dòng qua E-14 và CC-01. Đối với công nghệ làm lạnh ngưng tụ nhiệt độ thấp kết hợp giữa Turbo Expander và hiệu ứng John Thomson trao đổi nhiệt thì áp suất downstream (tháp C-05) ảnh hưởng lớn đến hiệu quả tách sản phẩm lỏng [6]. Tỷ lệ dòng E-14/CC-01 thay đổi sẽ làm thay đổi áp suất vận hành của tháp C-05 và ảnh hưởng đến hiệu quả quá trình stripping tại tháp C-05 do đó sẽ ảnh hưởng đến khả năng làm lạnh của E-14, CC-01 nên ảnh hưởng lớn đến việc thu hồi sản phẩm lỏng.

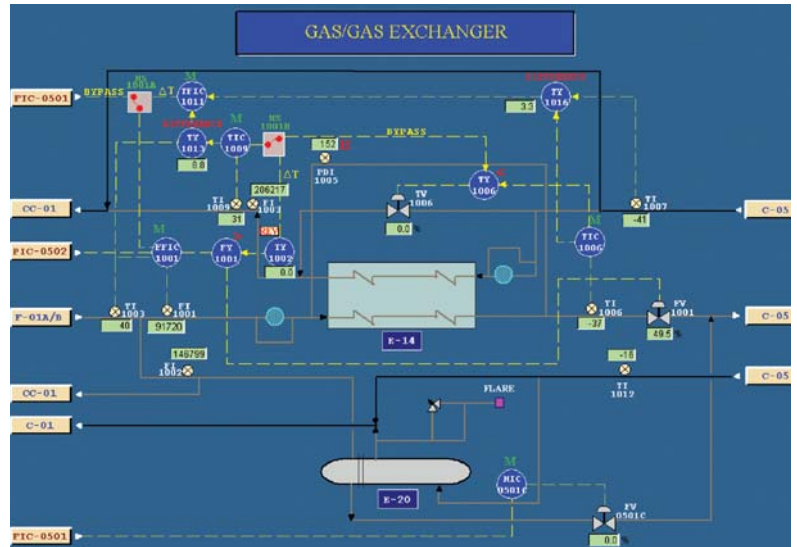
Để tìm tỷ lệ dòng tối ưu qua E-14/CC-01 ở các điều kiện lưu lượng khí đầu vào khác nhau, nhóm tác giả đã tiến hành:

- Đánh giá tỷ lệ tối ưu theo từng mức lưu lượng trên phần mềm mô phỏng;
- Xác định tỷ lệ dòng tối ưu qua E-14/CC-01 làm cơ sở điều chỉnh chế độ vận hành tối ưu;
- Đối với dải lưu lượng 3,8 - 4,4 triệu  $m^3$ /ngày và thành phần khí đầu vào ổn định xác định được tỷ lệ tối ưu qua E-14/CC-01 là 0,38/0,62;

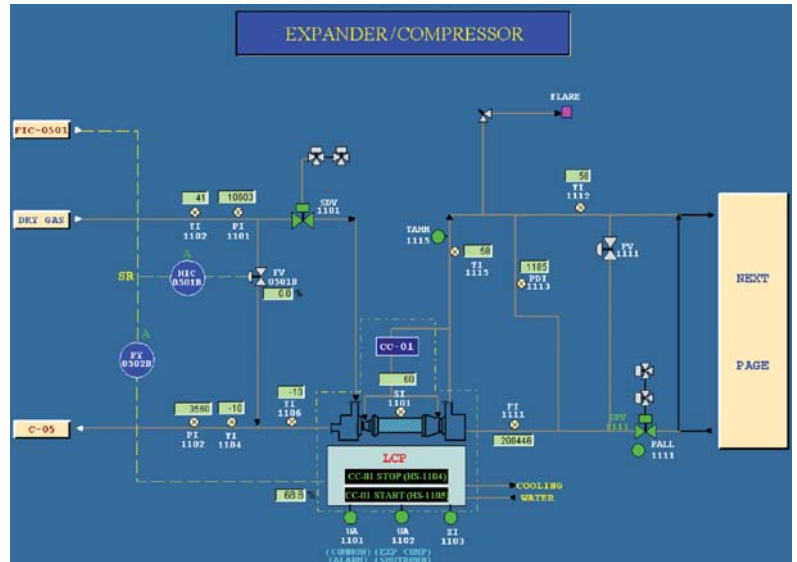
- Đưa ra phương pháp xác định tỷ lệ tối ưu qua E-14/CC-01 trên cơ sở thành phần và lưu lượng khí đầu vào thay đổi;

