



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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

Nghiên cứu giải pháp xử lý lắng đọng muối CaCO_3 và $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ trong ống khai thác và hệ thống thiết bị bề mặt tại lô PM3 - CAA

Nguyễn Văn Thịnh^{1,*}, Đặng Đình Tuấn², Lê Đăng Thanh²

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 17/02/2018
 Chấp nhận 26/01/2019
 Đăng online 31/10/2019

Từ khóa:
 Lắng đọng muối,
 Hệ thống thiết bị bề mặt,
 Ống khai thác,
 Lô PM3 - CAA.

TÓM TẮT

Cùng với hiện tượng lắng đọng paraffin, lắng đọng muối trong ống khai thác và các thiết bị trên bề mặt ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả khai thác và tuổi thọ của thiết bị. Tại lô PM3 - CAA, hiện tượng lắng đọng muối được phát hiện từ rất sớm (năm 2006) đặc biệt tại các van gaslift. Từ năm 2008 tại lô PM3 - CAA đã thực hiện hàng loạt các biện pháp xử lý để loại bỏ các tích tụ cặn sa lắng muối cho các giếng. Tuy nhiên, phần lớn các giếng đã được xử lý sau một thời gian lại bị lắng đọng muối trở lại, thậm chí một số giếng không cho dòng sau xử lý. Điều này dẫn đến việc tăng chi phí cho quá trình khai thác dầu. Để xử lý loại trừ các lắng đọng muối vô cơ, người ta có thể sử dụng hai nhóm giải pháp là cơ học và hóa học. Trong đó nhóm giải pháp hóa học được áp dụng phổ biến do chi phí thấp, dễ sử dụng và đáp ứng được yêu cầu của thực tế sản xuất. Bài báo trình bày các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả xử lý lắng đọng muối trong ống khai thác và hệ thống thiết bị bề mặt, dựa trên việc phân tích các tài liệu và quá trình xử lý lắng đọng muối tại các mỏ của Vietsovpetro. Kết quả nghiên cứu đưa ra hệ hóa phẩm Disolvine E - 39 dùng để xử lý các tích tụ sa lắng muối vô cơ trên cơ sở muối CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tại Lô PM3 - CAA là phù hợp.

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

1. Mở đầu

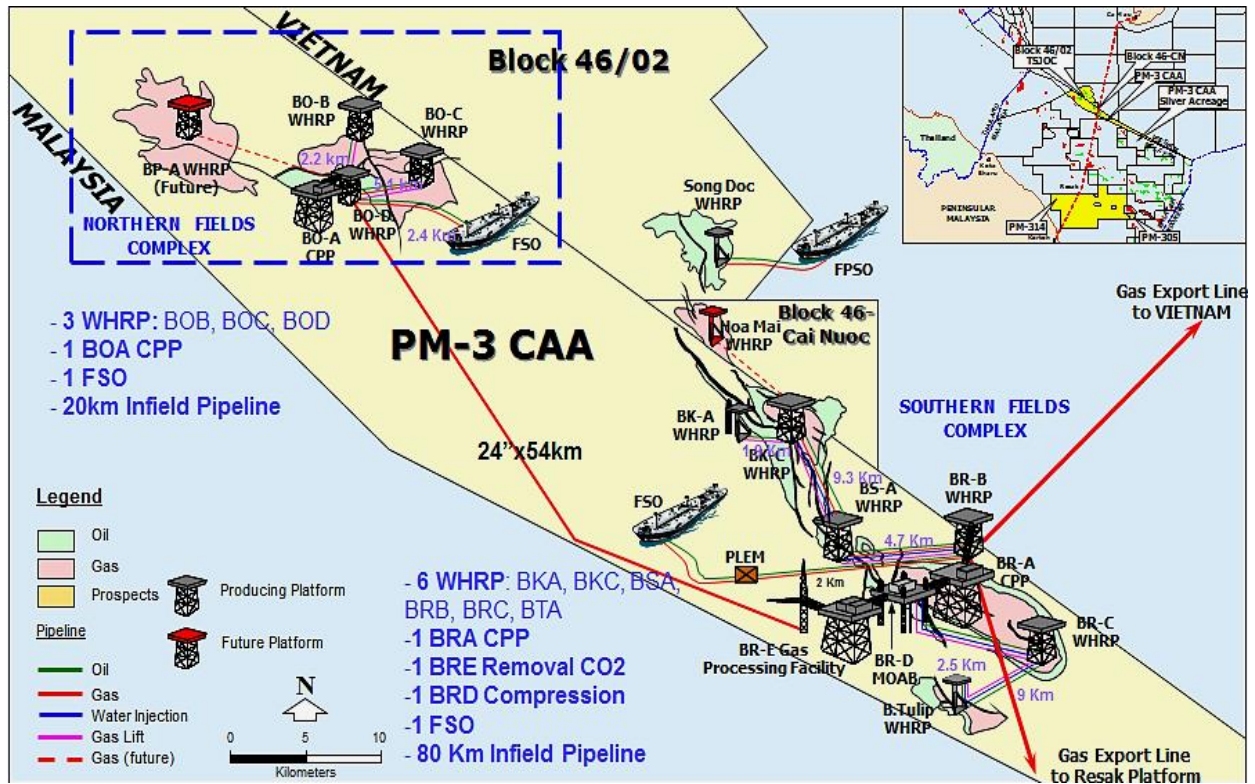
1.1. Tổng quan về hiện tượng lắng đọng muối tại lô PM3 - CAA

Lô PM3 - CAA do Công ty Dầu khí Repsol điều hành thuộc khu vực chông lấn 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 km² với đo sau 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

*Tác giả liên hệ

E - mail: nguyenvanhtinh@humg.edu.vn



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

thương mại từ tháng 7 năm 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 - PVEP, 2011).

