

## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

# Nghiên cứu tận dụng nhiệt từ hệ thống khí xả của tuabin khí phát điện trên giàn bơm ép vỉa PPD-40.000 để gia nhiệt dầu thô trên giàn CNTT-2, mỏ Bạch Hổ

Trần Văn Vĩnh<sup>1</sup>, Nguyễn Thúc Kháng<sup>2</sup>, Nguyễn Hoài Vũ<sup>1</sup>, Phan Đức Tuấn<sup>1</sup>, Lê Đức Vinh<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Liên doanh Việt - Nga Vietsovpetro, Việt Nam

<sup>2</sup> Hội Dầu khí Việt Nam, Việt Nam

<sup>3</sup> Khoa Dầu khí, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 19/11/2018

Chấp nhận 15/01/2019

Đăng online 28/02/2019

Từ khóa:

Gia nhiệt

Khí xả

Tuabin khí

### TÓM TẮT

Theo thời gian, dầu khai thác ở mỏ Bạch Hổ có nhiệt độ giảm, hàm lượng nước tăng, dẫn đến khó khăn trong việc tách pha và vận chuyển. Dầu thô được gia nhiệt sẽ giúp cho quá trình thu gom, vận chuyển và xử lý tách nước đồng hành ra khỏi dầu trên giàn CNTT-2 đạt hiệu quả cao, tiết kiệm, chất lượng nước xả biến sau khi xử lý đáp ứng được yêu cầu về môi trường. Mặt khác, trên giàn bơm ép nước PPD - 40.000 đặt cạnh giàn CNTT - 2, hiện nay đang sử dụng ba tuabin khí phát điện để cung cấp điện cho hệ thống lưới điện ngầm toàn mỏ, với lượng nhiệt khí thải lớn. Nghiên cứu xây dựng hệ thống thiết bị để tận dụng được lượng nhiệt khí thải này vào việc gia nhiệt cho dầu thô sẽ là một giải pháp mang lại hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và môi trường cao. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc thiết kế, lắp đặt các bộ thu hồi nhiệt không ảnh hưởng tới chế độ làm việc của tuabin khí, phù hợp với không gian và trọng lượng giới hạn của kết cấu chân đế giàn khoan; dầu sau khi được gia nhiệt, xử lý đảm bảo chất lượng, và nước tách ra đạt tiêu chuẩn môi trường để xả xuống biển.

© 2019 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

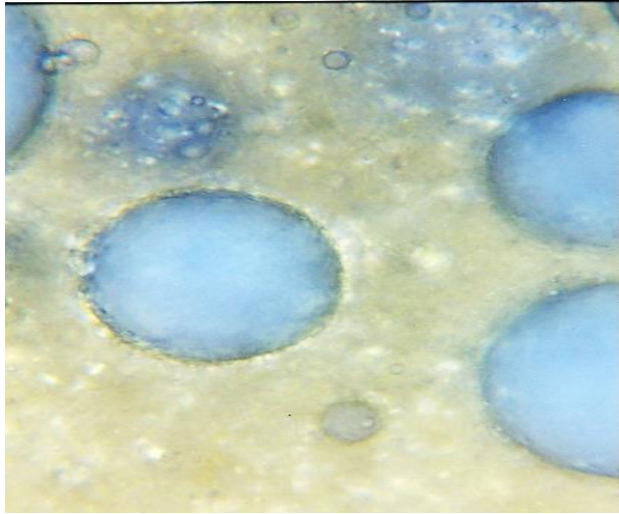
## 1. Mở đầu

Sau một thời gian dài khai thác, dầu khai thác ở mỏ Bạch Hổ có nhiệt độ giảm, hàm lượng nước tăng. Ngoài ra, việc áp dụng phương pháp khai thác bằng gaslift còn làm gia tăng độ phân tán của pha nước, tạo điều kiện hình thành nhũ tương có

