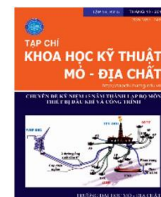




Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả tách thủy ngân trong chất lưu khai thác tại cụm Mỏ Bắc PM3 - CAA

Nguyễn Văn Thịnh^{1,*}, Lê Đức Vinh¹, Phan Việt Dũng²

¹ Khoa Dầu khí, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí (PVEP), Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 02/10/2018

Chấp nhận 25/12/2018

Đăng online 28/02/2019

Từ khóa:

Hệ thống thiết bị bề mặt

Xử lý sản phẩm khai thác

Lô PM3 - CAA

TÓM TẮT

Trong quá trình khai thác dầu khí, sự xuất hiện của các thành phần tạp chất trong sản phẩm khai thác như H_2S , CO_2 , Hg... là không thể tránh khỏi. Khí sản phẩm khai thác có chứa thủy ngân (Hg) với hàm lượng vượt quá giới hạn cho phép, sẽ làm ảnh hưởng rất lớn đến quá trình khai thác và xử lý sản phẩm, dễ gây ra hư hỏng và ăn mòn các thiết bị, cần bám bẩn dẫn đến giảm tác dụng của các hệ thống gia nhiệt. Ngoài ra, Thủy ngân bám bẩn sẽ làm mất tác dụng của các chất hấp thụ trong các hệ thống thiết bị xử lý. Đối với lô PM3 - CAA, đặc biệt là cụm Mỏ Bắc, trong khí và dầu tồn tại nhiều tạp chất và trong khí có chứa cả H_2S , CO_2 và Hg. Có nhiều phương pháp để tối ưu việc tách thủy ngân trong khí khai thác tại cụm Mỏ Bắc PM3 - CAA như: Thay đổi loại hóa chất hấp phụ, thay thế tháp hấp phụ mới, hoán cải tháp hấp phụ cũ tùy thuộc vào điều kiện vận hành khai thác của giàn. Bài báo phân tích, đánh giá mức độ ảnh hưởng của thủy ngân đối với chất lưu khai thác tại Lô PM3 - CAA. Kết quả nghiên cứu là cơ sở đưa ra giải pháp phù hợp để loại bỏ và giảm thiểu tác hại của Thủy ngân trong sản phẩm khai thác tại lô PM3 - CAA.

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

1. Mở đầu

1.1. Các dạng thủy ngân trong dầu khí

Thủy ngân đơn chất và thủy ngân hợp chất đều có mặt trong các hydrocarbon địa chất như than, khí thiên nhiên, condensat và dầu thô. Trong khí tự nhiên, thủy ngân hầu như chỉ tồn tại dưới dạng nguyên tử và có nồng độ thấp hơn rất nhiều so với mức bão hòa vì vậy sẽ không thể có thủy ngân lỏng ở trong các bể chứa khí. Dầu thô và

condensat có thể chứa nhiều dạng thủy ngân khác nhau, chúng khác nhau về cả tính chất hóa học và tính chất vật lý. Các dạng thủy ngân khác nhau sẽ được phân bố khác nhau trong condensat, dầu thô, nước.

Thủy ngân đơn chất (Hgo)

Tan trong dầu thô và trong các hydrocarbon lỏng ở trạng thái nguyên tử tới vài ppm. Thủy ngân nguyên tử hấp thụ và hấp phụ lên những hợp chất kim loại, đường ống hoặc thành bình chứa, sáp huyền phù, sáp và các huyền phù rắn khác trong chất lỏng. Nồng độ của thủy ngân nguyên tử sẽ bị giảm dần từ nơi khai thác đến nơi xử lý, tồn

*Tác giả liên hệ

E - mail: nguyenvanthinh@humg.edu.vn

chứa do các quá trình hấp phụ, chuyển sang các dạng khác hoặc bị loại bỏ trong các quá trình tách huyền phù.

Thủy ngân hữu cơ (RHgR, RHgX)

Hợp chất thủy ngân loại này có tính tan cao trong dầu thô và trong condensat. Hợp chất thủy ngân hữu cơ cũng giống thủy ngân đơn chất về tính hấp thụ nhưng khác về nhiệt độ sôi và tính tan nên chúng được phân bố trong các phân đoạn chưng cất khác của thủy ngân. Các loại thủy ngân hữu cơ này bao gồm $[(CH_3)_2Hg, (C_2H_5)_2Hg], CH_3HgCl...$

Phức chất của thủy ngân (HgK hoặc HgK₂)

Thủy ngân có thể tồn tại trong hydrocacbon dưới dạng phức chất, trong đó K là phối tử như một axit hữu cơ, porphyrin hay thiol. Sự tồn tại của các hợp chất này trong hydrocacbon là sự tích tụ các hạt phụ thuộc phần lớn vào tính chất hóa học của hydrocacbon.

Các hợp chất thủy ngân dạng huyền phù

Phổ biến nhất là thủy ngân sunfua (HgS) và selenua thủy ngân (SeHg). Chúng không tan trong nước hoặc dầu thô mà tồn tại ở các dạng huyền phù rắn với kích thước hạt nhỏ.