Trong quá trình phát triển mỏ, cùng với dầu được khai thác lên là một lượng lớn nước vỉa đi kèm, điều này gây nên rất nhiều vấn đề phức tạp, một trong đó là hiện tượng lắng đọng muối trên hệ thống khai thác (Moghadasli et al., 2007). Theo thời gian, áp suất vỉa sụt giảm, để duy trì áp suất một lượng nước đã qua xử lý được bơm xuống vỉa. Lượng nước này sau khi đi xuống vỉa sẽ tiếp tục hoà tan đá cacbonat và trở lên bão hoà tại nhiệt độ và áp suất cao. Khi theo dầu khai thác đi lên, nhiệt độ và áp suất giảm dẫn đến dung dịch trở lên quá bão hoà và hiện tượng kết tủa (sa lắng) xảy ra. Hiện tượng kết tủa này không chỉ xảy ra trên hệ thống khai thác mà còn ngay trong vỉa dầu khí, điều này ảnh hưởng đến tính thấm của vỉa và dẫn đến sản lượng khai thác bị sụt giảm, thiết bị làm việc không hiệu quả do bị ăn mòn (Moghadasli et al., 2007). Tại Lô PM3 - CAA hiện tượng tích tụ sạn sa lắng muối được phát hiện từ năm 2006 trên các giếng BSA - 1L, BKC18, BKC 8... ở cụm mỏ phía Nam. Nghiên cứu cho

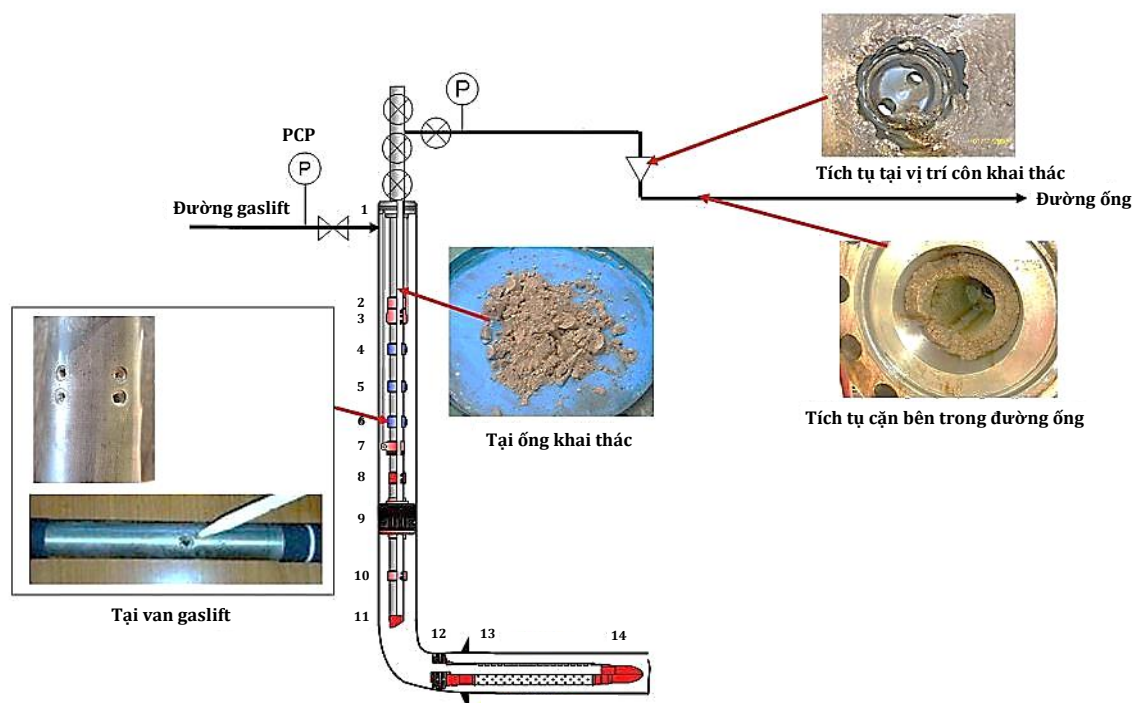
thấy, tích tụ muối trong các giếng thường nằm ở độ sâu từ 110m đến đáy giếng, đặc biệt tại các van gaslift (Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí - PVEP, 2010). Hiện tượng tích tụ muối cũng xảy ra trên cây thông khai thác, trên hệ thống thu gom, xử lý, vận chuyển dầu, cụm manifold, đường ống thu gom, bình tách cao áp, bình tách thấp áp, bình xử lý nước, máy bơm, phin lọc, van. Kết quả phân tích về thành phần các tích tụ sa lắng muối tại mỏ này cho thấy khoáng vật muối sunphat CaSO₄ kém phổ biến hơn, mà chủ yếu là tích tụ sa lắng muối Canxit (CaCO₃) trên hầu hết các giếng khai thác của mỏ (Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí - PVEP, 2011).

Như vậy, ta thấy rằng muối có thể hình thành tại bất cứ ở vị trí nào từ vùng cận đáy giếng lên đến các thiết bị bề mặt (Hình 2), thành phần sa lắng không chỉ thay đổi theo vị trí giếng khoan mà còn thay đổi theo thời gian (Nguyễn Văn Thịnh, Vũ Văn Mạnh, 2008). Thực tế cho thấy, thành phần khoáng vật của sạn sa lắng muối vô cơ khá phức tạp. Thành phần này có thể thay đổi theo thời gian và chế độ khai thác. Ở trong thời kỳ đầu của quá trình khai thác, thành phần chủ yếu của sạn sa lắng là các muối vô: Canxit - CaCO₃,

Thạch cao - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Anhydrit - CaSO_4 , Barit - BaSO_4 , Asetin - SrSO_4 , Halit - NaCl . Ở giai đoạn khai thác cuối, xuất hiện thêm các muối sunphit mà phổ biến nhất là sunphit sắt - FeS . Ngoài các khoáng vật phổ biến vừa nêu, cặn sa lắng muối vô cơ có thể chứa các khoáng vật vô cơ khác như: MgCO_3 , MgSO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Thạch anh - SiO_2 , Biotit - $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CaF_2 ... và một số vật liệu hữu cơ như: asphalten, nhựa, paraffin, một số hợp chất thơm, hợp chất có trọng lượng phân tử cao,...

