

TỐI ĐA THU HỒI CẤU TỬ PROPYLENE BẰNG GIẢI PHÁP GIẢM ĐỘ TINH KHIẾT DÒNG SẢN PHẨM PROPYLENE, TĂNG CÔNG SUẤT CHẾ BIẾN CỦA PHÂN XƯỞNG POLYPROPYLENE TẠI NHÀ MÁY LỌC DẦU DUNG QUẤT

Nguyễn Thành Bông

Công ty Cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn

Email: bongnt@bsr.com.vn

<https://doi.org/10.47800/PVJ.2021.02-04>

Tóm tắt

Áp dụng phân tích số liệu và công cụ mô phỏng công nghệ để nghiên cứu khả năng thu hồi tối đa cấu tử khí propylene trong LPG sản xuất từ Phân xưởng cracking xúc tác (RFCC).

Bài báo giới thiệu giải pháp giảm độ tinh khiết của dòng sản phẩm propylene từ Phân xưởng thu hồi Propylene (PRU) để tăng thu hồi cấu tử propylene. Quá trình thử nghiệm giải pháp này đã đạt được kết quả tốt, làm tăng thu hồi lượng khí propylene, tăng nguồn nguyên liệu chế biến cho Phân xưởng hạt nhựa Polypropylene (PP) vận hành ở công suất cao hơn công suất thiết kế khoảng 3%.

Giải pháp đã được áp dụng vào thực tế sản xuất của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất từ tháng 8/2018, mang lại hiệu quả kinh tế cao với giá trị làm lợi ước tính khoảng 2,5 triệu USD/năm.

Từ khóa: Propylene, hiệu suất thu hồi, độ tinh khiết, polypropylene, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất.

1. Giới thiệu

Phân xưởng PRU (Hình 1) tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất được thiết kế để phân tách dòng sản phẩm khí hóa lỏng LPG đã qua xử lý sản xuất từ Phân xưởng RFCC thành các sản phẩm hỗn hợp khí butane + butene (hỗn hợp các C_4), khí propane (C_3) và khí propylene ($C_3=$). Dòng khí propylene được tách đến độ tinh khiết 99,5% khối lượng làm nguyên liệu cho Phân xưởng PP [1].

Trong thực tế vận hành, lưu lượng LPG sản xuất từ Phân xưởng RFCC thường ở mức cao nên Phân xưởng PRU thường được vận hành ở công suất cao hơn, khoảng 110% khối lượng công suất thiết kế. Từ tháng 4/2018, Phân xưởng RFCC sử dụng phụ gia ZSM-5 để tăng sản xuất propylene/LPG và xăng RON nên công suất Phân xưởng PRU đã tăng lên đến mức 115% khối lượng công suất thiết kế. Khi công suất Phân xưởng PRU tăng, độ thu hồi (recovery) của cấu tử $C_3=$ bị giảm, làm tăng lượng $C_3=$ còn lẫn trong dòng propane từ Phân xưởng PRU (được phối trộn vào sản phẩm LPG của nhà máy lọc dầu) (Hình 2).

Propylene có giá trị kinh tế cao hơn LPG và là nguồn nguyên liệu chính của Phân xưởng PP tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Phân xưởng PP có thể tăng công suất chế biến lên đến 110% công suất thiết kế ở thời điểm nghiên cứu. Thay vì mua thêm nguyên liệu propylene từ bên ngoài, việc nghiên cứu các giải pháp tăng sản xuất $C_3=$ /LPG tại RFCC và tăng độ thu hồi $C_3=$ tại PRU để tăng nguồn nguyên liệu chế biến cho Phân xưởng PP sẽ làm tăng lợi ích kinh tế cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất.

