

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG HỆ THỐNG THU HỒI KHÍ XẢ RA ĐUỐC ĐỐT (FGRS) NHẪM NÂNG CAO HIỆU QUẢ KINH TẾ CHO NHÀ MÁY LỌC DẦU DUNG QUÁT ĐỒNG THỜI GIẢM Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG

## RESEARCHING OF A FLARE GAS RECOVERY SYSTEM (FGRS) APPLICATION FOR DUNG QUAT REFINERY TO IMPROVE ECONOMIC EFFICIENCY AND REDUCE ENVIRONMENTAL POLLUTION

Phạm Văn Dũng<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Hùng<sup>1</sup>, Lê Thị Như Ý<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Công ty Cổ Phần Lọc Hóa Dầu Bình Sơn, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ / Corresponding author: pvdung@bsr.com.vn

(Nhận bài / Received: 02/6/2023; Sửa bài / Revised: 08/8/2023; Chấp nhận đăng / Accepted: 24/8/2023)

**Tóm tắt** - Việc đốt bỏ một lượng lớn khí xả ra đuốc đốt của nhà máy lọc dầu vừa gây lãng phí lại làm tăng ô nhiễm môi trường do tăng hiệu ứng nhà kính cũng như tiếng ồn và bức xạ nhiệt ra môi trường xung quanh. Vì vậy, bài báo này đề xuất sử dụng hệ thống thu hồi khí xả ra đuốc đốt (flare gas recovery system - FGRS) cho nhà máy lọc dầu Dung Quất, Công ty Cổ phần Lọc Hóa dầu Bình Sơn (BSR) nhằm tận dụng nguồn khí giàu hydrocarbon này làm khí nhiên liệu cho nhà máy. Dựa trên các số liệu đặc trưng được thu thập và tính toán cho nguồn khí xả, bài báo đã lựa chọn công nghệ phù hợp cho FGRS, đánh giá tính khả thi và an toàn khi đầu nối FGRS vào phân xưởng đuốc đốt và phân xưởng khí đốt của BSR. Cuối cùng, bài báo tính toán hiệu quả kinh tế cũng như những lợi ích về môi trường mang lại từ giải pháp này.

**Từ khóa** - Nhà máy lọc dầu Dung Quất; ô nhiễm môi trường; hệ thống thu hồi khí xả ra đuốc đốt; hệ thống đuốc đốt; khí nhiên liệu

### 1. Đặt vấn đề

Tình trạng ô nhiễm không khí trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng đang ngày càng nghiêm trọng, trong đó hoạt động của hệ thống đuốc đốt ở các nhà máy lọc dầu đóng góp một phần rất lớn vào mức độ ô nhiễm nghiêm trọng đó. Vì thế việc thiết kế hệ thống thu hồi khí xả ra đuốc đốt (FGRS) ở các nhà máy lọc dầu là hết sức cần thiết, đã được áp dụng khá phổ biến trong thời gian gần đây và định hướng sẽ được triển khai mạnh mẽ ở hơn 190 quốc gia trên thế giới trong giai đoạn 2021-2026 [1]. FGRS không chỉ hạn chế ô nhiễm môi trường không khí mà còn đảm bảo tính kinh tế cho nhà máy trong quá trình tối ưu hóa năng lượng mà nhà máy đang thực hiện.

Ở Việt Nam, nhà máy lọc dầu Dung Quất (BSR) trong suốt quá trình hoạt động luôn tuân thủ nguyên tắc 3R (Reuse, Recycle, Reduce) theo xu hướng cải thiện và bảo vệ môi trường được áp dụng rộng rãi trên phạm vi toàn cầu. Việc nghiên cứu ứng dụng hệ thống FGRS sẽ góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế cho nhà máy và giảm thiểu lượng khí thải ra môi trường bằng việc sử dụng lại (Reuse) nguồn khí xả này thay vì đốt bỏ tại hệ thống đuốc đốt chính để làm khí nhiên liệu (fuel gas – FG) cho nhà máy, thu hồi khí hydrocarbon từ các phân xưởng công

**Abstract** - The burning of a large amount of gas discharged into the flare of the refinery is both wasteful and increases environmental pollution by increasing the greenhouse effect as well as the noise and the heat radiation to the surrounding environment. Therefore, this article has proposed to apply a flare gas recovery system (FGRS) for Dung Quat refinery, Binh Son Refining and Petrochemical Joint Stock Company (BSR) in order to reuse this hydrocarbon-rich source as fuel gas for the refinery. Based on the collected and calculated characteristic data for the flare gas, the study has selected the appropriate technology for FGRS, evaluated the feasibility and safety of connecting FGRS to the Flare System Unit and Fuel gas System Unit of BSR. Finally, the article has calculated the economic efficiency as well as the environmental benefits brought from this solution.