Vật liệu sa lắng muối vô cơ có cấu trúc đa dạng (Viện dầu khí Việt Nam, 2004).

Căn cứ vào dạng cấu trúc, người ta chia cặn sa lắng muối vô cơ thành: sa lắng có cấu trúc tinh thể cỡ micro hoặc hạt nhỏ; sa lắng có cấu trúc lớp chắc đặc với các mức độ kết tinh khác nhau, có chứa lẫn vật chất hữu cơ; sa lắng có cấu trúc tinh thể lớn; sa lắng có cấu trúc xốp... Sa lắng có cấu trúc tinh thể cỡ micro thường tạo ra ở những vị trí như cánh bơm ly tâm, nắp van, đường ống dẫn, van điều chỉnh... Nói chung, trong các sa lắng này chúng ta không nhận ra cấu trúc lớp, vì chúng là một thể thống nhất. Hình 3 là hình ảnh mô tả vật liệu tích tụ cặn sa lắng muối trong ống khai thác dầu thô.



Hình 2. Các vị trí thường phát hiện tích tụ sa lắng muối vô cơ (Talisman Energy, 2011).



Hình 3. Tích tụ sa lắng muối trong ống khai thác (Crabtree et al, 1999).

1.2. Nguyên nhân hình thành tích tụ cặn sa lắng muối vô cơ trong hệ thống khai thác

Sự kết tinh muối vô cơ trong nước khai thác là nguyên chủ yếu dẫn tới hình thành tích tụ cặn sa lắng muối vô cơ trong hệ thống khai thác, xử lý và vận chuyển dầu (Yousuf et al., 2017). Các muối vô cơ tan trong nước bị kết tinh tạo kết tủa khi điều kiện cân bằng được thiết lập trước đó. Quá trình này bị ảnh hưởng bởi các trường hợp sau: Khi hai nguồn nước có thành phần không tương hợp trộn lẫn với nhau; Khi điều kiện nhiệt động học thay đổi; Khi một, hoặc một vài muối, một hoặc một vài dạng ion mới tan vào nước có thể tạo muối với ion hoà tan sẵn trong nước trước đó, hoặc tác động tới ngưỡng bão hòa của muối tan sẵn trong nước.

Cả 3 trường hợp nêu trên đều có chung một điểm là sự mất cân bằng về nồng độ của muối trong nước và vì thế nguyên nhân sâu xa nhất có thể dẫn đến tích tụ sa lắng muối chính là nguyên nhân kết tinh muối từ dung dịch nước trong những điều kiện nhất định. Khoáng vật thứ sinh trong vỉa chứa thường chứa các khoáng canxit, thạch cao, zeolit, halit ... Chúng được hình thành từ các hoạt động kiến tạo, thủy nhiệt và phong hoá. Nước vỉa nội tại trong các vỉa chứa này thường được bão hòa bởi các loại muối hoà tan. Nước bơm ép vỉa nhằm mục đích duy trì áp suất hoặc đẩy dầu cũng có thể trở nên bão hòa khi các muối có trong vỉa tiếp tục hoà tan vào đó. Trong một số trường hợp, tương tác giữa các muối tan có sẵn trong nước bơm ép với các khoáng có trong vỉa làm nước trở nên quá bão hòa về một hoặc một vài loại khoáng nào đó làm chúng kết tinh, gây lắng đọng (tích tụ) ngay trong vỉa (để phòng ngừa hiện tượng này, người ta thường bổ sung chất chống lắng cặn vào nước bơm ép). Như vậy, khi còn nằm trong vỉa, nước vỉa hoặc nước bơm ép vỉa đã chứa một lượng các muối hoà tan nào đó và thậm trí có thể đã trở nên bão hòa đối với một số muối. Khả năng hoà tan và bão hòa muối trong nước vỉa hoặc nước bơm ép phụ thuộc vào nguồn cung cấp ion tạo muối và điều kiện nhiệt động học (nhiệt độ, áp suất) trong vỉa chứa.

Trong quá trình khai thác, nước khai thác cùng dầu (chính từ nguồn nước vỉa hoặc nước bơm ép được đề cập đến ở trên) đi qua vùng cặn đáy giếng vào lòng giếng, theo đường ống khai

thác đi lên bề mặt vào các thiết bị xử lý. Tại hầu hết các vị trí, nước khai thác đi qua, áp suất, nhiệt độ thay đổi, tức là điều kiện nhiệt động học thay đổi, làm một số muối trở nên quá bão hòa và chúng kết tinh trong dòng chảy. Ở vị trí mà có các điều kiện nhiệt động học thay đổi càng mạnh khả năng mất cân bằng càng lớn, mức độ kết tinh càng mạnh.

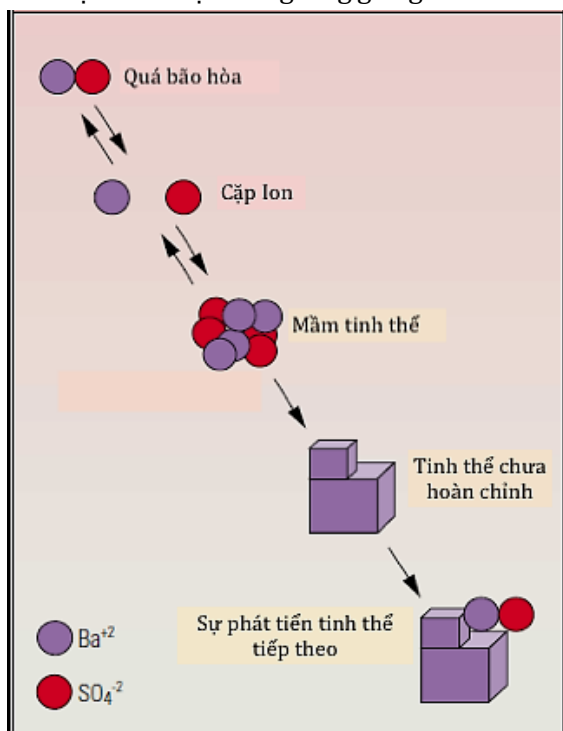
1.3. Cơ chế hình thành tích tụ cặn sa lắng muối vô cơ