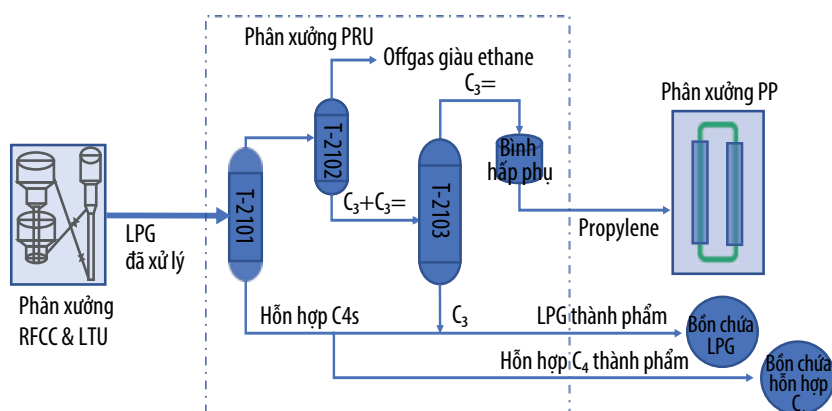
Áp dụng phương pháp phân tích số liệu và sử dụng công cụ mô phỏng công nghệ trình bày trong Mục 2 và 3, giải pháp giảm độ tinh khiết (purity) của dòng $C_3=$ từ tháp tách propylene/propane T-2103 của Phân xưởng PRU, từ giá trị thiết kế 99,5% khối lượng xuống đến 99,4% khối lượng có thể giúp làm tăng thu hồi cấu tử $C_3=$ còn lẫn trong dòng propane từ T-2103 mà không làm thay đổi điều kiện vận hành bình thường của Phân xưởng PRU và Phân xưởng PP.

Giải pháp này đã được thử nghiệm thành công và đưa vào vận hành thực tế từ tháng 8/2018. Tóm tắt quá trình nghiên cứu và thực hiện giải pháp như Hình 3.

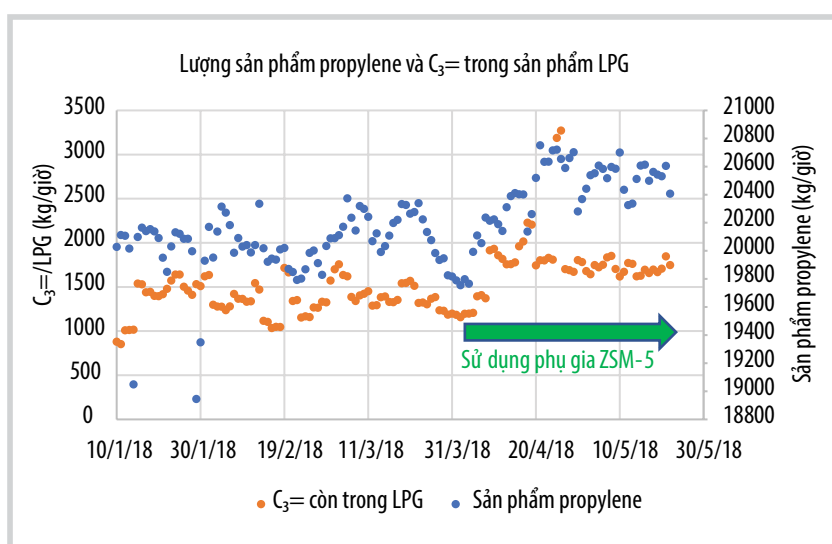


Ngày nhận bài: 20/5/2020. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 20/5 - 10/10/2020.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 2/2/2021.



Hình 1. Tổng quan sơ đồ công nghệ Phân xưởng PRU



Hình 2. Lưu lượng dòng propylene và C3= chưa thu hồi trong LPG



Hình 3. Quá trình thực hiện giải pháp



Hình 4. Mô hình và một trong các cửa sổ mô phỏng của mô hình

2. Xây dựng và tinh chỉnh mô hình mô phỏng công nghệ của Phân xưởng PRU

Mô hình thiết bị và các dòng công nghệ của Phân xưởng PRU được xây dựng bằng phần mềm Petrosim (KBC) (Hình 4). Sau đó mô hình được hiệu chỉnh theo các bộ số liệu vận hành tiêu biểu thực tế của Phân xưởng PRU. Dựa trên kết quả hiệu chỉnh đạt được, đánh giá kết quả mô phỏng của mô hình là sát với thực tế vận hành của phân xưởng và có thể sử dụng để dự đoán, định lượng các thay đổi về lưu lượng và đặc tính các dòng công nghệ và các thông số vận hành theo các hàm mục tiêu.