Thủy ngân hấp phụ trong huyền phù

Loại này bao gồm thủy ngân đơn chất và thủy ngân hữu cơ không tan nhưng hấp phụ vào các hạt rắn như cát hoặc sáp. Hợp chất thủy ngân dạng huyền phù và dạng bị hấp phụ có thể được tách khỏi dòng lỏng nguyên liệu bằng các thiết bị tách vật lý như: tách lọc hoặc ly tâm.

Trong khí tự nhiên, Thủy ngân (Hg) hầu như hoàn toàn tồn tại dưới dạng nguyên tố và ở các nồng độ thấp hơn khá nhiều giá trị bão hòa mà ở đó không có ở dạng pha lỏng. Hầu hết thủy ngân được bảo tồn nồng độ trong quá trình vận chuyển cùng dòng chất lưu khai thác đến nơi chế biến, đặc biệt là trong dầu. Nhưng với các dòng khí, khi khí vận chuyển trong các đường ống bằng kim loại, Hg phản ứng với kim loại tạo nên một lớp thủy ngân bám trên thành ống.

1.2. Ảnh hưởng của Thủy ngân đến ngành công nghiệp dầu khí

Sự có mặt của Thủy ngân trong sản phẩm khai thác có thể gây ra các tác hại đối với thiết bị trao

đổi nhiệt bằng nhôm, gây ăn mòn đường ống.... Ngoài ra thủy ngân cũng là một chất độc, có thể gây ra các tác động xấu đối với các chất xúc tác kim loại quý được sử dụng nhiều trong các phản ứng chế biến dầu khí (Nguyễn Thị Liễu, Ngô Quang Minh, 2008). Trong các nhà máy sản xuất etylen, việc loại bỏ thủy ngân trong các dòng nguyên liệu là hết sức cần thiết. Vì nếu etan hoặc propan được sử dụng làm nguyên liệu cho nhà máy có lẫn thủy ngân thì sẽ làm cản trở quá trình trao đổi nhiệt và mất hoạt tính xúc tác trong các nhà máy sản xuất ethylen. Khi thủy ngân hiện diện trên bề mặt các kim loại, nó có vai trò tương tự như một chất xúc tác thúc đẩy sự ăn mòn các nguyên tố kim loại, nhất là khi có sự hiện diện của nước. Những mối hàn, đầu van... là những vị trí đặc biệt dễ bị tác động xấu bởi Hg. Trong một số trường hợp, thủy ngân gây ăn mòn và làm thủng thiết bị bằng thép theo cơ chế ăn mòn điện hóa. Khi đó, thủy ngân đóng vai trò như catot và thép đóng vai trò như anot. Hiện tượng ăn mòn điện hóa dẫn đến điện cực anot (thép - vật liệu chế tạo thiết bị) bị tan ra và gây thủng thiết bị.

Thủy ngân có khả năng gây tác hại đối với các xúc tác kim loại trong quá trình chế biến, đặc biệt là các kim loại quý như Pt/Pd, do quá trình tạo hỗn hống giữa Hg với các xúc tác kim loại. Điều này sẽ làm cho hoạt tính xúc tác của kim loại bị giảm đi rất nhanh và do đó hiệu quả của quá trình chuyển hóa sẽ không đạt được như mong muốn.

1.3. Các phương pháp hấp phụ xử lý thủy ngân cơ bản trong dầu khí

Để tách loại thủy ngân trong khí thiên nhiên, người ta có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau như:

- Hấp phụ hóa học: dùng lưu huỳnh tẩm lên than hoạt tính hoặc iốt tẩm lên than hoạt tính. Sunfua kim loại tẩm lên chất mang vô cơ (Al_2O_3 , cacbon...);
- Hấp phụ vật lý bằng than hoạt tính hoặc hấp phụ tạo hỗn hống với kim loại quý như Au, Ag được tẩm trên các chất mang Al_2O_3 , Zeolit, Silicat...;
- Oxi hóa sử dụng các chất có tính oxi hóa mạnh như: permanganat, hypochloric, vanadat;
- Ngưng tụ và tách thủy ngân lỏng.

Phương pháp chính để ngăn ngừa tác hại thủy ngân là loại bỏ thủy ngân ngay từ nguồn cung cấp nguyên liệu cho nhà máy. Thủy ngân được loại

bằng lớp chất hấp phụ bao gồm một chất mang được tẩm hợp chất phản ứng với thủy ngân và giữ chúng lại các lớp chất hấp phụ. Chất mang như cacbon hoạt tính, nhôm oxit, hoặc Zeolit, có độ rỗng và các kích thước lỗ phù hợp để chọn lọc hấp phụ thủy ngân nhằm tránh hấp phụ các hydrocacbon có khối lượng phân tử cao (Electric Power Research Institute, 2008; Giacomo Corvini, Julie Stiltner and Keith Clark, 2002). Tuy nhiên yêu cầu cơ bản để dẫn đến thành công trong việc khử thủy ngân tại hệ thống xử lý khí ngoài khơi chính là đáp ứng tính kinh tế phải đáp ứng được các yêu cầu của người mua, công suất xử lý đủ lớn cho mức độ khai thác của mỏ, làm việc hiệu quả tại áp suất và nhiệt độ của dòng lưu chất đi vào hệ thống và vận hành dễ dàng. Hiện nay có khá nhiều phương pháp để xử lý thủy ngân và được phân loại như sau:

1.3.1. Phương pháp hấp phụ hóa học

Trong phương pháp này, có xảy ra các phản ứng giữa Hg với các chất hấp phụ, phản ứng của thủy ngân và các hợp chất của thủy ngân với lưu huỳnh hoặc iốt. Ở đây chất mang có độ chọn lọc cao như cacbon hoạt tính, nhôm oxit, silicat, nhôm silicat, zeolit... được tẩm với lưu huỳnh, các hợp chất của lưu huỳnh, hoặc dung dịch iốt. Khi thủy ngân và các hợp chất của thủy ngân tiếp xúc với chất hấp phụ thì chúng phản ứng với các hợp chất chứa lưu huỳnh hoặc iốt và được giữ lại trong các chất hấp phụ (Muhamad Rashid Sainal et al., 2007).

a. Phương pháp sử dụng cacbon hoạt tính tẩm S

Đây là phương pháp truyền thống nhất để loại bỏ thủy ngân dựa trên phản ứng của Hg với nguyên tố lưu huỳnh để tạo muối HgS.

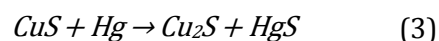
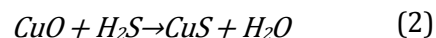


Cacbon hoạt tính tẩm lưu huỳnh có dạng hạt, được sử dụng trong tất cả các cuộc thử nghiệm có quy mô trên thế giới. Cacbon có nguồn gốc từ than đá và được xử lý bằng hơi nước ở nhiệt độ cao. Nó được sử dụng ở dạng viên có đường kính 1,5 mm (hoặc thường 2÷3 mm). Hàm lượng lưu huỳnh chiếm 13% về khối lượng trong chất hấp phụ, chúng phản ứng với Hg để tạo thành thủy ngân sunfua (HgS) bền trong tự nhiên. Cacbon hoạt tính tẩm S chỉ có thể được sử dụng trong khí khô. Than hoạt tính có diện tích bề mặt rất cao

và có kích thước lỗ mao mạch rất nhỏ (< 20 Å). Điều này làm cho nó có tính hút bám rất mạnh mà còn làm cho nó dễ bị ngưng tụ mao mạch. Chính vì vậy đã hạn chế sự xâm nhập của thủy ngân và tăng độ dài vùng phản ứng. Ngoài ra lưu huỳnh cũng có thể bị mất do sự thăng hoa hoặc hòa tan trong hydrocacbon. Điều này không chỉ làm giảm năng suất loại thủy ngân mà còn làm nhiễm bẩn dòng sản phẩm ra. Do khả năng hạn chế của chất hấp phụ loại này mà hiện nay nó ít được sử dụng trong các nhà máy chế biến khí.

b. Phương pháp sử dụng đồng/sắt sunfua trên chất mang rắn

Như ta đã biết, Hg có thể tồn tại trong khí tự nhiên với hàm lượng từ 0,1÷3000 µg/m³. Điều này dẫn đến nguy cơ về ô nhiễm thủy ngân và ăn mòn thiết bị trong các nhà máy chế biến khí cũng như môi trường (Gerard Subirachs Sanchez, 2013). Một số kim loại như vàng, bạc, đồng có thể tạo hỗn hống với thủy ngân. Quá trình tách Hg có trong khí hoặc lỏng có thể thực hiện bằng cách cho khí hoặc chất lỏng tiếp xúc với một khối vật liệu hấp phụ chứa đồng được lưu huỳnh hóa trên chất mang rắn như silica, nhôm, silicat nhôm, nhôm oxit... Đầu tiên một hợp chất của đồng được trộn với một chất hỗ trợ phân tán để có thể tạo thành một hỗn hống mà sau đó có thể cứng như xi măng. Một số hợp chất của đồng có hoạt tính cao như: CuCO₃, Cu(OH)₂; 2CuCO₃, Cu(OH)₂. Quá trình lưu huỳnh hóa xảy ra vào khoảng dưới 300°C (tốt nhất dưới 100°C). Có thể thêm lượng nhỏ dung dịch bạc vào hỗn hống đồng để quá trình sunfua hóa xảy ra thuận lợi hơn. Sự hỗ trợ này làm tăng tính linh động của khối. Hàm lượng sunfua bạc tốt nhất nằm trong khoảng 0,05÷5% khối lượng chất mang. Ngoài ra, có thể sử dụng chất hấp phụ H₂S hay dung dịch sunfua trong nước hay dung môi hữu cơ làm tác nhân cho quá trình sunfua hóa. Phản ứng hóa học loại thủy ngân được mô tả như sau:



1.3.2. Phương pháp hấp phụ vật lý

Quá trình hấp phụ sử dụng cacbon hoạt tính hoặc tạo hỗn hống với kim loại Au, Ag, trong quá trình không xảy ra các phản ứng hóa học giữa thủy ngân và chất hấp phụ. Thủy ngân sẽ được giữ lại