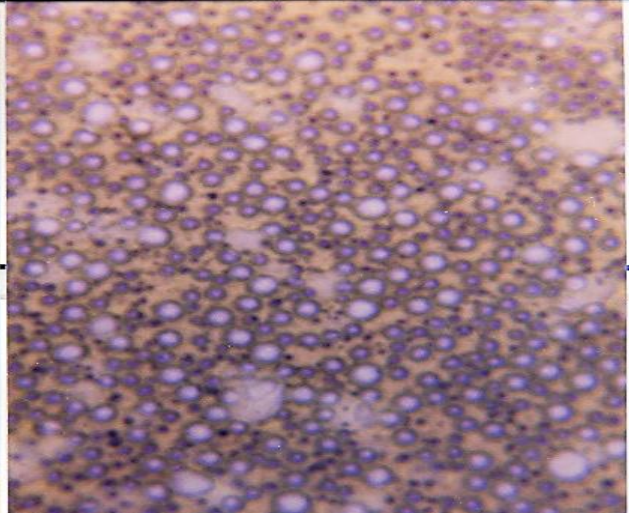
độ ổn định cao. Khi khai thác dầu bằng phương pháp tự phun, các hạt nước trong nhũ có kích thước khoảng từ 20 đến 100  $\mu\text{m}$ , (phần lớn vào khoảng 60 - 100  $\mu\text{m}$ ) (Hình 1), (Boyun Guo, 2004). Khi chuyển sang khai thác bằng gaslift, số lượng hạt của nhũ đã tăng đáng kể, thường có kích thước từ 1 đến 20  $\mu\text{m}$ , (phần lớn nằm trong khoảng 1 - 5  $\mu\text{m}$ ) (Hình 2). Do độ bền động học của nhũ tương dầu nước tỉ lệ nghịch với bình phương kích thước hạt, nên khi chuyển sang

\*Tác giả liên hệ

E - mail: [leducvinh@humg.edu.vn](mailto:leducvinh@humg.edu.vn)



Hình 1. Nhũ tương dầu - nước khi khai thác tự phun.



Hình 2. Nhũ tương dầu - nước khi khai thác gaslift.

khai thác bằng phương pháp gaslift, độ bền của nhũ thay đổi rất lớn (Từ Thành Nghĩa và nnk., 2015a). Xử lý loại nhũ tương dầu-nước này cần phải thực hiện ở nhiệt độ cao hơn, không dưới 65°C và định lượng hoá phẩm tách nước cũng lớn hơn) (Từ Thành Nghĩa và nnk., 2015b). Vì vậy, việc gia nhiệt cho dầu thô để xử lý là vấn đề hết sức cấp thiết.

Hiện nay trên các giàn cố định ở mỏ Bạch Hổ không lắp đặt thiết bị tách nước nên dầu khai thác từ các giếng được dẫn đến tách khí theo 02 cấp: tách cấp 1 (cao áp) và tách cấp 2 (thấp áp), sản phẩm dầu - nước được bơm về giàn công nghệ trung tâm CNTT - 2 hoặc CNTT - 3 để xử lý hóa phẩm, tách nước đồng hành ra khỏi dầu, nước sau khi xử lý phải đáp ứng yêu cầu về môi trường (nhỏ hơn 40 ppm).

- Giàn CNTT - 3 đã được lắp đặt đầy đủ và đồng bộ các thiết bị công nghệ phục vụ công việc thu gom, xử lý dầu khí và hệ thống tách nước vĩa tiêu chuẩn với công suất 15000 tấn/ngđ. Đặc biệt, trên giàn CNTT - 3 có lắp đặt hệ thống gia nhiệt làm nóng dầu bằng hơi nước nóng từ hệ thống nồi hơi tiêu chuẩn (hệ thống boiler), nên nhiệt độ của sản phẩm dầu - nước khi xử lý hóa phẩm phá nhũ tương và tách nước luôn ổn định trong khoảng 60 - 65°C. Ở nhiệt độ này, nước được tách ra khỏi dầu một cách triệt để và đạt tiêu chuẩn về môi trường khi xả xuống biển (nhỏ hơn 40ppm) và không phụ thuộc vào nhiệt độ của sản phẩm dầu - nước - khí đến giàn CNTT - 3.