- Xây dựng phương pháp tính toán tỷ lệ dòng tối ưu qua E-14/CC-01 làm cơ sở để cập nhật lại tỷ lệ dòng qua E-14/CC-01 khi có sự thay đổi nguồn nguyên liệu đầu vào như: tăng/giảm lưu lượng khí đưa về bờ, Vietsovpetro bơm/dùng bơm condensate trắng...

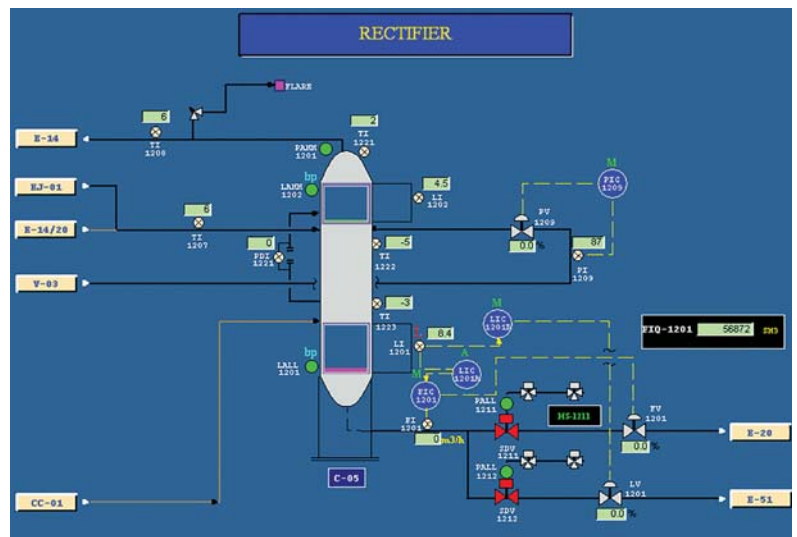
Giải pháp được áp dụng tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố từ tháng 6/2007, làm tăng



Hình 3. Sơ đồ hệ thống trao đổi nhiệt khí- khí



Hình 4. Sơ đồ hệ thống giãn nở Turbor Expander



Hình 5. Sơ đồ hệ thống tháp chưng cất C-05

hiệu suất thu hồi LPG là 3,75 tấn/triệu m<sup>3</sup>. Với lưu lượng khí về bờ trung bình trong giai đoạn 2007 - 2009 là 3,7 - 4 triệu m<sup>3</sup>/ngày thì giải pháp đã làm tăng sản lượng LPG trung bình 14,4 tấn LPG/ngày, tương đương với số tiền làm lợi khoảng 64,5 tỷ đồng/năm. Từ tháng 7/2007 - 30/9/2016, giải pháp đã góp phần gia tăng 45,8 nghìn tấn LPG. Trong giai đoạn hiện nay, với lưu lượng khí trung bình qua nhà máy đạt khoảng 5 triệu m<sup>3</sup>/ngày thì giải pháp này có thể giúp tăng sản lượng LPG trung bình khoảng 18,75 tấn LPG/ngày, tương đương hơn 6,5 nghìn tấn LPG/năm.