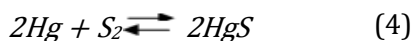
trên chất hấp phụ hoặc là tạo hỗn hống với các kim loại trên chất hấp phụ. Phương pháp này lợi dụng tính chất của thủy ngân là tạo các hình thức hỗn hống với các kim loại quý như vàng, bạc.... Người ta sẽ phân tán các kim loại này trên một số chất mang như zeolit, ôxit nhôm, silica, nhôm silicat, cacbon hoạt tính, hoặc hỗn hợp ôxit nhôm cacbon hoạt tính...

a. Phương pháp sử dụng chất hấp phụ HgSIV

Phương pháp sử dụng chất hấp phụ HgSIV không chỉ làm khô các dòng khí mà còn loại bỏ được thủy ngân xuống mức dưới $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Chất hấp phụ HgSIV được tạo thành do phủ lớp bạc có độ dày khoảng 1mm ở bề mặt ngoài các rây phân tử dạng hạt hoặc dạng chuỗi. Về mặt hình thức, HgSIV trông giống như rây phân tử thường. Lớp bạc bên ngoài có hàm lượng khoảng 35% khối lượng rây phân tử. Thủy ngân được loại bỏ do quá trình tạo hỗn hống với lớp bạc ở bề mặt rây phân tử. Phần lõi bên trong chất hấp phụ được sử dụng để loại nước. Thủy ngân và nước trong chất hấp phụ HgSIV được giải hấp bằng kỹ thuật làm khô khí thông thường. Đặc điểm của quá trình giải hấp thủy ngân tương tự như việc loại bỏ nước ngoài trừ thủy ngân hoàn toàn bị tách bỏ khỏi chất hấp phụ HgSIV trước nhiệt độ cần thiết cho tổng quá trình tái sinh. Mức độ bão hòa của thủy ngân là khoảng $1100 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Lượng thủy ngân sẽ được ngưng tụ và tái sinh như thủy ngân lỏng tinh khiết.

b. Phương pháp loại thủy ngân trong khí tự nhiên sử dụng bạc trên chất hấp phụ nhôm

Phương pháp phổ biến trước kia thường dùng để loại bỏ thủy ngân là lưu huỳnh được tẩm trên than hoạt tính. Phản ứng giữa thủy ngân và lưu huỳnh được biểu diễn như sau:



Tuy nhiên phản ứng trên là phản ứng thuận nghịch, nó có thể được thực hiện có hiệu quả, nhưng hàm lượng thủy ngân loại bỏ phụ thuộc vào trạng thái cân bằng nhiệt động. Ví dụ, ở 170°F theo cân bằng nhiệt động, hàm lượng Hg còn lại trong khí không thể thấp hơn 0,03 ppb. Theo kinh nghiệm cho thấy, hàm lượng thủy ngân như trên là quá cao đối với các thiết bị quan trọng trong các nhà máy chế biến LNG khi xử lý một khối lượng lớn nguyên liệu. Vì vậy việc loại

bổ thêm thủy ngân dư là cần thiết. Việc tách loại thủy ngân bị giới hạn nhiệt động học, do đó không thể làm tăng hiệu quả cho thiết bị tách loại thủy ngân chỉ bằng các cải tiến cơ khí.

Theo nghiên cứu cho thấy, có thể tối ưu hóa chất nền bằng các phân tán lượng bạc (kim loại) thích hợp trên than hoạt tính hay trên gama nhôm oxit. Cũng có thể sử dụng nhôm, silic, nhôm silicat, zeolit tổng hợp hoặc tự nhiên để tăng diện tích bề mặt kim loại để lớn hơn $0,01 \text{ m}^2/\text{g}$ nhằm cải thiện hoạt động loại bỏ thủy ngân. Nồng độ bạc trên cacbon hoạt tính hay gamma nhôm nằm trong khoảng $0,1 \div 20\%$ về khối lượng (tốt nhất trong khoảng $1 \div 5\%$). Bạc có thể được phân tán trên chất mang bằng cách ngâm tẩm, phương pháp lắng hoặc các phương pháp khác. Chất mang có thể được làm dưới dạng đúc ép, chuỗi hạt, dạng viên và dạng hạt nhỏ. Áp suất trên chất mang có thể được giảm thiểu bằng cách sử dụng chất mang dạng tổ ong hoặc dạng đa hình.