**Key words** - Dung Quat refinery; Environmental pollution; Flare gas recovery system (FGRS); Flare System; Fuel gas (FG)

nghe phải xả ra hệ thống đuốc đốt chính trong quá trình vận hành bình thường (Recycle), giảm lượng nhiên liệu LPG bổ sung cho hệ thống khí FG, giảm lượng khói thải ra môi trường tại đuốc đốt chính của nhà máy cũng như giảm tiếng ồn và bức xạ nhiệt ra môi trường xung quanh (Reduce).

### 2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết về các công nghệ thu hồi khí xả đã được áp dụng tại nhiều nhà máy lọc dầu trên thế giới.

Phương pháp thu thập số liệu thống kê về lưu lượng và số liệu phân tích về thành phần các mẫu khí xả ra đuốc đốt, từ đó tính toán và xây dựng sơ đồ công nghệ phù hợp cho hệ thống FGRS áp dụng tại BSR. Trên cơ sở đó cùng với việc thu thập giá hiện tại và giá dự báo của khí đốt để tính toán hiệu quả kinh tế cũng như những lợi ích về môi trường mang lại từ giải pháp này.

Phương pháp chuyên gia: trên cơ sở tài liệu thiết kế và hướng dẫn vận hành các phân xưởng của nhà sản xuất kết hợp với kinh nghiệm của đội ngũ các kỹ sư, chuyên gia làm việc tại nhà máy để đánh giá tác động vận hành và an toàn công nghệ khi kết nối FGRU với phân xưởng đuốc đốt và

<sup>1</sup> Binh Son Refining and Petrochemical Joint Stock Company (BSR), Vietnam (Pham Van Dung, Nguyen Van Hung)

<sup>2</sup> The University of Danang - University of Science and Technology, Vietnam (Le Thi Nhu Y)

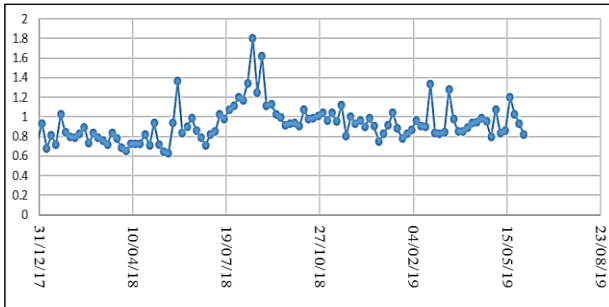
phân xưởng khí đốt của nhà máy, từ đó khẳng định tính khả thi của giải pháp.

### 3. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

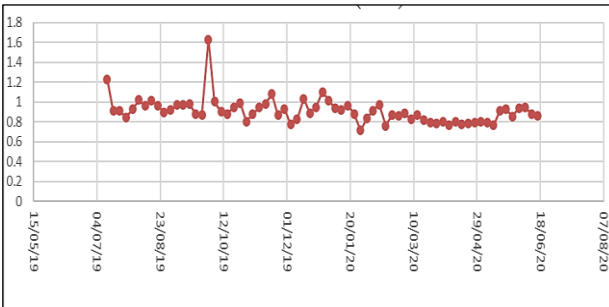
#### 3.1. Hỗn hợp khí xả ra được đốt chính của nhà máy

##### 3.1.1. Lưu lượng

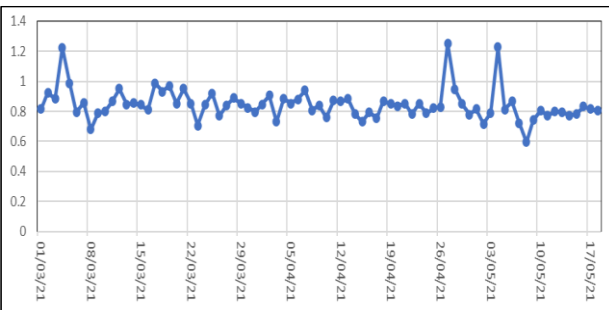
Lưu lượng khí xả ra được đốt chính của BSR được xác định qua số liệu thu thập từ 2018 đến sau khi nhà máy thực hiện bảo dưỡng tổng thể lần IV được biểu diễn ở các Hình 1, 2 và 3 [2].