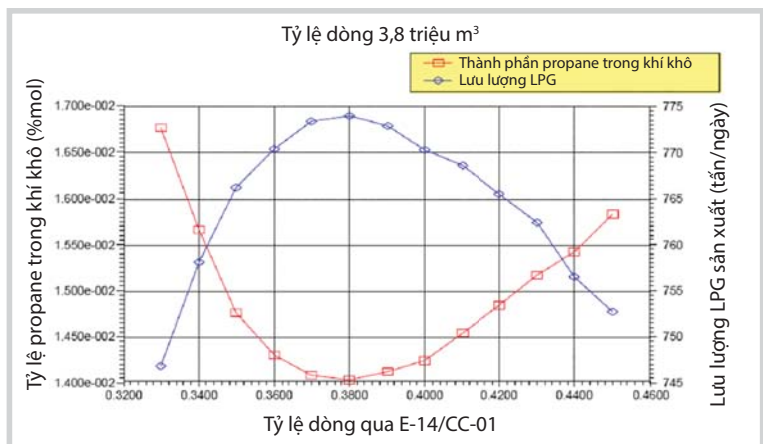
**2.3. Xác định tỷ lệ hồi lưu tháp C-02 tối ưu**

Tháp tách LPG (C-02) tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố có nhiệm vụ tách LPG ra khỏi condensate. Theo thiết kế ban đầu thì tháp C-02 được vận hành ở tỷ lệ hồi lưu tương đối cao (0,92) nhằm đảm bảo độ tinh khiết của sản phẩm đỉnh tháp với thành phần C<sub>5+</sub> <1%mol. Tuy nhiên, do Nhà máy xử lý khí Dinh Cố đang duy trì thành phần C<sub>5+</sub> trong LPG vào khoảng 1,5 - 2%mol, cao hơn so với thiết kế nên tháp C-02 được vận hành ở tỷ lệ hồi lưu trong khoảng 0,6 - 0,7. Tỷ lệ này là thấp so với điểm tối ưu, dẫn đến giảm thu hồi LPG do thành phần C<sub>4</sub> không được tách triệt để, nên một phần C<sub>4</sub> còn lại trong sản phẩm condensate ở đáy tháp C-02 [7]. Tùy theo điều kiện thành phần, lưu lượng và mức độ yêu cầu các sản phẩm đỉnh và đáy của tháp mà điều kiện và các thông số vận hành của tháp cũng thay đổi để phù hợp [8]. Đặc biệt là trong điều kiện vận hành hiện nay khi thành phần và lưu lượng khí đầu vào có thay đổi do bổ sung một số nguồn khí mới, lượng condensate trắng ngày càng ít.

Tỷ lệ hồi lưu cao sẽ tăng hiệu quả tách sản phẩm nhưng tốn nhiều năng lượng cho quá trình chưng cất. Tỷ lệ hồi lưu thay đổi tùy theo lưu lượng và thành phần nguyên liệu đầu vào, do đó việc cố định tỷ lệ hồi lưu sẽ dẫn đến hiệu quả làm việc của tháp C-02 giảm.

Để tối ưu hóa tỷ lệ hồi lưu, nhóm tác giả đã đưa ra giải pháp:

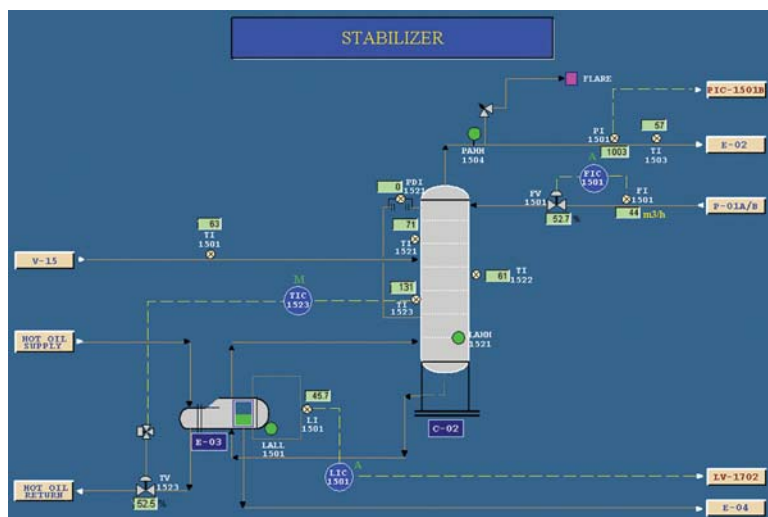
- Thay đổi từng dải lưu lượng đầu vào mô hình mô phỏng tìm ra tỷ lệ vận hành tối ưu;