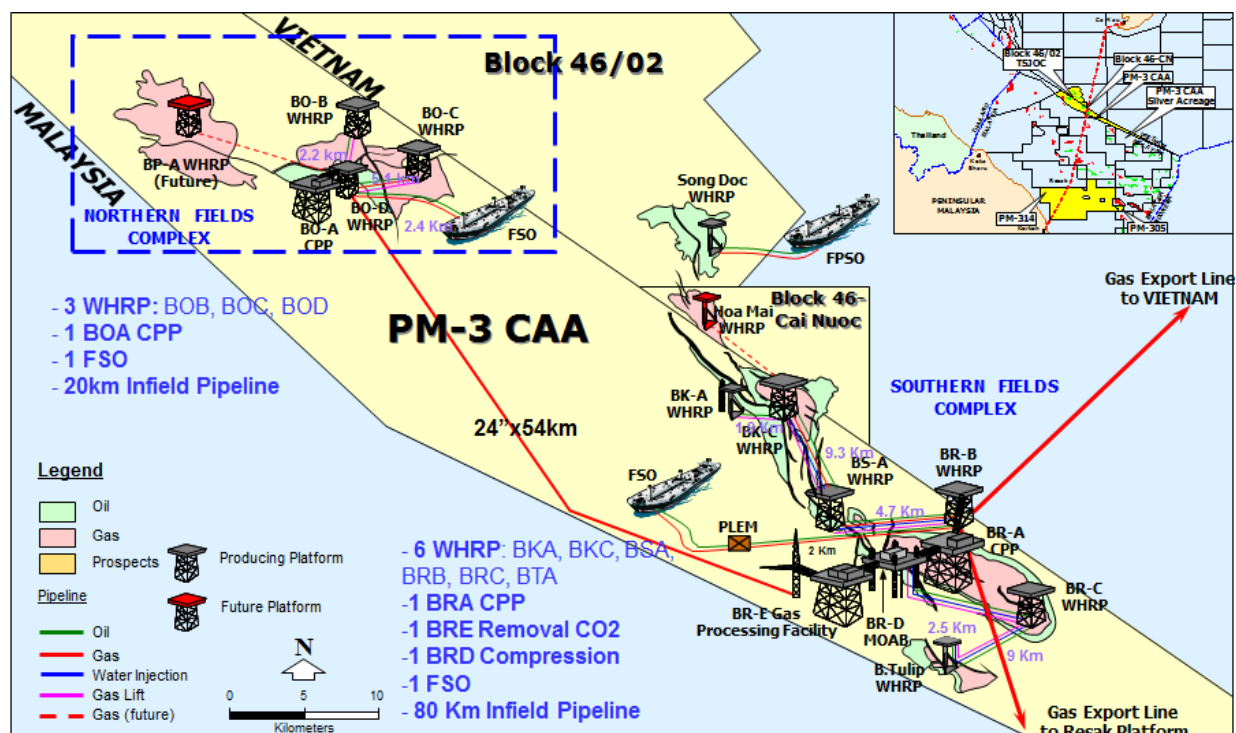
2. Hệ thống xử lý thủy ngân cụm mỏ Bắc PM3 CAA

Lô PM3 - CAA do Công ty Dầu khí Repsol điều hành thuộc khu vực chông lẩn ngoài khơi giữa Malaysia và Việt Nam, cách mũi Cà Mau (Việt Nam) khoảng 215km về phía Tây Nam và cách Malaysia khoảng 175km, phía Bắc giáp mỏ Sông Đốc (Lô 46/13), mỏ Cái Nước (Lô 46 - CN). Diện tích Lô PM3 - CAA là khoảng 1.407 km^2 với độ sâu nước biển khoảng 55m (Hình 1). Hiện tại Lô PM3 - CAA đang trong giai đoạn khai thác trên cả hai cụm mỏ phía Bắc (mỏ Bunga Orkid) và phía Nam (gồm các mỏ Bunga Kekwa Tây và Đông, Bunga Raya, Bunga Seroja, Bunga Tulip). Lô PM3 - CAA có dòng dầu khí khai thác thương mại từ tháng 7/1997 ở giếng BKA - 1 thuộc mỏ Đông Bunga Kekwa với lưu lượng ban đầu 4.000 thùng/ngày (Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí, 2011).