Hình 1. Lưu lượng khí xả năm 2018-2019 (tấn/h)



Hình 2. Lưu lượng khí xả năm 2019-2020 (tấn/h)



Hình 3. Lưu lượng khí xả (tấn/h) sau khi BSR thực hiện bảo dưỡng tổng thể lần IV

Như vậy, lưu lượng trung bình của dòng khí xả ra được đốt chính của BSR là 0,85 tấn/h.

##### 3.1.2. Thành phần

Thành phần của dòng khí xả được lấy trung bình của 4 mẫu khí [2], từ đó xác định được khối lượng phân tử (Molecular weight – MW) của hỗn hợp khí xả là 14,08 kg/kmol như được trình bày ở Bảng 1.

Với thành phần hỗn hợp khí xả đã được xác định ở Bảng 1 thì việc thu hồi khí này rất thuận lợi để sử dụng làm khí nhiên liệu cho nhà máy vì không phải tốn chi phí đầu tư phân xưởng hấp thụ bằng dung môi Amine nhằm loại bỏ các khí acid như H<sub>2</sub>S và CO<sub>2</sub>.

Bảng 1. Thành phần hỗn hợp khí xả (%mol) ra được đốt chính của nhà máy

Thành phần	Mẫu 1 22/11/19	Mẫu 2 25/11/19	Mẫu 3 28/11/19	Mẫu 4 2/12/20	Trung Bình	MW
H <sub>2</sub>	55,7	53,43	57,43	59	56,39	2
N <sub>2</sub>	24,14	26,74	24,35	23	24,55	28
CH <sub>4</sub>	6,32	5,99	5,44	5,62	5,84	16
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,74	3,5	3,23	3,23	3,42	30
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	3,08	2,95	2,56	2,57	2,79	28
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	2,53	2,36	2	1,89	2,19	42
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,61	1,56	1,5	1,36	1,50	44
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,23	1,3	1,13	1,2	1,21	58
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	0,79	0,82	0,69	0,57	0,72	56
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,29	0,26	0,38	0,69	0,41	72
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	0,04	0,03	0,02	0,01	0,03	70
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,12	0,1	0,21	0,15	0,15	86
O <sub>2</sub>	0,24	0,79	0,93	0,55	0,63	32
Tổng	99,83	99,83	99,87	99,85	99,85	
Khối lượng phân tử MW (kg/kmol)						<b>14,08</b>

##### 3.1.3. Nhiệt trị

Từ thành phần mol và khối lượng phân tử trung bình của hỗn hợp khí xả, tính được nhiệt trị thấp (LHV) trung bình của dòng khí này như được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Nhiệt trị trung bình của dòng khí xả

Thành phần khí xả	% Mole	LHV <sub>i</sub> (kJ/mol)
H <sub>2</sub>	56,39	244
N <sub>2</sub>	24,56	0
CH <sub>4</sub>	5,84	802,34
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,43	1.437,20
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2,79	1.227,07
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	2,19	1.923,56
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,51	2.044,20
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,22	2.659,30
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	0,72	2.530,86
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,41	3.272,60
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	0,03	3.152,17
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,15	3.856,70
<b>Tổng</b>	<b>99,22</b>	<b>411,15</b>
<b>MW (kg/kmol)</b>	<b>14,08</b>	
<b>LHV (kJ/kg)</b>	<b>29.210</b>	

Theo kết quả ở Bảng 2 thì nhiệt trị của hỗn hợp khí xả tương đối thấp hơn so với nhiệt trị của khí FG hiện hữu của nhà máy (54,03 kJ/kg, số liệu lấy trung bình 04 năm từ năm 2017 đến 2020) là do dòng khí xả có chứa đến 24,55 % mol N<sub>2</sub>. Nguyên nhân là do nhà máy sử dụng khí N<sub>2</sub> cho các mục đích làm kín và purging cho các thiết bị trong nhà máy, sau đó dòng khí này cũng xả ra hệ thống được đốt chính.