- Giàn CNTT - 2 cũng được lắp đặt đầy đủ và

đồng bộ các thiết bị công nghệ phục vụ công việc thu gom, xử lý, vận chuyển dầu khí và tách nước đồng hành ra khỏi dầu với công suất 15000 tấn/ngđ. Tuy nhiên, trên giàn CNTT - 2 hiện không có hệ thống gia nhiệt làm nóng dầu thô, trước khi dẫn vào hệ thống xử lý hóa phẩm và tách nước đồng hành (hệ thống các bình tách tĩnh điện), đây là một hạn chế lớn bởi dầu khai thác trên vùng mỏ Bạch Hổ chủ yếu là từ tầng móng (gần 90%), mà lượng dầu khai thác từ tầng móng đang giảm mạnh, hàm lượng nước trong sản phẩm đang gia tăng do một số giếng bị ngập nước và mỏ đang ở giai đoạn khai thác cuối, dẫn đến nhiệt độ sản phẩm từ các giàn đến giàn CNTT - 2 giảm mạnh. Theo kết quả phân tích thực tế cho thấy, khi nhiệt độ giảm dưới 55°C thì quá trình tách nước diễn ra không triệt để, tốn nhiều hóa phẩm xử lý, mà chất lượng nước xả xuống biển sau quá trình tách nước không đảm bảo tiêu chuẩn môi trường (nhiệt độ dầu đến giàn CNTT - 2 dao động từ 38 - 47°C), do đó cần thiết phải xây dựng hệ thống gia nhiệt cho dầu thô trên giàn CNTT - 2, đảm bảo nhiệt độ của sản phẩm dầu đến giàn CNTT - 2 trước khi xử lý và tách nước không thấp hơn 60°C, để nâng cao chất lượng dầu sau khi xử lý và bơm đến tàu chứa, đảm bảo chất lượng nước khi xả ra môi trường.

Hệ thống này phải đáp ứng các yêu cầu sau:

+ Hệ thống gia nhiệt lắp đặt phải phù hợp với không gian và trọng lượng giới hạn của kết cấu chân đế giàn CNTT - 2.

+ Đáp ứng vấn đề gia nhiệt cho khối lượng sản phẩm dầu - nước đến giàn CNTT - 2 đến 13.500

tấn, hàm lượng nước trong dầu có thể lên tới 70%, nhiệt độ sản phẩm sau khi gia nhiệt không được nhỏ hơn 60°C (nhiệt độ đầu vào 42°C).

+ Đảm bảo vấn đề an toàn và bảo vệ môi trường.

Trên giàn bơm ép nước duy trì áp suất vỉa đặt cạnh giàn CNTT - 2 đang sử dụng 03 tuabin khí phát điện với chế độ tải ổn định là 2,5 MW để cung cấp điện cho hệ thống lưới điện ngầm toàn mỏ. Nếu tận dụng được lượng nhiệt khí thải của các tuabin khí này để gia nhiệt cho dầu thô sẽ là một giải pháp mang lại hiệu quả cao.

## 2. Nội dung nghiên cứu

Từ số liệu dự báo về sản lượng dầu - nước hàng năm (Vietsovpetro, 2008), tính toán lượng nhiệt thu hồi từ khí xả của tuabin khí cũng như đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc lắp bộ thu hồi nhiệt phía trên ống xả đến chế độ vận hành của tuabin khí. Kết quả tính toán cho thấy, việc lắp 03 bộ thu hồi nhiệt sẽ không ảnh hưởng tới chế độ làm việc của tuabin khí.