Như trên đã phân tích, sự quá bão hòa và thay đổi điều kiện nhiệt động học là nguyên nhân gây kết tinh muối. Trên bình diện nghiên cứu tổng thể, cơ chế gây kết tinh muối sa lắng liên quan tới 4 quá trình lý hóa sau: Sự quá bão hòa đối với muối của nước khai thác trong quá trình khai thác; Sự tạo mầm kết tinh của muối; Sự phát triển của các tinh thể; Sự tái kết tinh chuyển pha (Viện Dầu khí Việt Nam, 2004).

Tất cả các yếu tố tác động tới 4 quá trình trên đều có thể ảnh hưởng tới quá trình hình thành sa lắng muối, cũng như cấu trúc của bản thân cặn sa lắng muối. Sự thay đổi điều kiện nhiệt động học (nhiệt độ, áp suất) là nguyên nhân trực tiếp dẫn tới quá bão hòa của muối tan trong nước tạo điều kiện cần và đủ cho kết tinh muối từ nước. Sự có mặt của các vật chất hữu cơ (asphalten, nhựa, hợp chất thơm...) vô cơ (các hạt vô cơ mịn như cát, sét...), của bề mặt hấp phụ (bề mặt thiết bị, hoặc bề mặt cặn sa lắng...) của bề mặt phân cách pha (khi khí tách ra từ pha lỏng) lại là những yếu tố ảnh hưởng mạnh tới kết tinh thông qua thúc đẩy quá trình tạo mầm kết tinh. Thế nhưng, như trên đã đặt vấn đề, không phải cứ có muối kết tinh là có tích tụ sa cặn lắng muối. Các tinh thể muối kết tinh chỉ tụ lại thành sa lắng muối khi gặp điều kiện thuận lợi. Để có thể tạo tích tụ cặn sa lắng các tinh thể muối cần được liên kết lại, hoặc được liên kết lên vật liệu nào đó. Để có thể liên kết lại các hạt hoặc hạt và bề mặt cần có điều kiện tiến lại gần nhau để lực hút phân tử Van Der Waals (Van der Waals' forces), hoặc loại lực hấp phụ nào đó phát huy tác dụng liên kết chúng. Quá trình hình thành tích tụ cặn sa lắng muối vô cơ có thể được hiểu rõ hơn qua ví dụ về sự hình thành tinh thể muối $BaSO_4$ ở trong Hình 4. Đầu tiên trong chất lỏng bão hòa diễn ra sự hình thành các nhóm nguyên tử không ổn định và đây được gọi là quá trình đồng nhất hạt nhân. Từ

các nhóm nguyên tử này tạo thành các tinh thể gốc nhỏ, nồng độ Ion trong dung dịch bão hòa luôn được duy trì bởi sự dao động cục bộ nội dung tức là đồng thời diễn ra hai hiện tượng liên kết và mất liên kết ion. Sau đó các tinh thể gốc phát triển lên bằng cách hấp thụ các ion lên những chỗ khuyết thiếu trên bề mặt tinh thể làm mở rộng kích thước tinh thể. Các tinh thể lớn tiếp tục tăng lên và các hạt tinh thể nhỏ có thể bị hòa tan. Như vậy, với một mức độ quá bão hòa đủ lớn, sự hình thành của bất kỳ tinh thể gốc nào sẽ kích thích sự gia tăng sự sa lắng muối, các tinh thể gốc này được gọi là chất xúc tác cho sự hình thành sa lắng muối. Việc phát triển các tinh thể có xu hướng hình thành trên bề mặt danh giới chất lỏng đã tồn tại từ trước, gọi là nơi không đồng nhất hạt nhân. Các nơi không đồng nhất hạt nhân bao gồm các khuyết tật bề mặt như độ nhám bề mặt ống (Hình 5), các lỗ thủng trong ống khai thác lừng hoặc thậm chí ở khớp nối, ống nối và đường ống.

Dòng chảy rối cũng là xúc tác mạnh cho sự hình thành sa lắng muối, vì vậy, sự tích tụ sa lắng muối có thể xảy ra tại vị trí áp suất tạo bọt trong hệ thống dòng chảy, điều này giải thích tại sao việc lắng đọng sa lắng muối xảy ra nhanh trên các thiết bị hoàn thiện trong lòng giếng.



Hình 4. Quá trình hình thành tinh thể của $BaSO_4$ (Crabtree et al., 1999).

1.4. Ảnh hưởng của sự sa lắng muối vô cơ tới quá trình khai thác, xử lý, vận chuyển dầu