##### 3.1.4. Nhiệt độ và áp suất

Theo số liệu của phân xưởng được đốt của nhà máy lọc dầu Dung Quất thì nhiệt độ của dòng khí xả ra được đốt chính được duy trì trong khoảng 61°C đến 65°C và ở áp suất 1,027 Kg/cm<sup>2</sup>.g [2].

### 3.1.5. Tính lượng CO<sub>2</sub> phát thải ra môi trường từ đuốc đốt chính của nhà máy nếu không ứng dụng hệ thống FGRS

Nếu không ứng dụng hệ thống FGRS thì lượng CO<sub>2</sub> phát thải ra môi trường từ đuốc đốt chính của BSR sẽ vào khoảng 8.533 tấn/năm như được trình bày ở Bảng 3.

**Bảng 3.** Lượng CO<sub>2</sub> thải ra môi trường từ đuốc đốt chính

HC	MW	%mol	Phản ứng đốt cháy	HC (kmol/h)	CO <sub>2</sub> (kmol/h)	kg/h
CH <sub>4</sub>	16	5,84	CH <sub>4</sub> + 2O <sub>2</sub> → CO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	3,53	3,53	56,45
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30	3,43	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> + 3,5O <sub>2</sub> → 2CO <sub>2</sub> + 3H <sub>2</sub> O	2,07	4,14	62,05
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	1,51	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> + 5O <sub>2</sub> → 3CO <sub>2</sub> + 4H <sub>2</sub> O	0,91	2,73	40,06
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	1,22	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> + 6,5O <sub>2</sub> → 4CO <sub>2</sub> + 5H <sub>2</sub> O	0,73	2,93	42,56
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72	0,41	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> + 8O <sub>2</sub> → 5CO <sub>2</sub> + 6H <sub>2</sub> O	0,25	1,23	17,70
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28	2,79	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + 3O <sub>2</sub> → 2CO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	1,68	3,37	47,18
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42	2,20	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> + 4,5O <sub>2</sub> → 3CO <sub>2</sub> + 3H <sub>2</sub> O	1,33	3,98	55,67
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	56	0,72	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> + 6O <sub>2</sub> → 4CO <sub>2</sub> + 4H <sub>2</sub> O	0,43	1,73	24,28
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	70	0,03	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> + 7,5O <sub>2</sub> → 5CO <sub>2</sub> + 5H <sub>2</sub> O	0,02	0,08	1,06
C <sub>6+</sub>	86	0,15	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> + 9O <sub>2</sub> → 6CO <sub>2</sub> + 7H <sub>2</sub> O	0,09	0,53	7,53
H <sub>2</sub>	2	56,39	Không phát thải CO <sub>2</sub>			68,11
N <sub>2</sub>	28	24,56	Không cháy			415,24
O <sub>2</sub>	32	0,63	Không cháy			12,13
Tổng lượng khí thải ra flare						850
Tổng lượng CO <sub>2</sub> phát thải				24,24	kmol/h	
				1067	kg/h	
				8.533	Tấn/năm	

### 3.2. Lựa chọn công nghệ cho FGRS phù hợp với cấu hình hiện tại của nhà máy

Thiết bị quan trọng nhất của FGRS là thiết bị nâng áp để thu hồi dòng khí làm khí đốt (FG) cho nhà máy. Hiện tại, hai công nghệ thường được sử dụng là máy nén và ejectors. Mỗi loại đều có các ưu nhược điểm khác nhau, cụ thể như sau [2-4]:

#### 3.2.1. Máy nén vòng chất lỏng (Liquid ring compressors)

Đây là loại máy nén được sử dụng phổ biến nhất cho FGRS với các ưu điểm như tốc độ quay thấp, phù hợp với sự tồn tại chất lỏng hay cặn rắn có trong dòng khí thu hồi, độ ổn định cao và tần suất bảo dưỡng thấp. Tuy nhiên, loại máy nén này khá đắt và tốn năng lượng vì luôn phải vận hành ở 100% tải.