Với khối lượng sản phẩm sẽ đưa về giàn CNTT

- 2 để xử lý và tách nước theo sơ đồ công nghệ khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ hiệu chỉnh năm 2008, và tính chất, thành phần dầu của mỏ Bạch Hổ, để nâng nhiệt độ dầu thô từ 42°C lên 60°C cần lượng nhiệt lớn nhất là 9,5 MW. Trong khi đó với 02 bộ thu hồi nhiệt làm việc với hiệu suất 90% và tuabin khí chạy với công suất 2,5 MW sẽ thu được lượng nhiệt là 9,81 MW (các số liệu tính toán được thể hiện trên bảng 1), (Bruce E. Larock và nnk, 2000).

Hình 3 cho thấy lượng nhiệt cần thiết để gia nhiệt cho dầu thô ngập nước đưa về giàn CNTT - 2 xử lý và tách nước trong giai đoạn 2011 - 2025. Qua biểu đồ này, ta thấy rằng giải pháp xây dựng hệ thống gia nhiệt cho dầu thô trên giàn CNTT - 2, bằng cách tận dụng nhiệt khí thải của các tuabin khí phát điện trên giàn bơm ép vỉa là khả thi, đảm bảo an toàn và tiết kiệm vì không cần lắp thiết bị đốt phụ. Hệ thống này gia nhiệt dầu thô trên giàn CNTT - 2 lên trên 60°C đảm bảo chất lượng dầu sau khi xử lý và tách nước cũng như đảm bảo hàm lượng dầu trong nước vỉa sau khi xử lý và xả xuống biển nhỏ hơn 15 ppm, phù hợp với tiêu chuẩn môi trường.

Bảng 1. Bảng tính lượng nhiệt cần thiết để nung nóng dầu thô từ 42°C lên 60°C.

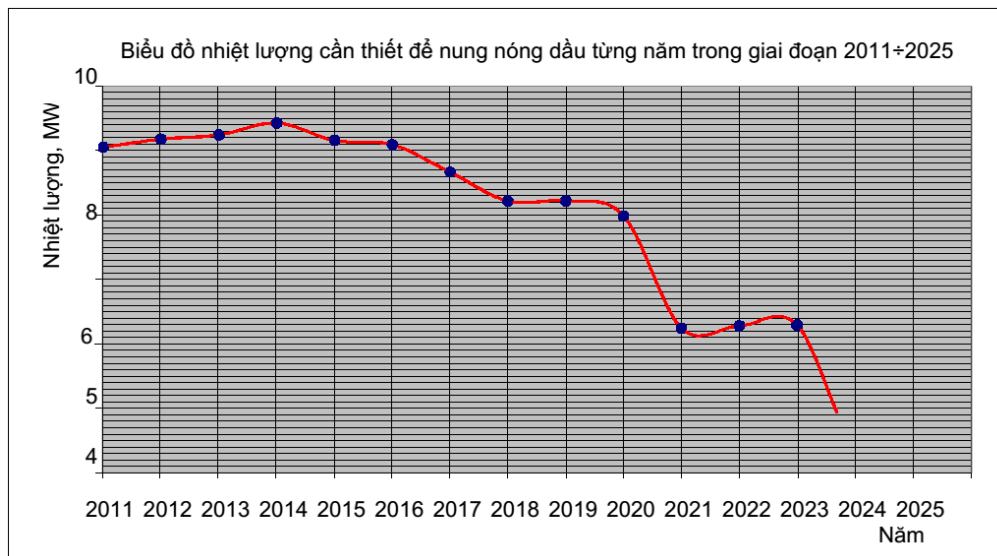
STT	Lưu lượng chất lỏng đưa về xử lý trên giàn CNTT - 2 giai đoạn 2011÷2025 (theo sơ đồ công nghệ khai thác và xây dựng mỏ hiệu chỉnh năm 2008).			Cp, J/kg°C	Năm	Lượng nhiệt cần thiết, MW
	Dầu	Nước	Chất lỏng			
1	7229.8	5999.6	13229.4	2982.2	2011	9.1
2	6195.6	6602.0	12797.6	3119.7	2012	9.2
3	5450.0	7015.0	12465.0	3223.1	2013	9.3
4	4913.9	7439.2	12353.1	3310.1	2014	9.5
5	4360.7	7452.6	11813.3	3373.2	2015	9.2
6	3889.3	7615.7	11505.0	3441.7	2016	9.2
7	3634.6	7352.4	10987.0	3457.7	2017	8.8
8	3400.4	7055.2	10455.6	3470.0	2018	8.4
9	3146.5	7177.7	10324.2	3515.1	2019	8.4
10	2962.2	7055.3	10017.5	3535.1	2020	8.2
11	2587.4	5656.3	8243.7	3495.1	2021	6.7
12	2461.1	5750.6	8211.7	3526.3	2022	6.7
13	2329.8	5819.6	8149.4	3556.8	2023	6.7
14	2144.1	4228.7	6372.8	3445.3	2024	5.1
15	2014.8	4300.9	6315.7	3483.7	2025	5.1