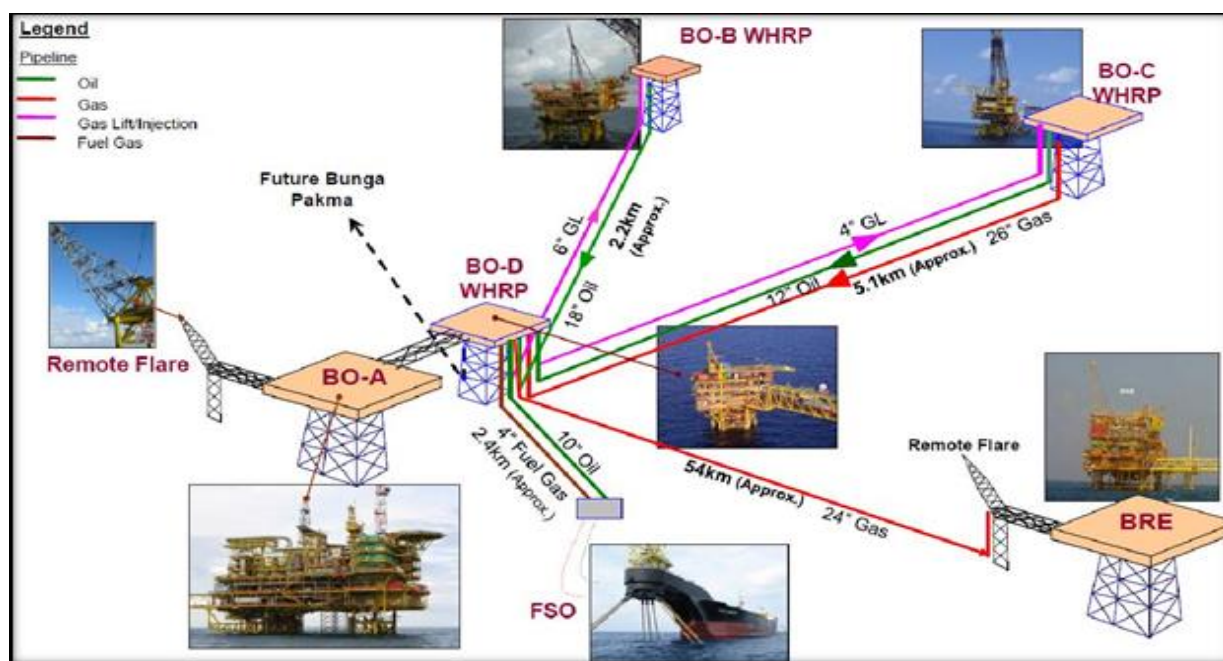
Hệ thống thu gom xử lý chất lưu cụm Mỏ Bắc được mô tả như sau: Dầu khai thác từ các giếng trên các giàn BOB, BOC, BOD (Hình 2) được đưa về hệ thống bình tách 3 pha, sau đó dầu được bơm đến tàu FSO Orkid và xuất bán. Khí tách ra được đưa tới máy nén tăng áp và đưa trở về đầu vào bình tách khí cao áp tiếp tục xử lý. Khí được đưa về bình tách cao áp sau đó tiếp tục đi tới hệ thống xử lý thủy ngân và được làm khô trước khi xuất sang giàn BRE để tiếp tục xử lý CO_2 (Hình 2). Cụm Mỏ Bắc được tiến hành xây dựng từ năm

2007, lắp đặt giàn xử lý trung tâm BOA, các giàn đầu giếng BOB, BOC, BOD, BPA thuê tàu FSO (công suất chứa 600.00 thùng) cùng đường ống 24 inch x 54 km dẫn khí về cụm mỏ phía Nam. Cụm mỏ phía Bắc cho dòng khí đầu tiên vào tháng 07/2008

và dòng dầu đầu tiên vào tháng 3/2009. Theo các nghiên cứu được thực hiện cho cụm Mỏ Bắc, tại giai đoạn bắt đầu phát triển thành phần CO₂ có hàm lượng cao trong khí và thành phần thủy ngân không quá cao.



Hình 1. Vị trí Lô PM3 - CAA (Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí, 2011).



Hình 2. Hệ thống thiết bị cụm Mỏ Bắc PM3 CAA (Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí, 2011).

3. Giải pháp xử lý thủy ngân tại cụm Mỏ Bắc PM3 CAA

Như đã trình bày ở trên, mỏ PM3 CAA có hàm lượng thủy ngân trong Khí và Dầu cao, nên từ năm 2009 tại dự án này đã lắp đặt thiết bị tách Thủy ngân trong Khí và Dầu cho cụm Mỏ Bắc để giảm nguy hại đối với môi trường và sức khỏe con người. Hệ thống thiết bị tách thủy ngân (Mercury Removal Unit - MRU) được lắp đặt ở giàn công nghệ BOA. Thủy ngân sau đó sẽ được lấy khỏi MRU để xử lý. Hơn nữa, khí sau khi ra khỏi giàn BOA được vận chuyển sang giàn BOD để xử lý CO₂ với hàm lượng tạp chất đầu vào được thiết kế 20 - 30 µg/m³. Do đó, việc xử lý thủy ngân cũng làm giảm tạp chất đầu vào trước khi đưa khí sang xử lý CO₂ tại giàn BRE.

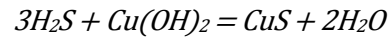
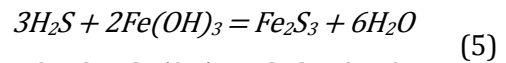
3.1. Các giải pháp nâng cao hiệu quả xử lý thủy ngân cụm Mỏ Bắc PM3 CAA

Theo biểu đồ sản lượng thì từ năm 2018 đến 2021 có lượng khí khai thác lớn nhất và hàm lượng Thủy ngân đầu vào cao nhất (Hình 3). Việc sản lượng khai thác tăng lên trong giai đoạn tới và thủy ngân trong khí được dự đoán cao hơn sẽ làm ảnh hưởng đến hệ thống tách thủy ngân. Do vậy việc nghiên cứu tìm phương án để tăng hiệu quả của việc xử lý thủy ngân là cần thiết. Các phương

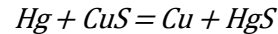
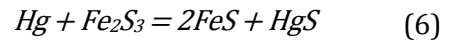
án có thể thực hiện được đề xuất như thay thế chất hấp phụ trong MRU, tăng thể tích bình hấp phụ của MRU (tăng thể tích hấp phụ, giảm các ceramic ball; hoặc thay thế toàn bộ bình hấp phụ)...