3. Mô phỏng giải pháp và đánh giá kết quả

Thực hiện mô phỏng thay đổi chỉ tiêu độ tinh khiết của dòng propylene từ tháp tách T-2103, từ 99,5% khối lượng xuống 99,4% khối lượng; dự báo lưu lượng và đặc tính của các dòng sản phẩm propylene và propane, các thay đổi về thông số vận hành của tháp tách, các điều chỉnh cần thiết nhằm đạt được mục tiêu trên. Kết quả mô phỏng giải pháp như Bảng 1.

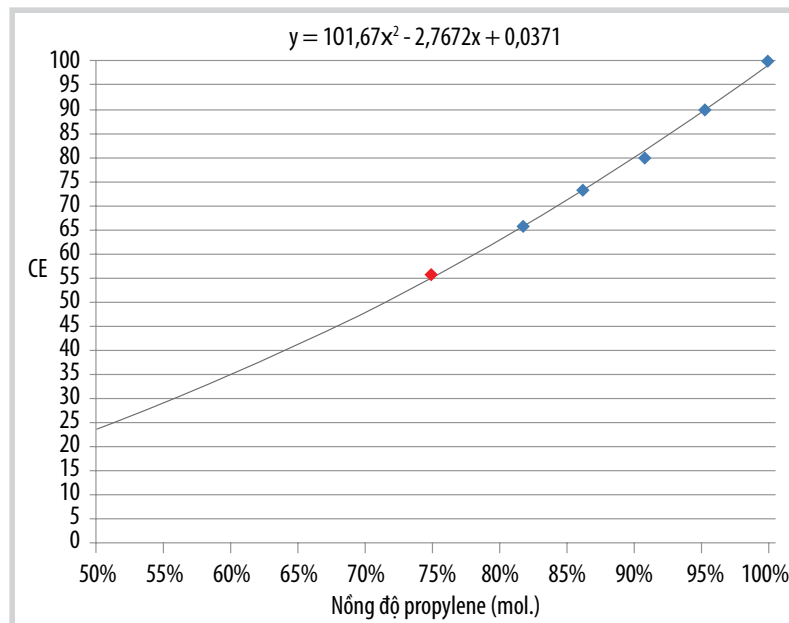
Kết quả mô phỏng cho thấy, ở điều kiện lưu lượng và đặc tính nguyên liệu LPG đầu vào không thay đổi cũng như điều kiện vận hành tại các tháp tách T-2101 và T-2102 giữ ổn định, khi giảm chỉ tiêu độ tinh khiết của dòng propylene tại tháp T-2103 thì có thể thu hồi thêm lượng cấu tử $C_3=$ trong dòng propane ở đáy tháp tách, làm tăng lưu lượng dòng sản phẩm propylene lên thêm khoảng 800 kg/giờ.

Để đạt được độ tinh khiết mới thấp hơn, thông số vận hành chính của tháp T-2103 có thể điều chỉnh như:

- Tăng nhiệt độ đun sôi đáy tháp lên khoảng 0,5 °C; hoặc
- Giảm lưu lượng tuần hoàn đỉnh tháp (reflux) khoảng 23 m³/giờ;

Bảng 1. Các dòng nguyên liệu và sản phẩm

Lưu lượng	Đơn vị tính	Độ tinh khiết 99,5% khối lượng	Độ tinh khiết 99,4% khối lượng
Dòng nguyên liệu LPG	tấn/giờ	88	88
Dòng C ₂ offgas	tấn/giờ	0,5	0,5
Dòng propane T-2103	m ³ /giờ	10,9	10,2
Dòng sản phẩm hỗn hợp các C ₄	tấn/giờ	3	3
Dòng sản phẩm propylene	tấn/giờ	20,3	21,1
Dòng sản phẩm LPG	tấn/giờ	64,2	63,4

**Hình 5.** Ảnh hưởng của hàm lượng propane đến hiệu suất phản ứng polymer

- Có thể kết hợp vừa tăng nhiệt độ đun sôi vừa điều chỉnh lưu lượng tuần hoàn để đạt được kết quả mục tiêu.