Bảng 2. Hiệu quả của quá trình tuần hoàn, trao đổi nhiệt.

Nhiệt độ chất lỏng trước khi gia nhiệt (dầu - nước), °C	42
Nhiệt độ chất lỏng sau khi gia nhiệt, °C	60
Nhiệt dung riêng của nước, J/kg.°C	4187.0
Nhiệt dung riêng của dầu, J/kg.°C	1982.5
Tỷ trọng của dầu, kg/m <sup>3</sup>	845.2
Hiệu quả quá trình trao đổi nhiệt, %	90%
Hiệu quả thu hồi nhiệt khí thải, %	90%

Bảng 3. Nhiệt lượng thu được từ các tuabin khí.

Tải Tuabin khí, MWe	Lưu lượng khí thải, kg/h	Nhiệt độ khí thải, °C	Nhiệt lượng khí thải được thu hồi bởi thiết bị thu hồi nhiệt MW ( 1 bộ )	Tổng cộng (02 chiếc) MW
2.5	72243	387	4.91	9.81



Hình 3. Biểu đồ nhiệt lượng cần thiết để nung nóng dầu từng năm trong giai đoạn 2011 - 2025, (Vietsovpetro, 2008).

Trên cơ sở tính toán quá trình trao đổi nhiệt cho lượng dầu thô đưa về xử lý trên giàn CNTT - 2 theo sơ đồ công nghệ khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ hiệu chỉnh năm 2008, từ 42°C lên 62°C, sự hiện hữu của 03 tuabin khí phát điện trên giàn bơm ép vỉa PPD - 40.000, không gian giới hạn trên giàn CNTT - 2 và mức độ cần thiết phải nhanh chóng xây dựng hệ thống gia nhiệt làm nóng dầu trên giàn CNTT - 2, để đảm bảo chất lượng dầu sau khi xử lý và tách nước cũng như đảm bảo hàm lượng dầu trong nước sau khi xử lý nhỏ hơn 15 ppm, chúng tôi đưa ra giải pháp xây dựng hệ thống gia nhiệt và làm nóng dầu thô trên giàn CNTT - 2, bằng cách tận dụng nhiệt từ hệ thống xả của các tuabin khí như sau:

Hệ thống thu hồi và gia nhiệt gồm các thiết bị

được phân bố đều trên 02 giàn PPD - 40.000, CNTT - 2 và cầu dẫn nối giữa 02 giàn (Hình 4).

Trên giàn PPD - 40.000:

- Lắp đặt 3 thiết bị thu hồi nhiệt từ 03 ống xả của các Gasturbine phát điện, 02 bộ làm việc và 01 bộ dự phòng với công suất thu hồi 5MW/ bộ.

- 02 bơm tuần hoàn dầu nóng (hot oil), (01 làm việc và 01 dự phòng).

- Một tủ điều khiển.

- 01 bể giãn nở nhiệt.

- 01 bể chứa hot oil và 01 bơm bổ sung hot oil cho hệ thống.