3.2. Giải pháp nâng cao hiệu quả xử lý thủy ngân trong khí

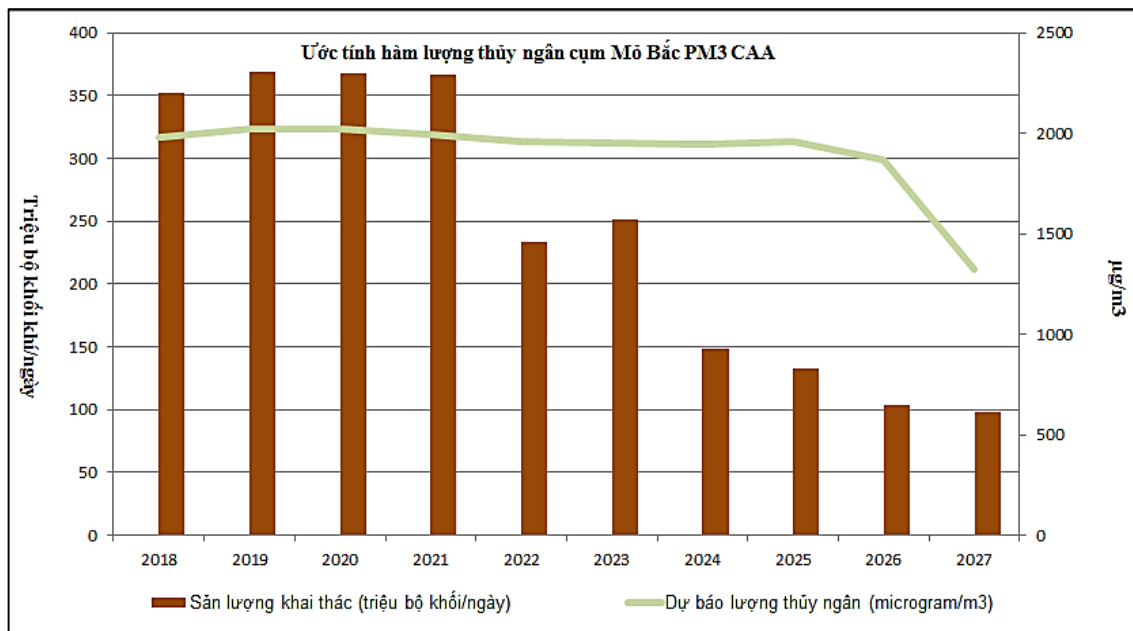
Tại mỏ PM3 CAA, do trong dòng khí có cả H₂S, cho nên để xử lý cả H₂S và tách thủy ngân trong khí có thể sử dụng chất xúc tác tổng hợp ký hiệu là puraspec 1157. Thành phần chính của puraspec 1157 là hidroxit kim loại M(OH)_x. Hidroxit kim loại chủ yếu là Fe(OH)₃ và Cu(OH)₂. Dựa trên phản ứng của hidroxit kim loại này với H₂S trong khí tạo ra chất hấp phụ thủy ngân là M_xS_y như sau:



Fe₂S₃ và CuS chính là chất hấp phụ thủy ngân có trong khí theo phương trình phản ứng sau:



Phương án sử dụng chất xúc tác tổng hợp puraspec 1157, về mặt tính toán kỹ thuật đã đáp ứng được các thông số hoạt động của tháp hấp phụ và đáp ứng được chất lượng khí đầu ra của.



Hình 3. Dự báo hàm lượng thủy ngân trong khí khai thác cụm Mỏ Bắc PM3 CAA (Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí, 2011).

tháp. Với phương án tăng thể tích puraspec 1157 thêm 9,2 % và dựa trên sản lượng khí khai thác cùng hàm lượng thủy ngân dự báo theo từng năm, ta tính ra được số lần thay thế của Puraspec 1157.

Trong một lần thay thế của tháp hấp phụ, ta có lượng Puraspec 1157 cần thiết trong một lần thay thế cho việc tăng thêm 5,5 m³ Puraspec 1157 được trình bày trong Bảng 1.

Ước lượng số lần thay thế Puraspec trong 10 năm ta có: tổng khối lượng khí khai thác trong 10 năm và tổng hàm lượng trung bình thủy ngân đầu vào trong 10 năm khai thác với đầu ra đảm bảo theo thiết kế. Qua đó tính được tổng thể tích Puraspec 1157 cần thiết sử dụng trong 10 năm là 450 m³ tương đương với 450 tấn tương đương với 7 lần thay thế Puraspec.

Với sản lượng khai thác tăng và hàm lượng thủy ngân tăng trong 4 năm đầu tiên, cần phải tiến hành thay thế 5 lần Puraspec 1157, các năm tiếp theo sẽ thay thế 1 năm một với điều kiện hiệu suất của tháp hấp phụ làm việc ổn định. Chi phí của việc thay thế Puraspec 1157 & Ceramic trong 10 năm được trình bày trong Bảng 2.