#### 3.2.2. Máy nén cánh trượt (The sliding vane compressors)

Máy nén này có ưu điểm là chi phí đầu tư nhỏ hơn máy nén loại liquid ring; có thể điều chỉnh công suất theo lượng khí cần thu hồi nên tiết kiệm được năng lượng trong quá trình vận hành. Nhược điểm của loại này là chi phí bảo dưỡng cao, không có tiêu chuẩn API liên quan.

#### 3.2.3. Máy nén trục vít khô (Dry screw compressors)

Đây là loại máy nén có độ bền cao, tuy nhiên chi phí đầu tư cao gấp 3 đến 4 lần so với máy nén liquid ring. Ngoài

ra, máy nén này có tốc độ động cơ rất cao và có yêu cầu nghiêm ngặt về dòng khí thu hồi là phải khô và sạch.

#### 3.2.4. Máy nén trục vít ngập nước (Flooded screw compressors)

Loại này có ưu và nhược điểm tương tự nhưng cạnh tranh hơn so với máy nén loại dry screw, cụ thể loại máy nén này có độ bền cao hơn, chi phí đầu tư chỉ cao gấp 2 đến 3 lần so với máy nén liquid ring, đặc biệt không phù hợp với dòng khí thu hồi có chứa khí acid. Tuy nhiên, loại máy nén này có áp suất đầu xả cao đến 16 hoặc 17 barg, trong khi đó máy nén loại liquid ring và sliding vane đạt áp suất đầu xả tối đa chỉ 12 barg.

#### 3.2.5. Ejectors

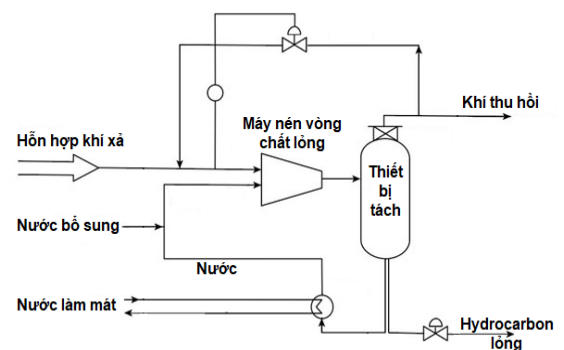
Ejector hoạt động hiệu quả và chi phí đầu tư không cao, tuy nhiên thiết bị này yêu cầu nguồn khí đầu vào phải có áp cao, từ 40 - 50 barg. Nếu đầu tư thêm thiết bị tạo áp cao cho dòng khí thì tổng chi phí đầu tư cũng tương đương với máy nén liquid ring.

Để có thể hòa vào mạng khí đốt FG của nhà máy (có áp suất từ 3,8 - 4 bar và nhiệt độ tối đa là 75°C) [4] thì áp suất của dòng khí xả ở đầu ra của máy nén của FGRS phải lớn hơn 4 bar, cộng với tổn thất áp suất trong đường ống vận chuyển dòng khí thu hồi từ phân xưởng đuốc đốt đến điểm kết nối vào hệ thống thu hồi FG tại phân xưởng khí đốt nên áp suất của dòng khí xả ở đầu ra của máy nén sẽ từ 4,5 đến 5 bar. Đồng thời nhiệt độ đầu ra của dòng khí thu hồi phải nhỏ hơn 75°C. Nếu chọn sử dụng máy nén loại liquid ring, do có sử dụng vòng chất lỏng làm mát trong quá trình vận hành nên độ tăng nhiệt độ của dòng khí ở đầu ra tương đối nhỏ chỉ từ 5 - 10°C [5]. Với nhiệt độ của dòng khí xả đi vào máy nén là 62°C thì nhiệt độ của dòng khí xả ở đầu ra của máy nén tối đa sẽ khoảng 72°C.

Dựa vào ưu, nhược điểm của từng loại thiết bị nêu trên và tình trạng thực tế của hệ thống khí đốt FG của BSR thì việc lựa chọn loại máy nén liquid ring là phù hợp nhất.