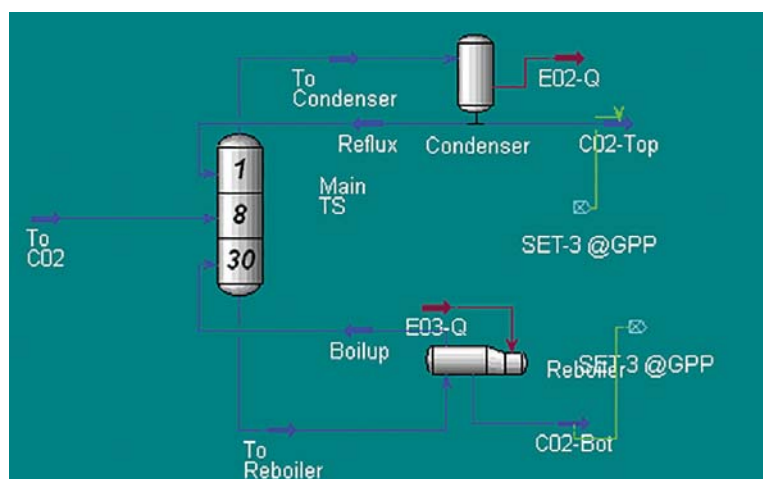
Hình 6. Kết quả mô phỏng xác định tỷ lệ tối ưu thiết bị trao đổi nhiệt và thiết bị giãn nở

Bảng 4. Kết quả mô phỏng tỷ lệ tối ưu

Lưu lượng khí đầu vào, triệu m <sup>3</sup> /ngày	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Tỷ lệ tối ưu qua thiết bị trao đổi nhiệt	0,38	0,38	0,38	0,38	0,4	0,38 - 0,4



Hình 7. Sơ đồ công nghệ cụm tháp chưng cất C-02



Hình 8. Sơ đồ công nghệ tháp chưng cất C-02

- Áp dụng tỷ lệ vào thực nghiệm và tuning thông số vận hành tìm ra tỷ lệ vận hành phù hợp, tối ưu cho hệ thống;
- Xác định tỷ lệ hồi lưu tối ưu trong điều kiện vận hành tháp C-02 hiện tại làm cơ sở điều chỉnh chế độ vận hành tối ưu;
- Đưa ra phương pháp xác định tỷ lệ hồi lưu tối ưu tháp C-02 khi có sự thay đổi thành phần và lưu lượng khí đầu vào;

Kết quả tính toán cho thấy tỷ lệ dòng hồi lưu tối ưu nằm trong khoảng từ 0,7 - 0,79%.

So sánh kết quả tính mô phỏng với số liệu thử nghiệm vận hành thực tế tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố cho thấy khi lưu lượng dòng hồi lưu qua FI-1501 trung bình khoảng 46,3 m<sup>3</sup>/giờ (tương đương với tỷ lệ hồi lưu khoảng 0,77) thì hệ số thu hồi LPG cao hơn so với khi dòng hồi lưu qua FI-1501 trung bình khoảng 41,7 m<sup>3</sup>/giờ (tương đương với tỷ lệ hồi lưu khoảng 0,69).

Do vậy để tăng hiệu quả thu hồi LPG, từ tháng 11/2007 đã duy trì lưu lượng dòng hồi lưu tháp C-02 qua FI-1501  $\geq 45$  m<sup>3</sup>/giờ (tương đương với tỷ lệ hồi lưu tháp C-02 khoảng 0,77 - 0,78).