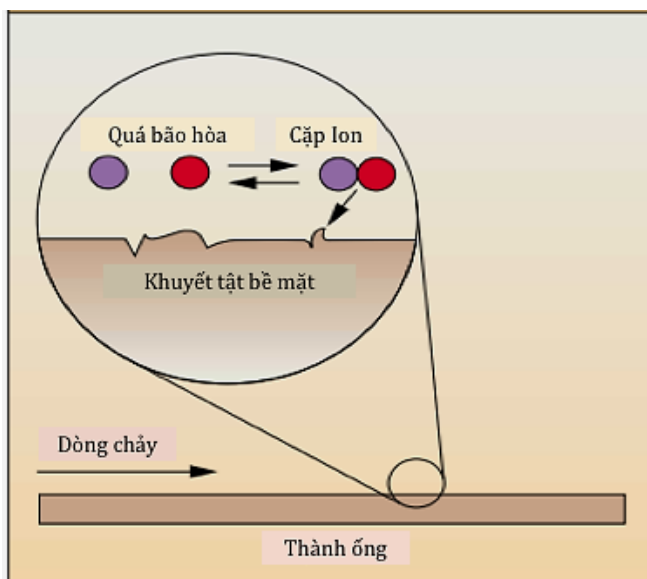
Sa lắng muối xảy ra trong vùng cận đáy giếng dẫn tới giảm độ thấm vùng cận đáy giếng, giảm hiệu quả khai thác. Trong ống khai thác, sa lắng muối thường dẫn đến việc tăng sức cản của dòng chảy. Việc tăng trở lực này diễn ra khi đường kính hiệu dụng của cần khi thác nhỏ đi và khi cận sa lắng làm bề mặt ống mấp mô. Các van, hoặc thiết bị bơm chìm trong lòng giếng có thể bị tắc không hoạt động được dưới tác động của sa lắng muối. Sa lắng muối cũng có thể xảy ra trong các thiết bị bề mặt, gây nên hiện tượng giảm đường kính ống vận chuyển, dẫn tới hạn chế hoặc chặn dòng chảy của dầu khí.

2. Phương pháp xử lý lắng đọng muối

Để xử lý loại trừ tích tụ cận sa lắng muối vô cơ trong lòng ống khai thác, hai nhóm giải pháp cơ học và hóa học thường được áp dụng (Viện Dầu khí Việt Nam, 2004, Yousuf M. Al Rawahi et al., 2017).

2.1. Nhóm giải pháp cơ học

Nhóm giải pháp cơ học dùng tác động cơ học để phá hủy cận lắng đọng. Tuy nhiên, giải pháp này phải sử dụng thiết bị chuyên dụng, tiêu tốn nhiều thời gian và tổng chi phí lớn, do vậy nhóm giải pháp này ít được áp dụng. Nhóm giải pháp cơ học có thể phân loại thành 3 nhóm chính:



Hình 5. Sa lắng muối vô cơ bám dính trên bề mặt nhám của ống (Crabtree et al., 1999).

2.1.1. Sử dụng chòong hoặc dụng cụ kiểu dạng chòong

Chòong chuyên dụng là dụng cụ phá hủy tích tụ muối vô cơ đạt năng suất phá hủy cao. Tuy nhiên, phương pháp này khá phức tạp vì nó luôn đi kèm với các thiết bị, phương tiện chuyên động cho chòong. Ngoài ra chi phí cho xử lý theo phương pháp này thường cao.

2.1.2. Sử dụng tia nước áp suất cao

Tia nước áp suất cao được phun ra từ đầu súng bắn chuyên dụng phá hủy nhanh vật liệu tích tụ. Để nâng cao năng suất phá hủy, có thể dùng thêm vật liệu dạng hạt có khả năng mài mòn lớn. Phương pháp tia nước có một số nhược điểm như: khó sử dụng cho phần giếng có độ sâu lớn; khó điều khiển vòi phun để phun đúng chỗ. Tùy thuộc vào cấu trúc, độ rắn, độ dày của sa lắng muối vô cơ mà người ta bố trí các đầu phun sao cho phù hợp và lắp thêm các thiết bị phụ trợ để tăng khả năng bắn phá của thiết bị. Hình 5 minh họa về hiện tượng sử dụng vòi phun rửa không đúng chỗ, kết quả là sa lắng muối vô cơ không được phá hủy hoàn toàn (Hình 6a) hoặc ở một vị trí nào đó lớp muối sa lắng mỏng nhưng thời gian phun rửa lâu sẽ gây ra hiện tượng mòn thành ống (Hình 6b). Chính vì vậy, việc đo đạc và xác định chính xác vị trí và tính chất của sa lắng muối vô cơ trong lòng giếng trước khi tiến hành các phương pháp xử lý sa lắng là rất quan trọng, cần phải được nghiên cứu, thực hiện và phân tích kết quả một cách khoa học.

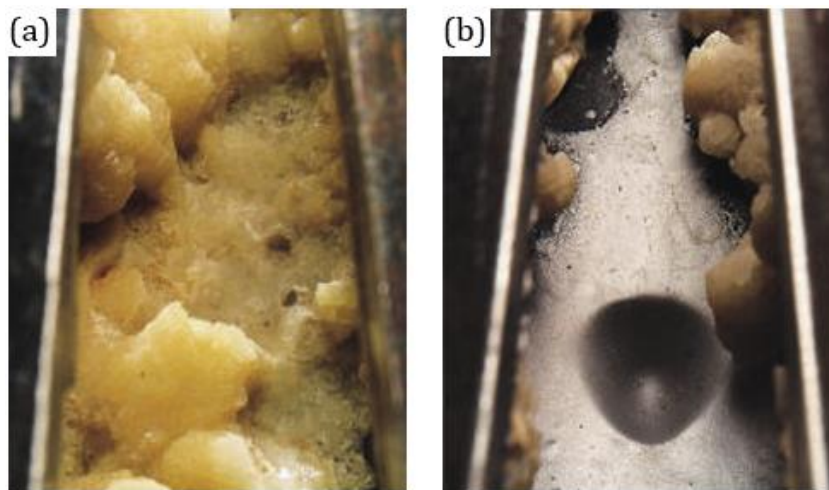
2.1.3. Dùng sóng siêu âm

Đây là phương pháp tiến tiến và thường đi kèm với thiết bị chuyên dụng. Thiết bị siêu âm cho phép tẩy tích tụ sa lắng muối mà không làm ảnh hưởng xấu tới bề mặt thiết bị. Tuy nhiên, phương pháp siêu âm cũng có nhược điểm là khó có độ tin cậy cao khi làm việc với các giếng sâu, ở nơi có nhiệt độ cao. Phương pháp này cũng không cho phép vận chuyển mảnh vụn của tích tụ lên bề mặt. Người ta cũng có thể dùng chất nổ tạo nên các xung rung động để phá vỡ các sa lắng muối vô cơ giòn, dễ vỡ. Bằng cách thả một chuỗi dây có bố trí chất nổ ở một số vị trí định trước xuống, kích hoạt lần lượt các điểm chứa thuốc nổ, tạo nên độ rung động làm bong hoặc phá vỡ sa lắng muối vô cơ trên thành ống khai thác. Phương pháp này chỉ có hiệu quả khi được áp dụng ở vùng đục lỗ bắn vỉa hoặc khu vực có lớp lắng đọng mỏng, giòn (Crabtree et al., 1999).