#### 3.2.6. Sơ đồ công nghệ của hệ thống FGRS sử dụng máy nén thu hồi khí xả ra đuốc đốt

Sơ đồ công nghệ của hệ thống FGRS sử dụng máy nén thu hồi khí xả ra đuốc đốt được trình bày ở Hình 4.



**Hình 4.** Sơ đồ công nghệ của FGRS sử dụng máy nén thu hồi khí xả ra đuốc đốt

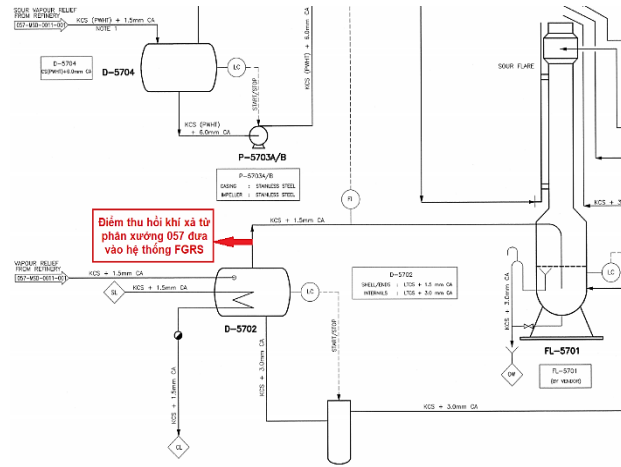
Dòng khí xả ra hệ thống đuốc đốt từ các phân xưởng công nghệ được đưa vào máy nén Liquid ring cùng với dòng nước công nghệ làm mát. Ở đầu ra của máy nén, hỗn hợp hydrocarbon và nước được đưa vào bình tách ba pha.

Dòng khí thu hồi ra khỏi đỉnh của bình tách sẽ được đưa vào hệ thống FG của nhà máy để sử dụng làm khí nhiên liệu cung cấp cho các lò đốt. Trong khi hydrocarbon ngưng tụ và nước được phân lớp bởi trọng lực sẽ lần lượt được tách ra ở đáy của bình tách. Hydrocarbon lỏng được thu hồi đưa về hệ thống slop oil của nhà máy. Dòng nước sẽ tuần hoàn về máy nén sau khi được làm mát. Ngoài ra, máy nén còn được bổ sung một lượng nước công nghệ nhằm đảm bảo vòng nước liên tục vận hành trong máy nén.

**3.3. Phương án kết nối hệ thống FGRS với phân xưởng được đốt và phân xưởng khí đốt của BSR**

**3.3.1. Điểm kết nối cho đầu vào của FGRU từ phân xưởng được đốt**

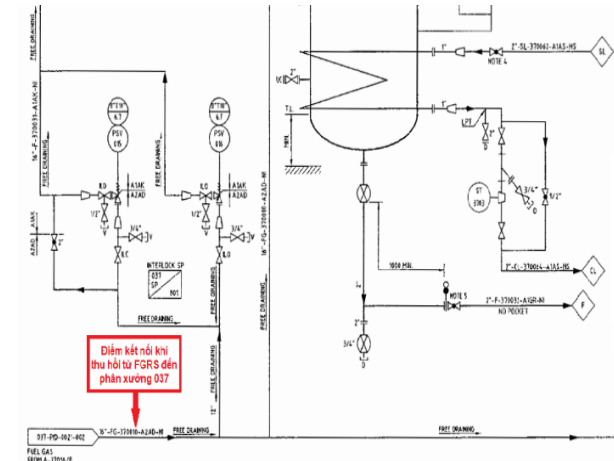
Đường ống thu hồi khí xả từ phân xưởng được đốt cho đầu vào của hệ thống FGRU được kết nối vào đường ống 64"-F-570009-A1AK-NI ngay sau bình tách lỏng D-5702 và trước khi vào hệ thống được đốt chính FL-5701 [6] như được minh họa ở Hình 5.



**Hình 5.** Điểm thu hồi khí xả từ phân xưởng được đốt đưa vào hệ thống FGRS

**3.3.2. Điểm kết nối đầu ra của FGRU vào phân xưởng khí đốt**

Dòng khí thu hồi ở đầu ra của hệ thống FGRU sẽ được kết nối vào đường ống 16"-FG-370010-A2AD-NI của hệ thống khí đốt FG thuộc phân xưởng khí đốt của nhà máy lọc dầu Dung Quất [4] như được thể hiện ở Hình 6.