Xây dựng phương pháp tính tỷ lệ dòng hồi lưu tối ưu tháp C-02 để đưa ra thông số vận hành phù hợp khi có sự thay đổi về nguồn nguyên liệu khí đầu vào nhưng vẫn đảm bảo chất lượng LPG và condensate. Giải pháp được áp dụng từ tháng 11/2007 và đã góp phần làm tăng khoảng 3 tấn LPG/ngày. Tính từ tháng 11/2007 đến 30/9/2016, giải pháp đã góp phần làm tăng 9,78 nghìn tấn LPG.

**2.4. Xây dựng chế độ vận hành tối ưu khi lưu lượng khí đầu vào thấp hơn 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày để tận thu sản phẩm lỏng**

Theo kế hoạch, Vietsovpetro dừng cấp khí hoàn toàn về bờ từ ngày 15 - 17/2/2008. Tuy nhiên, đến 14 giờ ngày 15/2/2008, Vietsovpetro không dừng cấp khí hoàn toàn mà vẫn duy trì hoạt động 1 máy nén để duy trì gaslift và cấp vào bờ khoảng 0,8 - 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày. Căn cứ vào sổ tay vận hành Operating

Manual số PRO-MM-001 và tài liệu Technical Data Sheet thiết bị thì với lưu lượng trên không thể vận hành Nhà máy xử lý khí Dinh Cố ở các chế độ sau [3]:

- Không thể vận hành ở chế độ GPP, do không đảm bảo lượng khí tối thiểu cho hoạt động của Turbo Expander CC-01. Ngoài ra, tại thời điểm này CC-01, K-02/03 đang dừng hoạt động để bảo dưỡng;
- Không thể vận hành ở chế độ MF do không đảm bảo lượng khí tối thiểu để vận hành máy nén K-01A/B để nén khí từ đỉnh C-01 ra sales gas. Do đó phải đốt khí từ đỉnh C-01 gây lãng phí;
- Nếu vận hành ở chế độ AMF thì chỉ sản xuất được condensate mà không sản xuất được LPG. Ngoài ra, phải đốt khí từ đỉnh C-01 do hiệu quả làm việc của Ejector EJ-01A/B/C kém.

Do vậy, với lưu lượng trên chỉ có thể vận hành ở chế độ bypass khí qua V-101 để cấp khí cho nhà máy điện mà không sản xuất sản phẩm lỏng. Việc vận hành bypass lượng khí nói trên sẽ không thu hồi sản phẩm lỏng LPG, condensate; có nguy cơ tạo lỏng tại các trạm khí trong quá trình cấp khí cho các nhà máy điện, đạm (phải đốt bỏ gây ô nhiễm môi trường).

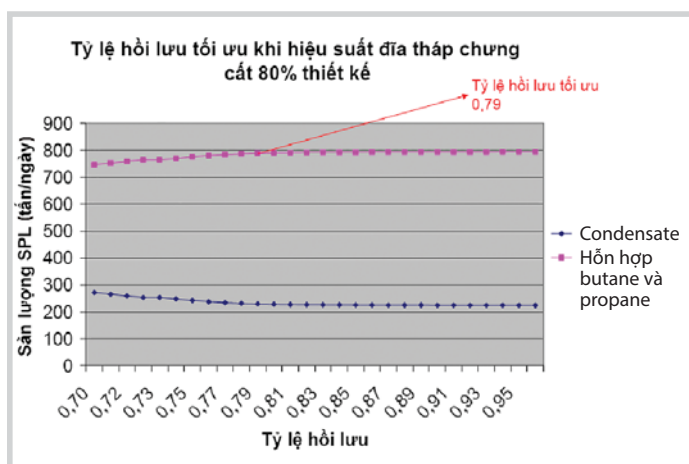
Nhằm khắc phục khó khăn và nhược điểm khi chạy bypass qua V-101, nhóm tác giả đã:

- Xây dựng phương án vận hành mới không có trong thiết kế;
- Tính toán mô phỏng chế độ vận hành nhà máy trong điều kiện thực tế với lưu lượng từ 0,8 - 1 triệu m<sup>3</sup>/giờ. Điều chỉnh các chế độ vận hành của dây chuyền/thông số thiết bị đảm bảo các thiết bị vận hành trong điều kiện thiết kế của thiết bị (nhiệt độ, áp suất);

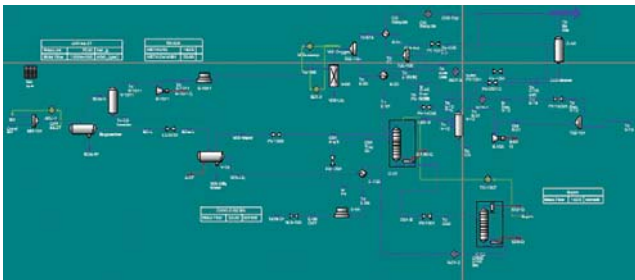
Sử dụng phần mềm Hysys để xác định chế độ vận hành tối ưu ở lưu lượng khí đầu vào 0,8 - 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày nhưng vẫn đảm bảo các thiết bị hoạt động ổn định trong điều kiện thiết kế ban đầu của hệ thống.

Qua tính toán cho thấy ở lưu lượng nêu trên và điều kiện các thiết bị hiện có, phương án tối ưu để thu hồi sản phẩm lỏng là vận hành nhà máy ở chế độ MF có máy nén đầu vào với các thay đổi chính về công nghệ như sau:

- Sử dụng valve PV-1403B để cấp bù khí recycle (khoảng 15 nghìn m<sup>3</sup>/giờ) từ đỉnh C-05 về bình tách lỏng V-12 nhằm duy trì hoạt động của máy nén khí K-01 để tránh đốt bỏ khí tại đỉnh C-01;



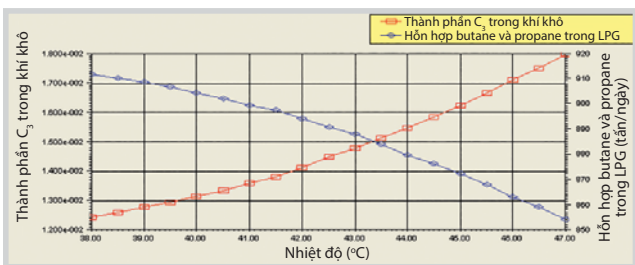
Hình 9. Tỷ lệ hồi lưu tối ưu



Hình 10. Mô hình sơ đồ vận hành ở chế độ dưới 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày



Hình 11. Trạm nén khí đầu vào Nhà máy xử lý khí Dinh Cổ



Hình 12. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất thu hồi LPG



Hình 13. Sơ đồ hệ thống phun sương K-1011

- Duy trì hồi lưu tối đa qua tháp C-02 để đảm bảo cho hoạt động của tháp C-02 và chất lượng sản phẩm LPG, condensate do lượng lỏng về C-02 thấp;
- Duy trì tỷ lệ dòng qua E-14/E-20 trong khoảng 0,45/0,55;
- Duy trì áp suất khí sales gas đầu ra thấp (khoảng 43barg) để tận thu LPG.

Phương án vận hành nhà máy ở lưu lượng thấp hơn 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày là cơ sở dữ liệu quan trọng để áp dụng trong vận hành tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cổ nhằm đảm

bảo vận hành an toàn, ổn định và tối ưu hóa trong vận hành (tận thu sản phẩm lỏng, tránh được hiện tượng tạo lỏng phải đốt bỏ ảnh hưởng đến môi trường tại các trạm khí khi cung cấp khí cho các nhà máy điện...). Phương án vận hành nhà máy ở lưu lượng thấp hơn 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày đã được áp dụng tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cổ trong đợt dừng khí vào tháng 2/2008 khi lưu lượng khí về bờ vào khoảng 0,8 - 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày, đã tận thu được 335,7 tấn LPG và 101,6 tấn condensate; làm lợi khoảng 4,6 tỷ đồng. Giải pháp này vẫn được duy trì áp dụng khi lưu lượng khí đầu vào thấp hơn 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày, giúp tăng tính linh hoạt trong quá trình vận hành nhà máy.