4. Kết luận

Sự có mặt của Thủy ngân trong sản phẩm khai thác sẽ gây ra nhiều tác hại, làm ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm, có thể gây ra các tác hại

đối với thiết bị trao đổi nhiệt bằng nhôm, gây ăn mòn đường ống.... Ngoài ra thủy ngân cũng là một chất độc, có thể gây ra các tác động xấu đối với các chất xúc tác kim loại quý được sử dụng nhiều trong các phản ứng chế biến dầu khí. Thủy ngân có thể tồn tại trong dầu thô và condensat ở các dạng khác nhau. Điều này dẫn đến nguy cơ về ô nhiễm thủy ngân và ăn mòn thiết bị trong các nhà máy chế biến khí cũng như môi trường. Quá trình tách thủy ngân có trong khí hoặc lỏng có thể thực hiện bằng cách cho khí hoặc chất lỏng tiếp xúc với một khối vật liệu hấp phụ chứa đồng được lưu huỳnh hóa trên chất mang rắn như silica, nhôm, silicat nhôm, nhôm oxit... Phương pháp chính để ngăn ngừa tác hại thủy ngân là loại bỏ chúng ngay từ nguồn cung cấp nguyên liệu cho nhà máy. Tại cụm Mỏ Bắc PM3 CAA, dựa trên các kết quả nghiên cứu, sự phù hợp với hoạt động chung của giàn BOA, ta có thể thấy rằng đối với việc xử lý thủy ngân trong sản phẩm khai thác có thể có nhiều phương pháp. Tuy nhiên, phương pháp tối ưu được lựa chọn là phương pháp giảm thể tích của lớp Ceramic 50 mm và tăng thể tích lớp hóa chất hấp phụ Puraspec 1157. Việc lựa chọn giải pháp này trong thời điểm hiện tại được xem là tối ưu, đảm bảo tính hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật của giải pháp. Trong thời gian tới, có thể xem xét, đề xuất áp dụng giải pháp này cho MRU của cụm Mỏ Nam PM3 CAA.

Bảng 1. Khối lượng một lần thay thế cho thiết kế mới.

Thứ tự	Thể tích (m ³)	Trọng lượng riêng (kg/m ³)	Khối lượng (tấn)
Lớp Ceramic 1 (19 mm)	1,3	1950	2,535
Lớp Puraspec 1157 (4 mm)	65,5	1000	65,5
Lớp Ceramic 2 (6 mm)	2,7	2000	5,4
Lớp Ceramic 3 (19 mm)	15	1950	29,25
Lớp Ceramic 4 (50 mm)	9,3	1750	16,275

Bảng 2. Chi phí/khối lượng thay thế từ 2018 - 2027.

Khối lượng 1 lần thay thế (tấn)	Đơn giá (USD/tấn)	Chi phí cho 11 lần thay thế (USD)
2,535	1900	48.165
60	3300	1.980.000
5,4	2100	113.400
5,265	1900	100.035
47,425	1800	853.650
Tổng chi phí		3.095.250

Tài liệu tham khảo

Electric Power Research Institute, 2008. Fixed Structure Mercury Removal. USA:EPRI.

Gerard Subirachs Sanchez, 2013. Mercury in extraction and refining process of crude oil and natural gas. *Univerity of Aberdeen*.

Giacomo Corvini, Julie Stiltner and Keith Clark, 2002. Mercury removal from natural gas and liquid streams. Texas, USA:UOP LLC.

Muhamad Rashid Sainal., T.Mohd Uzaini T.Mat., Azman Shafawi and Abdul Jabar Mohamed, 2007. Mercury removal project: Issues and challenges in managing and executing a technology project. *SPE 110118*.

Nguyễn Thị Liễu, Ngô Quang Minh, 2008. Thủy ngân: Mối hiểm họa cho các công trình khí và hóa dầu. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHCN - Viện Dầu khí Việt Nam*.

Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí, 2011. PM3 Southern Field Production Enhancement Workshop.

ABSTRACT

Solutions to improve the efficiency of mercury removal in production exploited from the Northern of block PM3 CAA

Thinh Van Nguyen ¹, Vinh Duc Le ¹, Dung Viet Phan ²

¹ Faculty of Oil and Gas, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² PetroVietnam Exploration Production Corporation (PVEP), Vietnam

Products from oil and gas exploitation often contains impurities such as H₂S, CO₂, Hg, etc. The excess of Hg content in exploited product leads to the negative effects on exploitation process, causing damage and corrosion of equipments, and the reduction in the effect of heating systems. In addition, contaminated mercury will disrupt the effectiveness of the adsorbent in the treatment system. In PM3 - CAA block, especially the Northern block, there are many impurities in the oil and gas containing H₂S, CO₂ and Hg. Some methods have been used to optimize the mercury removal in gas exploited from the Northern of PM3 - CAA such as: change of adsorption type, replacement of new adsorption towers, conversion of old adsorption towers under the exploitation conditions of the platform. The paper, therefore, carries out an in - depth analysis and assessment of the impact of mercury on the products exploited at PM3 - CAA block. From the findings, appropriate solutions are proposed to remove and minimize the disadvantages of mercury existing on production exploitation in PM3 - CAA block.