**Hình 6.** Điểm kết nối dòng khí thu hồi ở đầu ra của FGRU vào hệ thống khí đốt FG của phân xưởng khí đốt

**3.4. Đánh giá tác động vận hành và an toàn công nghệ khi kết nối FGRU**

Để đảm bảo an toàn cho được đốt trong trường hợp khẩn cấp (emergency case), hệ thống FGRS được thiết kế tự động điều khiển với việc lắp đặt các hệ thống đảm bảo an toàn như: hệ thống giám sát áp suất dòng khí xả ở đầu vào máy nén, hệ thống giám sát lưu lượng dòng khí thu hồi ở đầu ra của máy nén, van điều khiển áp suất (PCV) trên đường đầu vào máy nén.

Trong điều kiện vận hành bình thường, khi giá trị ở đầu dò áp suất và lưu lượng nhỏ hơn giá trị cài đặt, van điều khiển áp suất sẽ cho phép mở van vào đầu hút của máy nén để thu hồi khí xả ra được đốt.

Ngược lại trong những trường hợp khẩn cấp như khi giá trị đầu dò áp suất hoặc giá trị đầu dò lưu lượng tăng cao hơn giá trị cài đặt, van điều khiển áp suất sẽ tác động đóng van đầu vào đầu hút của máy nén thu hồi và toàn bộ lượng khí sẽ được xả ra được đốt nhằm đảm bảo an toàn cho nhà máy.

**3.5. Tính toán hiệu quả của dự án FGRS**

**3.5.1. Hiệu quả kinh tế**

Các cơ sở tính toán hiệu quả kinh tế [3]:

- Hiệu suất thu hồi khí xả ra được đốt chính: Để duy trì luôn có dòng khí xả ra được đốt nhằm đảm bảo hoạt động an toàn cho nhà máy, hiệu suất thu hồi khí xả thường vào khoảng 80 – 90 % [3]. Do vậy trong nghiên cứu này, chọn hiệu suất thu hồi khí xả ra được đốt là 85%;

- Tính cho 2 trường hợp:

- + Giá FG trung bình trong 6 tháng đầu năm 2021 thu thập từ Ban Điều độ sản xuất của BSR;

- + Giá FG trung bình trong 10 năm (2024 - 2033) theo dự báo giá của đơn vị tư vấn Nexant.

- Chi phí đầu tư máy nén: 4.846.380 USD;

- Chi phí phụ trợ: 286.395 USD/năm (không tính chi phí nhân công);

- Giá định chi phí bảo dưỡng, sửa chữa: 2% tổng mức đầu tư dự án;

- Thời gian khấu hao: 20 năm.

Bảng tổng hợp tính toán hiệu quả kinh tế của dự án FGRS theo hai trường hợp được thể hiện ở Bảng 4.

**Bảng 4.** Bảng tổng hợp tính toán hiệu quả kinh tế của dự án theo hai trường hợp

Các chỉ số tính toán kinh tế	Trường hợp 1	Trường hợp 2
Chi phí đầu tư máy nén (USD)	4.846.380	4.846.380
Giá FG (USD/tấn)	621	883
Giá dòng khí thu hồi (USD/tấn)	337	479
Doanh thu từ dự án (USD/năm)	1.947.271	2.768.389
Lợi nhuận sau thuế (USD/năm)	1.018.541	1.675.426
Thời gian thu hồi vốn	5 năm 2 tháng	3 năm 1 tháng
Giá trị hiện tại ròng (USD)	5.888.036	11.480.472
Tỉ suất hoàn vốn nội bộ (%)	25,75	39,52

### 3.5.2. Hiệu quả bảo vệ môi trường

Trong nghiên cứu này, với hiệu suất thu hồi khí xả ra được đốt được chọn là 85% thì việc ứng dụng hệ thống FGRS sẽ giảm được một lượng đáng kể khí CO<sub>2</sub> phát thải ra môi trường như sau:

$$8.533 \text{ tấn CO}_2/\text{năm} \times 85 \% = 7.253 \text{ tấn CO}_2/\text{năm}$$