### 2.5. Giải pháp làm mát khí đầu ra cụm máy nén K-1011A/B/C/D để tăng thu hồi LPG

Trạm nén khí đầu vào Nhà máy xử lý khí Dinh Cổ được lắp đặt và đưa vào sử dụng từ tháng 1/2002 nhằm duy trì áp suất đầu vào sau SC-01/02 là 109barg theo thiết kế khi tăng lưu lượng khí vào bờ từ 4,7 triệu m<sup>3</sup>/ngày lên 5,7 triệu m<sup>3</sup>/ngày.

Dòng khí qua máy nén K-1011 được tăng áp suất từ 60 - 80barg lên 109barg sẽ được làm mát bởi giàn quạt làm mát bằng không khí. Dòng khí ra khỏi K-1011 được làm mát bằng không khí nên phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ môi trường. Nhiệt độ đầu vào khu công nghệ rất cao từ 40 - 47°C, cao hơn nhiều so với nhiệt độ thiết kế. Do Nhà máy xử lý khí Dinh Cổ sử dụng công nghệ làm lạnh ngưng tụ nhiệt độ thấp nên nhiệt độ của dòng khí đầu vào ảnh hưởng đến hiệu quả tách sản phẩm. Đặc biệt khi nhiệt độ môi trường tăng thì nhiệt độ dòng khí công nghệ đầu ra thiết bị làm mát tăng cao làm giảm hiệu quả làm lạnh của các thiết bị, do đó làm giảm hiệu quả thu hồi sản phẩm lỏng [9].

Nhiệt độ dòng khí đầu ra trạm nén K-1011 phụ thuộc vào các yếu tố: công suất của quạt làm mát K-1011; chênh lệch nhiệt độ giữa dòng không khí và dòng khí công nghệ; nhiệt độ của dòng không khí làm mát.

Trong đó, chỉ có 2 yếu tố có thể thay đổi được đó là chênh lệch nhiệt độ dòng không khí và nhiệt độ của dòng không khí làm mát. Nhóm tác giả đã thiết kế và lắp đầu phun sương tại đầu ra giàn tản nhiệt của hệ thống quạt làm mát K-1011 để làm giảm nhiệt độ dòng không khí làm mát, nhằm tăng chênh lệch nhiệt độ (Δt) giữa dòng khí công nghệ đầu ra máy nén và dòng không khí làm mát do đó tăng hiệu quả trao đổi nhiệt giữa dòng không khí làm mát và dòng khí công nghệ, qua đó giảm nhiệt độ của dòng khí công nghệ đầu ra K-1011.

Giải pháp được áp dụng từ ngày 1/10/2012 đã làm giảm nhiệt độ đầu ra trạm nén từ 1,8 - 2,4°C và làm tăng hiệu suất thu hồi LPG khoảng 0,52 tấn/triệu m<sup>3</sup> khí ẩm. Đến ngày 30/9/2016, giải pháp đã góp phần gia tăng sản lượng thêm 3.811 tấn LPG. Với lưu lượng khí trung bình đạt khoảng 5 triệu m<sup>3</sup>/ngày thì giải pháp này có thể giúp tăng sản lượng LPG trung bình khoảng 2,6 tấn LPG/ngày, tương đương khoảng 910 tấn LPG/năm.