2.2. Nhóm giải pháp hóa học

Nhóm giải pháp hóa học là dùng hóa phẩm để hòa tan sa lắng và đưa sản phẩm hòa tan và sản phẩm bị hòa tan ra khỏi vị trí ban đầu. Nhóm các giải pháp này dễ sử dụng hơn và thường có chi phí nhỏ hơn, nên được áp dụng phổ biến hơn. Mặc dù vậy, trong sử dụng phương pháp hóa học, nếu không tính toán kỹ chúng ta cũng có thể gặp một số trở ngại liên quan tới ăn mòn thiết bị và sản phẩm hòa tan gây nhiễm bẩn vỉa sản phẩm. Chẳng hạn, do sa lắng muối tạo lớp phủ không đều trên mặt ống khai thác, nên nếu dùng axit HCl để hòa tan cặn CaCO_3 thì khả năng ăn mòn ống khai thác là không tránh khỏi...

Trường hợp tích tụ cặn sa lắng chứa



Hình 6. Sự tác động không đúng chỗ của phương pháp dùng tia nước (Crabtree et al., 1999).

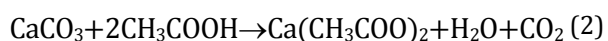
carbonat (CaCO_3) và các dạng khác nhau của muối sunphat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), để xử lý loại trừ cặn sa lắng muối cần quan tâm tới hòa tan hai nhóm khoáng vật này. Trên thực tế, với mỗi một nhóm khoáng vật người ta có thể có cách tiếp cận riêng.

2.2.1. Xử lý loại trừ tích tụ cặn sa lắng chứa muối carbonat

Tích tụ cặn sa lắng chứa khoáng canxit CaCO_3 , có thể được xử lý bằng dung dịch axit chứa chủ yếu axit clohydric (HCl). Phản ứng trung hoà xảy ra giữa axit clohydric với CaCO_3 được biểu diễn thông qua các phương trình phản ứng (1).



Sản phẩm của phản ứng trên là những hợp chất tan được trong chính môi trường dung dịch axit. Ngoài axit HCl , để xử lý đối tượng chứa vật chất carbonat người ta còn dùng các axit hữu cơ như: axit axetic - CH_3COOH và axit focmic - HCOOH và hỗn hợp của chúng. Axit axetic và axit focmic phản ứng với canxit theo các phương trình sau:



2.2.2. Xử lý loại trừ cặn sa lắng chứa muối sunphat

Các hợp chất chelate thường được sử dụng trong hệ axit với mục đích kiểm soát hiện tượng kết tủa pha rắn khi axit tương tác với sản phẩm cần được loại trừ. Các kết tủa pha rắn này thường liên quan chủ yếu tới ion sắt Fe^{3+} và ion Ca^{2+} . Thế nhưng, trong trường hợp cặn sa lắng trong vỉa là loại chứa nhiều muối sunphat, khi đó các hợp chất chelate là loại dùng rất tốt cho mục đích này (Viện Dầu khí Việt Nam, 2004). Hóa phẩm dạng này còn có ưu điểm là có tốc độ ăn mòn thiết bị thấp, nên không cần dùng thêm hóa phẩm ức chế ăn mòn. Chúng ta biết rằng, cặn sa lắng muối loại sunphat còn có thể chứa muối SrSO_4 , nên cũng cần tìm loại hóa phẩm chelate để giải quyết vấn đề đặt ra. Về mặt động học ta thấy, đây là loại muối rất khó hòa tan, đặc biệt là ở nhiệt độ thấp (20°C). Tuy nhiên, khi đưa nhiệt độ phản ứng lên cao thì tốc độ hòa tan đã tăng lên. Mặc dù vậy chúng ta thấy rằng tốc độ xử lý này là quá chậm trong trường hợp áp dụng cho vùng cặn đáy giếng.

3. Giải pháp xử lý lắng đọng muối tại Lô PM3 - CAA

Như đã trình bày ở trên, hiện tượng sa lắng muối tại Lô PM3 - CAA được phát hiện từ rất sớm ở các giếng BSA - 1L, BKC18, BKC 8... thuộc cụm mỏ phía Nam. Các phân tích về quá trình tích tụ muối trong các giếng thường nằm ở độ sâu từ 110m đến đáy giếng, đặc biệt tại các van gaslift (Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí - PVEP, 2010, 2011).