Trên giàn CNTT - 2:

- Lắp đặt 02 bộ thiết bị gia nhiệt cho dầu thô từ các bình tách C1 - 1, C1 - 2 và C1 - 3 trước khi đến thiết bị xử lý và tách nước EG - 1, EG - 2, EG - 3,

EG - 4 với công suất 8 MW/ 01 bộ, đặt 02 bộ này ở khối GTY.

Trên cầu dẫn nối giữa giàn PPD - 40.000 và CNTT - 2, đặt tuyến ống dẫn 8" được bọc chất bảo ôn chống cháy và cách nhiệt, có nhiệm vụ dẫn dầu nóng đến thiết bị trao đổi nhiệt trên giàn CNTT - 2 và tuần hoàn trở lại thiết bị thu hồi nhiệt trên giàn PPD - 40.000, nhờ hệ thống bơm tuần hoàn.

Ngoài ra hệ thống còn lắp đặt các van, thiết bị tự động hóa và các thiết bị phụ trợ khác theo yêu cầu công nghệ để đảm bảo tối ưu hóa trong quá trình thu hồi và gia nhiệt, đảm bảo an toàn cho hệ thống trong quá trình hoạt động.

Trong quá trình làm việc, dầu nóng được bơm đẩy vào hệ thống và được nung nóng lên 218°C thông qua 03 bộ thu hồi nhiệt, sau đó được dẫn theo đường ống cách nhiệt sang trao đổi và gia nhiệt cho dầu trên giàn CNTT - 2 qua 02 bộ trao đổi nhiệt trên khối GTY. Sau khi trao đổi nhiệt, chúng sẽ được tuần hoàn trở lại và tiếp tục được nung nóng qua bộ thu hồi nhiệt và quá trình này sẽ diễn ra liên tục trong suốt quá trình hệ thống hoạt động.

### 3. Kết quả nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu khi đưa vào áp dụng, đạt hiệu quả kinh tế cao, giảm được lượng lớn hóa phẩm xử lý dầu trên giàn CNTT - 2, cũng như giảm chi phí so với đầu tư xây dựng hệ thống nồi hơi tiêu chuẩn đã được lắp đặt trên giàn CNTT - 3,...). Bên cạnh đó, các lợi ích khác mà giải pháp mang lại bao gồm:

- Hệ thống vận hành không cần nhiên liệu, không gây ô nhiễm môi trường;

- Đảm bảo cho nhiệt độ của sản phẩm dầu thô chứa hàm lượng nước cao trên giàn CNTT - 2 luôn ổn định trong khoảng 62°C ÷ 65°C, hàm lượng dầu trong nước đồng hành xả xuống biển sau quá trình xử lý và tách lọc luôn đảm bảo đạt tiêu chuẩn, phù hợp với tiêu chuẩn môi trường;

- Đáp ứng yêu cầu công nghệ, phù hợp với không gian hạn hẹp trên giàn CNTT - 2, tải trọng của hệ thống thiết bị được phân bố đều trên các giàn PPD - 40.000, giàn CNTT - 2 và cầu dẫn nối giữa 02 giàn nên phù hợp với giới hạn cho phép của kết cấu chân đế trên các giàn và cầu dẫn (hệ thống nồi hơi tiêu chuẩn đã lắp đặt trên giàn CNTT - 3 có trọng lượng hơn 300 tấn và kích thước của hệ thống thiết bị lớn không thể lắp đặt trên giàn CNTT - 2).



Hình 5. Thiết bị thu hồi nhiệt từ hệ thống khí xả của tuabin khí phát điện trên giàn bơm ép vỉa PPD - 40.000.



Hình 6. Bể chứa và hệ thống bơm tuần hoàn dầu nóng.