### 3. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu cụ thể, nhóm tác giả đã đề xuất các giải pháp tối ưu hiệu quả thu hồi sản phẩm LPG tại Nhà máy xử lý khí Dinh Cố; xây dựng được mô hình dây chuyền công nghệ của Nhà máy xử lý khí Dinh Cố bằng phần mềm HYSYS, được kiểm nghiệm thực tế đảm bảo tính chính xác. Từ mô hình trên, nhóm tác giả đã thực hiện đánh giá và tối ưu hiệu suất thu hồi LPG khi điều kiện đầu vào thay đổi khác nhau; áp dụng mô hình đã xây dựng được dải tỷ lệ tối ưu giữa dòng qua E-14 và CC-01; tỷ lệ hồi lưu của tháp chưng cất C-02 trong dây chuyền công nghệ ứng với từng lưu lượng khác nhau nhằm tối đa hiệu quả thu hồi LPG. Mô hình là công cụ để đánh giá điều kiện vận hành Nhà máy xử lý khí Dinh Cố nhằm tối ưu thu hồi LPG bất cứ lúc nào khi điều kiện đầu vào thay đổi.

Giải pháp nghiên cứu sử dụng linh hoạt các thiết bị có sẵn để xây dựng phương án vận hành, mô hình đánh giá đáp ứng điều kiện vận hành của thiết bị trong điều kiện mới để đưa ra chế độ vận hành mới của Nhà máy xử lý khí Dinh Cố ở lưu lượng 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày (thấp hơn nhiều so với thiết kế của nhà máy - 4,3 triệu m<sup>3</sup>/ngày) mang lại hiệu quả kinh tế cao, tăng tính linh hoạt trong quá trình vận

hành và bổ sung thêm một phương án vận hành mới để chế biến khí trong điều kiện dòng khí đầu vào thấp.

Giải pháp làm mát khí đầu ra cụm máy nén K-1011A/B/C/D để tăng thu hồi LPG sử dụng công nghệ đơn giản (hệ thống phun sương) để tác động đến yếu tố khách quan trong vận hành (nhiệt độ không khí) sử dụng trong quá trình làm lạnh khí đầu vào để nâng cao hiệu quả thu hồi sản phẩm lỏng.

### Tài liệu tham khảo

1. Operating Manual Dinh Co Gas Processing Plant. 1998.
2. Fluor Daniel. *Inlet GPP compressor installation project basic design & cost estimate*. 2001.
3. GPP Equipments Datasheet.
4. Samsung Engineering. *Operating philosophy Vietnam gas utilization project*.
5. Samsung Engineering & NKK. *Basic engineering design data*.
6. John M.Campbell. *Gas conditioning and processing*. 2(13): p. 160 - 168.
7. John M.Campbell. *Gas conditioning and processing*. 2(17): p. 275 - 304.
8. Henry Z.Kister. *Distillation design*. McGraw-Hill Education. 1992.
9. J.Richard Elliot, Carl T.Lira. *Introductory chemical engineering thermodynamics (2<sup>nd</sup> edition)*. Prentice-Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences. 2012.

## Optimising the efficiency of recovering LPG products at Dinh Co Gas Processing Plant

Le Tat Thang, Mai Xuan Ba, Phan Tan Hau  
Le Thanh Chan, Ho Van Dang  
Vung Tau Gas Processing Company  
Email: thanglt@pvgas.com.vn

### Summary

**From the model built using Hysys software which simulates the technology of Dinh Co Gas Processing Plant, the authors evaluated the performance of the equipment and optimised the efficiency of LPG recovery when changing input conditions. The operating mode therein is established with the input gas being reduced so that the plant can process gas with an input flow rate of wet gas of about 1 million m<sup>3</sup>/day (much lower than the designed flow rate of 4.3 million m<sup>3</sup>/day), bringing high economic efficiency. Especially, the solution of cooling the outlet gas of compressor K-1011A/B/C/D to increase LPG recovery has used a simple technology (water spray system) to cool the inlet gas before processing, thus improving the efficiency of recovering the liquid product.**

**Key words:** LPG, wet gas, Dinh Co Gas Processing Plant.