Về ảnh hưởng, hệ số ngập lụt (jet flood) của tháp sẽ tăng nhẹ nhưng không đáng kể.

4. Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng propane trong dòng propylene nguyên liệu PP

Hiệu suất phản ứng tạo polymer có thể bị giảm nếu hàm lượng propane trong dòng nguyên liệu tăng và tích lũy trong thiết bị phản ứng do cấu tử propane không tham gia vào phản ứng tạo polymer, như minh họa tại giản đồ theo số liệu thực nghiệm của Grace (Hình 5). Để duy trì nồng độ propylene trong thiết bị phản ứng, propane cần được xả qua offgas thông qua van điều khiển lưu lượng FV-3204. Lưu lượng offgas qua FV-3204 thiết kế tối đa là 600 kg/giờ trong khi lưu lượng xả bình thường hiện tại khoảng 480 kg/giờ, do đó có thể sử dụng nguyên liệu propylene với hàm lượng propane cao hơn. Theo tính toán, lưu lượng offgas tăng lên khoảng 80 kg/giờ khi nồng độ propane trong nguyên liệu tăng tương ứng từ 0,5% lên 0,6%, tương ứng độ tinh khiết của nguyên liệu propylene giảm từ 99,5% khối lượng xuống 99,4% khối lượng. Bên cạnh đó, khi lưu lượng offgas dao động cao hơn 600 kg/

giờ, phần dư offgas được xả tự động ra phía đuốc đốt (flare).

Như vậy, lưu lượng offgas cần xả khi giảm độ tinh khiết từ 99,5% xuống 99,4% vẫn đảm bảo trong ngưỡng thiết kế của van xả. Với ngưỡng thiết kế hiện tại của van xả, độ tinh khiết vẫn có thể giảm sâu hơn xuống dưới 99,4%. Tuy nhiên nếu độ tinh khiết giảm sâu quá sẽ làm tăng đáng kể lưu lượng offgas cần xả, vượt quá khả năng xử lý của van xả. Việc xả offgas trực tiếp ra đuốc đốt sẽ gây tổn thất hydrocarbon.

Hàm lượng các tạp chất đi cùng trong dòng propylene không tăng vì trước khi dòng propylene được đưa sang Phân xưởng PP đã được xử lý qua thiết bị hấp phụ (Purifier) tại Phân xưởng PRU để khử các tạp chất như: arsine, phosphine, COS... Bên cạnh đó, dòng sản phẩm propylene luôn được lấy mẫu giám sát hàng ngày đảm bảo các chỉ tiêu tạp chất luôn trong ngưỡng cho phép.