#### 4. Kết luận

Giải pháp tận dụng nhiệt từ hệ thống khí xả của tuabin khí phát điện trên giàn bơm ép vỉa PPD - 40.000 để gia nhiệt dầu thô trên giàn CNTT - 2, có nhiều ưu điểm rõ rệt:

- Sử dụng hợp lý mặt bằng khi lắp đặt thiết bị trên giàn CNTT - 2 và giàn bơm ép vỉa PPD - 40000; Phân bố đều trọng lượng hệ thống thiết bị trên giàn PPD - 40000, giàn CNTT - 2 và cầu dẫn nối giữa 02 giàn;

- Tiết kiệm chi phí đầu tư xây dựng hệ thống gia nhiệt cho dầu thô theo phương pháp truyền thống, sử dụng nhiên liệu để đốt gia nhiệt;

- Giảm thiểu ô nhiễm môi trường, do không phát sinh thêm khí thải khi gia nhiệt cho dầu thô;

- Hệ thống đáp ứng yêu cầu công nghệ xử lý sản phẩm khai thác trên giàn CNTT - 2.

Từ kết quả đạt được, cần tiếp tục nghiên cứu phát triển việc tận dụng nhiệt từ hệ thống khí xả của tuabin khí phát điện trên các công trình biển để đáp ứng các nhu cầu về nhiệt trên các giàn thuộc các mỏ của Vietsovpetro nói riêng, cũng như các công trình thuộc các công ty dầu khí khác ở thềm lục địa Việt Nam nói chung.

#### Tài liệu tham khảo

Bruce, E. L., Roland, W. J., Gary, Z. W., 2000, *Hydraulics of pipeline systems*. 17 - 19.

Boyun, G., 2004. *Offshore pipelines*. 50 -51.

Từ Thành Nghĩa, Ngô Thường San, Nguyễn Văn Minh, Nguyễn Thúc Kháng, Phạm Xuân Sơn, Tống Cảnh Sơn, Phạm Bá Hiến, Nguyễn Hoài Vũ, 2015a. Những khó khăn, thách thức của Vietsovpetro trong vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ngầm ngoài khơi. *Tạp chí Dầu khí* 5. 20 - 25.

Từ Thành Nghĩa, Nguyễn Thúc Kháng, Trần Văn Vĩnh, Phạm Bá Hiến, Trần Văn Thường, Tống Cảnh Sơn, Nguyễn Hoài Vũ, Phan Đức Tuấn, 2015b. Vietsovpetro: Phát triển các giải pháp công nghệ trong xử lý và vận chuyển dầu nhiều paraffin. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam* 4. 28 - 31.

Vietsovpetro, 2008. Sơ đồ công nghệ khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ hiệu chỉnh năm 2008.

## ABSTRACT

### Research to utilize heat from exhaust of gas turbine generator on PPD - 40,000 to heat crude oil on CPP - 2 platform, Bach Ho Oil field

Vinh Van Tran <sup>1</sup>, Khang Thuc Nguyen <sup>2</sup>, Vu Hoai Nguyen <sup>1</sup>, Tuan Duc Phan <sup>1</sup>, Vinh Duc Le <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Joint venture Vietsovpetro, Vietnam

<sup>2</sup> Vietnam Petroleum Association, Vietnam

<sup>3</sup> Faculty of Oil and Gas, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Over time, the oil exploited at Bach Ho field has a decrease in temperature, increasing water content, leading to difficulties in phase separation and transport. Heated crude oil will help the process of collecting, transporting and processing water out of oil on CPP - 2 platform to achieve high efficiency, saving and quality of seawater after being treated to meet environmental requirements. On the other hand, on the PPD - 40,000 water injection rig located next to CPP - 2, there are currently three gas generator turbines being used to supply electricity to the whole underground grid system, with a large amount of exhaust heat. Studying the construction of equipment system to take advantage of this waste heat, using heat for crude oil will be a solution to bring high economic, technical and environmental efficiency. The research results show that the design and installation of heat recovery units do not affect the working mode of the gas turbine, in accordance with the space and the weight limit of the rig base structure, the following oil when heated, processed to ensure quality, and separated water meets environmental standards to discharge into the sea.