Ngoài ra hiện tượng tích tụ muối cũng xảy ra trên cây thông khai thác và trên các thiết bị bề mặt. Thành phần các tích tụ sa lắng tại mỏ này cho thấy khoáng vật muối sunphat CaSO_4 kém phổ biến hơn, mà chủ yếu là tích tụ sa lắng muối Canxit (CaCO_3) trên hầu hết các giếng khai thác của mỏ. Từ năm 2008, PM3 - CAA đã tiến hành thực hiện hàng loạt các phương pháp xử lý tích tụ cặn Canxit (CaCO_3) trong ống khai thác, đặc biệt là các giếng khai thác có sử dụng Gaslift. Để có thể xử lý tốt hơn tích tụ cặn sa lắng đang tồn tại ở mỏ PM3 - CAA ta nên định hướng chọn các hóa phẩm ngoài khả năng hòa tan muối CaCO_3 , còn có khả năng hòa tan thêm muối $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Nhằm loại trừ hiệu quả các lắng đọng muối nêu trên, người ta thường dùng hai kiểu hệ hóa phẩm khác nhau trên cơ sở hỗn hợp axit Axetic, axit Focmic và hệ trên cơ sở muối của EDTA (một dạng hợp chất chelate). Hóa phẩm trên cơ sở hỗn hợp axit Axetic, axit Focmic có khả năng hòa tan muối CaCO_3 rất nhanh rút ngắn thời gian xử lý, nhưng hoàn toàn không có khả năng hòa tan cặn muối $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Trong khi đó, hóa phẩm trên cơ sở muối của EDTA, tùy thuộc vào pH dung dịch, vừa có khả năng hòa tan cặn muối CaCO_3 lại vừa có khả năng hòa tan cặn muối $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Hóa phẩm trên cơ sở muối của EDTA hòa tan muối CaCO_3 chậm hơn, nhưng có tính ăn mòn thấp hơn rất nhiều so với hóa phẩm trên cơ sở hỗn hợp axit Axetic, axit Focmic. Việc kết hợp hai loại hóa phẩm cho phép tối ưu hóa quá trình loại trừ cặn muối trong ống khai thác cả về khía cạnh thời gian chờ phản ứng và cả về khía cạnh giảm tối đa xác suất ăn mòn ống khai thác và khía cạnh đảm bảo khả năng bảo vệ vùng cặn đáy giếng khỏi nhiễm bẩn khi dung dịch xử lý bị đẩy xuống đáy giếng (Muối của EDTA giữ cho các ion Ca^{2+} ở trạng thái tan trong dung dịch không tạo ra kết tủa thứ cấp). Các kết quả nghiên cứu từ thực tế quá trình xử lý muối CaCO_3 và muối $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

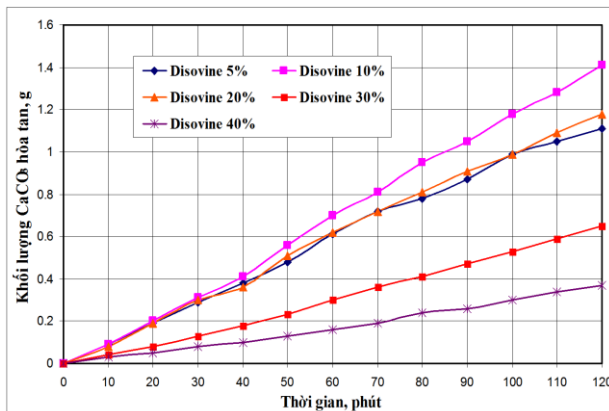
tại các mỏ của liên doanh Việt - Nga Vietsovetro và các mỏ có điều kiện tương tự cho thấy, sa lắng muối CaCO_3 trên cơ sở hỗn hợp chất chelate (muối của EDTA) được tiến hành với dung dịch hóa phẩm Disolvine E - 39 của hãng Akzo - Nobel, có khả năng loại trừ cặn sa lắng muối CaCO_3 và $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Liên doanh Vietsovetro, 2013). Tích tụ của các sa lắng tại PM3 - CAA có thành phần tương tự như các mỏ của liên doanh Việt - Nga, vì vậy việc áp dụng phương pháp trên để xử lý cặn tại đây, có tính khả thi cao. Trên Hình 7 mô tả đường cong tích lũy khả năng hòa tan CaCO_3 của dung dịch của dung dịch Disolvine E - 39 với các nồng độ khác nhau. Nhìn chung, khối lượng CaCO_3 hòa tan tích lũy tỷ lệ thuận với thời gian ngâm mẫu. Đường cong ảnh hưởng của nồng độ Disolvine E - 39 tới khối lượng CaCO_3 bị hòa tan cho thấy, tốc độ hòa tan cực đại ở nồng độ Disolvine E - 39 ở vào khoảng 10% (Hình 8). Các kết quả trình bày tại Hình 7 và Hình 8 được thực hiện dựa trên các kết quả nghiên cứu và kết quả thử nghiệm của liên doanh Việt - Nga Vietsovetro (Liên doanh Vietsovetro, 2013). Đây là thông tin cần thiết, có giá trị khi xác định tốc độ hòa tan hợp lý của hóa phẩm.

4. Kết luận

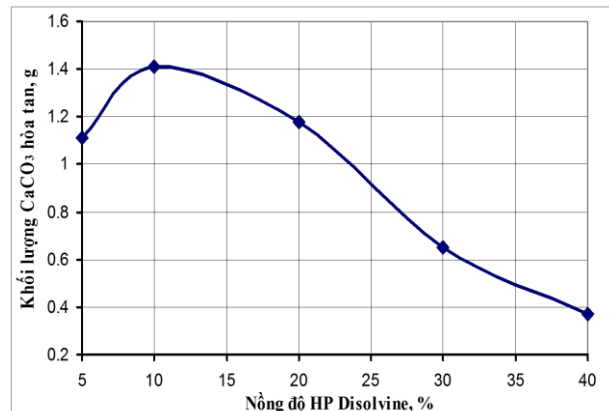
Tích tụ cặn sa lắng muối vô cơ tồn tại trong bộ thiết bị lòng giếng khai thác và các thiết bị trên bề mặt là một thực tế phổ biến tại lô PM3 - CAA. Nguyên nhân dẫn tới hiện tượng này là do những thay đổi trong quá trình khai thác dẫn đến phá vỡ sự cân bằng về nồng độ các ion trong nước vỉa. Thêm vào đó sự thay đổi điều kiện nhiệt động