Theo báo cáo của ủy ban Kinh tế - Xã hội khu vực châu Á - Thái Bình Dương của Liên hợp quốc (UNESCAP) cho biết hiện một số nước tại Châu Á - Thái Bình dương đang dự kiến thuế carbon ở mức từ 10 - 30 USD/tấn CO<sub>2</sub> phát thải [7]. Như vậy nếu áp dụng hệ thống FGRS thì hàng năm nhà máy lọc dầu Dung Quất sẽ giảm phát thải ra môi trường khoảng 7.253 tấn CO<sub>2</sub>, từ đó trong tương lai sẽ giảm thuế Carbon từ 72.530 đến 217.590 USD/năm (tương đương từ 1,7 đến 5 tỉ VNĐ/năm). Điều này sẽ càng cải thiện hiệu quả kinh tế của dự án.

## 4. Kết luận

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu của dự án, các tác giả đã chứng minh việc ứng dụng hệ thống FGRS cho nhà máy lọc dầu Dung Quất là hoàn toàn khả thi và hiệu quả cả về mặt kinh tế lẫn môi trường. Qua khảo sát lưu lượng, thành phần, nhiệt độ, áp suất của hỗn hợp khí xả ra được đốt thì dòng khí thu hồi được từ hệ thống FGRS rất thuận lợi để sử dụng làm khí nhiên liệu cho nhà máy. Nghiên cứu này cũng đã lựa chọn công nghệ sử dụng máy nén loại Liquid ring cho hệ thống FGRS phù hợp với cấu hình hiện tại của nhà máy. Từ đó đưa ra phương án kết nối hệ thống FGRS với phân xưởng được đốt và phân xưởng khí đốt của BSR

và đánh giá tác động vận hành cũng như an toàn công nghệ khí vận hành hệ thống. Cuối cùng các tác giả đã tính toán hiệu quả kinh tế cho hai trường hợp, kết quả cho thấy chỉ sau từ 3 đến 5 năm vận hành (tùy thuộc vào giá của FG) thì đã có thể thu hồi vốn và từ đó dự án FGRS có thể mang lại lợi nhuận cho nhà máy từ 23 đến 39 tỉ VNĐ/năm. Đặc biệt về hiệu quả bảo vệ môi trường, dự án FGRS sẽ làm giảm lượng phát thải ra môi trường hằng năm khoảng 7.253 tấn CO<sub>2</sub>, từ đó trong tương lai có thể sẽ giảm thuế Carbon cho nhà máy lọc dầu Dung Quất từ 1,7 đến 5 tỉ VNĐ/năm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P. M. Parker, *The 2021-2026 World Outlook for Flare Gas Recovery Systems (FGRS)*, ICON Group International, Inc., 2020.
- [2] Actual operating data of the main combustion workshop, Dung Quat oil refinery.
- [3] M. E. Sangsarakı and E. Anajafı, Design Criteria and simulation of flare gas recovery system, *International Conference on Chemical, Food and Environment Engineering (ICCFEE'15)*, 2015, pp. 35 - 39.
- [4] Technip, JGC and TJ, *Operating Manual, Volume 21, Fuel gas System Unit 037 - 8474L-037-ML-001-2*, Technip, 2010.
- [5] RECOVAC®, "Liquid Ring Vacuum & Compressors", *Process Vacuum*, 19/05/2020, Available: <https://process-vacuum.com/liquid-ring-vacuum-compressors/> [Accessed 15/3/2023].
- [6] Technip, JGC and TJ, *Operating Manual, Volume 31, Flare System Unit 057 - 8474L-057-ML-001-1*, Technip, 2010.
- [7] L. Q. Thanh, "Scientific arguments for applying carbon emissions tax in Vietnam", *The Ministry of Finance E-Portal, National Institute for Finance*, 25/02/2020, địa chỉ: [https://mof.gov.vn/webcenter/portal/vclvcstc/pages\\_r/1/chi-tiet-tin?dDocName=MOFUCM172848](https://mof.gov.vn/webcenter/portal/vclvcstc/pages_r/1/chi-tiet-tin?dDocName=MOFUCM172848) [Accessed 15/3/2023].