5. Kết quả

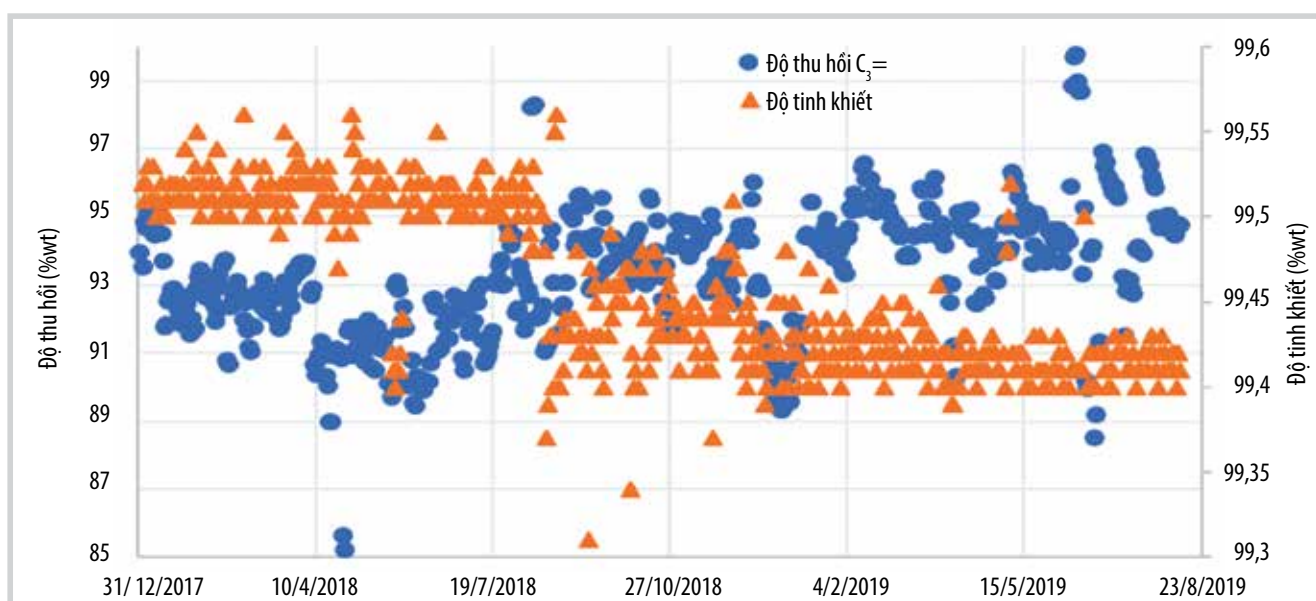
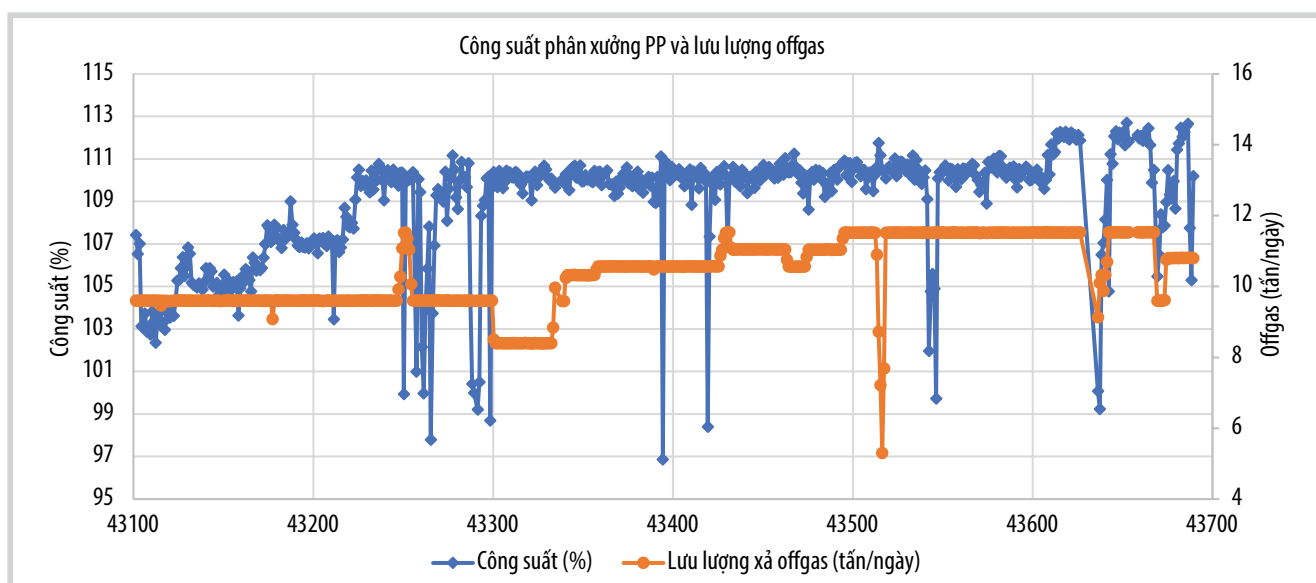
Giải pháp đã được thử nghiệm và áp dụng từ tháng 8/2018. Bảng 2 thể hiện số liệu cân bằng vật chất của Phân xưởng PRU và Phân xưởng PP sau khi áp dụng giải pháp.

Các biểu đồ Hình 6 và 7 thể hiện mức tăng thực tế độ thu hồi C₃ tại Phân xưởng PRU và công suất chế biến của Phân xưởng PP từ khi áp dụng giải pháp.