học (nhiệt độ, áp suất) là nguyên nhân trực tiếp dẫn tới quá bão hòa của muối tan trong nước tạo điều kiện cần và đủ cho kết tinh muối từ nước. Sự có mặt của các vật chất hữu cơ (asphalten, nhựa, hợp chất thơm...) vô cơ (các hạt vô cơ mịn như cát, sét...) của bề mặt hấp phụ (bề mặt thiết bị, hoặc bề mặt cặn sa lắng...) và bề mặt phân cách pha (khí khí tách ra từ pha lỏng) là những yếu tố ảnh hưởng mạnh tới kết tinh thông qua thúc đẩy quá trình tạo mầm kết tinh. Mặt khác, trong quá trình khai thác, nước vỉa đi vào giếng và đi lên bề mặt vào các thiết bị xử lý. Tại hầu hết các vị trí, nước khai thác đi qua, áp suất, nhiệt độ thay đổi, tức điều kiện nhiệt động học thay đổi, làm một số muối trở nên quá bão hòa và chúng kết tinh trong dòng chảy. Ở vị trí mà có các điều kiện nhiệt động học thay đổi càng mạnh khả năng mất cân bằng càng lớn, mức độ kết tinh càng mạnh.

Tại lô PM3 - CAA, tích tụ sa lắng muối chứa chủ yếu là khoáng canxit - CaCO_3 và một hàm lượng nhỏ muối $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Để xử lý loại trừ các tích tụ cặn sa lắng muối dạng này, người ta có thể sử dụng hai nhóm giải pháp là cơ khí và hóa học. Thực tế cho thấy, nhóm giải pháp cơ học ít được sử dụng do phải dùng thiết bị chuyên dụng và tiêu tốn nhiều thời gian và tổng chi phí. Nhóm giải pháp hóa học được sử dụng phổ biến hơn cả do chi phí nhỏ hơn và dễ áp dụng trong điều kiện thực tế mỏ. Đối với giải pháp hóa học, việc sử dụng dung dịch hóa phẩm Disolvine E - 39 có khả năng loại trừ cặn sa lắng muối CaCO_3 và $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, giúp nâng cao hiệu quả loại trừ lắng đọng muối trong quá trình khai thác, xử lý và vận chuyển sản phẩm. Giải pháp này được áp dụng để xử lý các tích tụ đã hình thành trong các thiết bị



Hình 7. Đường cong tích lũy khả năng hòa tan CaCO_3 của dung dịch Disolvine E - 39 với các nồng độ khác nhau (Liên doanh Vietsovetro, 2013).



Hình 8. Ảnh hưởng của nồng độ Disolvine E - 39 tới khối lượng CaCO_3 bị hòa tan (Liên doanh Vietsovetro, 2013).

lòng giếng khai thác và các thiết bị trên bề mặt.

Tài liệu tham khảo

Crabtree M., Eslinger, D., Fletcher, P., Johnson, A., King, G., 1999. Fighting scale - Removal and Prevention. *Oilfield review*. 30 - 45.

Liên doanh Vietsovetro, 2013. Các báo cáo thử nghiệm đề tài công nghệ mới. Soạn thảo công nghệ phức hợp loại trừ lắng đọng muối trong cần ống khai thác và xử lý vùng cận đáy vỉa.

Moghadas, J., Müller, S., Jamialahmadi, H., Sharif, M., 2007. Scale Deposits In Porous Media And Their Removal By Edta Injection. *Proceedings of 7th International Conference on Heat Exchanger Fouling and Cleaning - Challenges and Opportunities, Portugal*. 57 - 70.

Nguyễn Văn Thịnh, Vũ Văn Mạnh, 2008. Giải pháp xử lý lắng đọng muối trong hệ thống khai thác dầu khí tại Xí nghiệp Liên doanh Vietsovetro. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ -*

Địa chất 21. 5 - 9.

Talisman Energy, 2011. PM3 - CAA Southern Field Scale Workshop.

Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí - PVEP, 2010. PM3 Southern Field Partners Workshop on Scale & Approval for BSA Remedial plan.

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

Viện Dầu khí Việt Nam, 2004. Cơ chế sa lắng muối, ảnh hưởng của cơ chế sa lắng muối lên tính chất thấm chứa móng Bạch Hổ, hệ thống bơm ép và thiết bị công nghệ, các biện pháp khắc phục. *Báo cáo tổng kết đề tài thuộc Hợp đồng kinh tế số 0229/03 - T03 - ISG*.

Yousuf M. Al Rawahi, Feroz Shaik and Lakkimsetty Nageswara Rao, 2017. Studies on Scale Deposition in Oil Industries & Their Control. *IJIRST - International Journal for Innovative Research in Science & Technology*. 152 - 167.

ABSTRACT

Solutions to improve the removal efficiency of Calcium Carbonat (CaCO_3) and Calcium Sulfate ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) scales deposition in the production tubing and surface equipment system at block PM3 - CAA

Thinh Van Nguyen ¹, Tuan Dinh Dang ², Thanh Dang Le ²

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

² PetroVietnam Exploration Production Corporation (PVEP), Vietnam

Together with paraffin deposition, scale deposition in the production tubing and surface equipment system has a significant effect on the production efficiency and longevity of facilities. This phenomenon was detected early in 2006 at block PM3 - CAA, especially in gaslift valves. Since 2008, a series of possible solutions have been worked out to eliminate scale deposits for production wells at block PM3 - CAA. However, redeposition appeared at most of the treated wells after some time and some production wells have no productions after processing. This leads to an increase in cost of the productions. Scale treatment methods include both chemical and mechanical techniques. Chemical scale treatment is more popular because of its lower cost, easier usage and its ability to adapt for requirements of production activities. The paper presents some solutions to improve the efficiency of scale deposition treatment in the production tubing and surface equipment based on the analysis of documents and the process of scale deposition treatment at Vietsovetro's oil fields. Results of the research recommend scale inhibitor Disolvine E - 39 to serve for the aim of eliminating scale deposition in the production system at the block PM3 - CAA.