Giải pháp tăng thu hồi C₃ thông qua việc giảm độ tinh khiết dòng propylene mang lại những lợi ích thiết thực cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất, đặc biệt là hiệu quả kinh tế. Việc áp dụng giải pháp này trong thực tế sản xuất đã giúp thu hồi tối đa cấu tử propylene có giá trị kinh tế cao, giúp nâng

Bảng 2. Cân bằng vật chất của Phân xưởng PRU và Phân xưởng PP khi áp dụng giải pháp

Thông số	Đơn vị tính	Độ tinh khiết 99,5%	Độ tinh khiết 99,4%	Thay đổi
Nguyên liệu LPG	tấn/giờ	86,9	86,6	-0,3
Công suất Phân xưởng PRU	% khối lượng	112,6	112,2	-0,40
Sản phẩm hỗn hợp các C ₄	tấn/giờ	3,2	5,5	+2,3
C ₂ offgas	tấn/giờ	1,1	0,9	-0,2
Sản phẩm LPG	tấn/giờ	62,3	59,4	-2,9
Sản phẩm propylene	tấn/giờ	20,57	21,11	+0,54
Độ tinh khiết propylene	% khối lượng	99,51	99,42	-0,09
Độ thu hồi C ₃ =	% khối lượng	92,6	95,3	+2,7
Công suất cân bằng phân xưởng polypropylene	% khối lượng	109,1	111,7	+2,6
Hiệu suất chuyển hóa polypropylene	tấn polypropylene/tấn propylene	97,99%	97,86%	-0,12%


 Hình 6. Độ thu hồi C₃= và độ tinh khiết propylene


Hình 7. Công suất Phân xưởng PP

Bảng 3. Ước tính hiệu quả kinh tế của giải pháp

	Đơn vị tính	Lợi nhuận
Lợi nhuận tại Phân xưởng PRU khi tăng thu hồi C ₃ =	USD/ngày	+4.449
Lợi nhuận phần tăng công suất 2,6 % tại Phân xưởng PP	USD/ngày	+2.462
Tổng lợi nhuận	USD/ngày	6.911
	USD/năm	2.453.542

cao công suất chế biến của Phân xưởng PP mà không tốn chi phí mua thêm nguyên liệu propylene từ bên ngoài.

Hiệu quả kinh tế được ước tính dựa trên số liệu thực tế trước và trong quá trình thử nghiệm như Bảng 3.

6. Kết luận

Ngoài lợi ích kinh tế, giải pháp “giảm độ tinh khiết của dòng sản phẩm propylene từ Phân xưởng PRU để tăng thu hồi cấu tử propylene” còn có các ưu điểm như: thực hiện đơn giản, không cải hoán nên không tốn chi phí và

thời gian đầu tư; giảm lưu lượng LPG thành phẩm từ Phân xưởng PRU, góp phần giải quyết tình trạng quá tải thủy lực đường ống dẫn LPG ra bể chứa sản phẩm LPG. Bên cạnh đó, việc giảm được hàm lượng olefins C₃= còn trong sản phẩm LPG từ Phân xưởng PRU giúp nâng cao chất lượng sản phẩm LPG của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất.

Tài liệu tham khảo

[1] Technip, JGC, *Dung Quat refinery project, operating manual of propylene recovery Unit (Unit 021)*, 2007.

OPTIMISATION OF C₃= RECOVERY BY LOWERING PURITY SETTING FOR PROPYLENE PRODUCT TO INCREASE THE CAPACITY OF POLY-PROPYLENE PLANT AT DUNG QUAT REFINERY

Nguyen Thanh Bong
Binh Son Refining and Petrochemical Joint Stock Company
Email: bongnt@bsr.com.vn

Summary

Applying data analysis and process modelling, the study proposed a good way to maximise the C₃= recovery in LPG produced from the RFCC unit. Via a solution of lowering the purity setting for the propylene product in the Propylene Recovery Unit, more propylene has been recovered which enables the PP Plant to process at a higher capacity (3% over the designed capacity).

The solution, which has been implemented since August 2018, gives Dung Quat Refinery an estimated economic benefit of about USD 2.5 mil/year.

Key words: Propylene, recovery, purity, polypropylene, Dung Quat Refinery.