



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0029961

(51)⁷ E21B 47/10

(13) B

(21) 1-2016-02697

(22) 21/07/2016

(45) 25/11/2021 404

(43) 25/01/2018 358A

(73) Trung tâm Nghiên cứu Tìm kiếm Thăm dò và Khai thác Dầu khí (VN)
Tầng 5, tòa nhà Viện Dầu khí, 167 Trung Kính, phường Yên Hòa, quận Cầu Giấy,
thành phố Hà Nội

(72) Lê Vũ Quân (VN); Nguyễn Minh Quý (VN); Phạm Trường Giang (VN); Đinh Đức Huy (VN).

(54) QUY TRÌNH THỬ NGHIỆM QUÁ TRÌNH NGỪNG TỤ KHÍ NGỪNG TỤ VÙNG CẬN ĐÁY GIẾNG

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình thử nghiệm quá trình ngưng tụ khí ngưng tụ vùng cận đáy giếng bao gồm các bước: (a) chuẩn bị mẫu phân tích và phương tiện phân tích: chọn các mẫu lõi đại diện cho đối tượng cần nghiên cứu (vía) từ giếng có hiện tượng ngưng tụ khí làm ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả khai thác của giếng; (b) Thực hiện quá trình phân tích: mẫu khí được bơm ép liên tục trong nhiều giờ nhằm đảm bảo mẫu được bão hòa hoàn toàn; khi áp suất bơm ép lớn hơn áp suất điểm sương pha lỏng - khí ngưng tụ sẽ ngưng tụ trong mẫu lõi; khí được bơm vào mẫu hợp phần theo các cấp áp suất khác nhau, ứng với mỗi cấp áp suất bơm ép dòng khí, sẽ thu được một giá trị chênh áp, từ đó xác định độ thấm của mẫu lõi với hệ chất lưu chảy qua; (b1) phân tích sắc kí lỏng và tính chất định tính: nhằm phân tách thành phần lỏng thành các thành phần hydrocarbon và non-hydrocarbon; (b2) phân tích sắc kí khí: khí được đưa vào máy sắc kí khí và được phân tích thành phần qua cột sắc kí khí; mức độ suy giảm độ thấm khí khi có khí ngưng tụ được đo ghi lại theo thời gian phân tích và thực hiện đến khi độ thấm khí nhỏ hơn 100 lần so với giá trị độ thấm ban đầu; kết quả phân tích được thể hiện trong bảng biểu rõ ràng và có đánh dấu thể hiện theo thời gian; mẫu chất lưu thu được trong bình kín và điều kiện ổn định, được chuyển giao ngay cho bên phân tích mẫu chất lưu.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình thử nghiệm quá trình ngưng tụ khí ngưng tụ vùng cận đáy giếng theo một chuỗi khép kín để đánh giá chính xác cơ chế, nguyên nhân ngưng tụ khí trong vùng cận đáy giếng và sự thay đổi thành phần của chất lưu trước, trong và sau khi ngưng tụ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, các mỏ khí ngày càng trở nên quan trọng khi tỷ lệ phát hiện các mỏ khí trên thềm lục địa Việt Nam ngày càng gia tăng làm thay đổi cơ cấu đầu tư cũng như xu hướng nguồn năng lượng sơ cấp, bên cạnh đó cơ sở hạ tầng ngày càng hoàn thiện cho phép phát triển khai thác hiệu quả hơn nguồn trữ lượng khí của Việt Nam được đánh giá có tiềm năng dồi dào với nhiều phát hiện lớn trong những năm gần đây. Trong quá trình khai thác khí, áp suất trong vỉa vùng cận đáy giếng sụt giảm dẫn đến hiện tượng ngưng tụ pha lỏng trong vỉa (condensate banking), quá trình này phát triển sẽ làm cản trở khả năng lưu thông của khí từ vỉa vào đáy giếng, đồng thời sự xuất hiện pha lỏng trong vỉa càng đẩy nhanh tốc độ sụt giảm áp suất vùng cận đáy giếng, nhanh chóng hình thành vành đai pha lỏng bao vây đáy giếng và cách ly hoàn toàn dòng khí đến giếng. Điều này làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản lượng và chi phí khai thác, việc đầu tư nghiên cứu chế độ khai thác phù hợp và các giải pháp ngăn ngừa, xử lý hiện tượng ngưng tụ pha lỏng trong vỉa cần được đầu tư nghiên cứu và áp dụng cho từng mỏ cụ thể là hết sức quan trọng giúp nâng cao hiệu quả khai thác tài nguyên và lợi ích kinh tế từ hoạt động khai thác. Quá trình ngưng tụ cũng diễn ra trong đường ống khai thác của giếng và hệ thống khai thác, các hạt chất lỏng ngưng tụ trong ống và có xu

hướng rơi ngược trở lại đáy giếng do trọng lực, suy giảm áp suất và vận tốc dòng khí trong giếng làm gia tăng tốc độ ngưng tụ và thay đổi chế độ dòng chảy đa pha khí lỏng trong ống. Pha lỏng ngưng tụ được dòng khí đẩy lên hay còn gọi là quá trình ngưng tụ lỏng, đến một thời điểm vận tốc dòng khí suy giảm đến một giá trị tới hạn không đủ để đẩy các hạt chất lỏng tiếp tục chuyển động theo dòng, các hạt lỏng sẽ lắng tụ xuống đáy cột ống khai thác và hình thành nút chất lỏng chặn dòng khí từ vỉa đi vào, đây là một vấn đề hết sức phức tạp và có ảnh hưởng nghiêm trọng đối với quá trình khai thác.

Ở Việt Nam, hoạt động phát triển khai thác khí ở quy mô công nghiệp mới được phát triển trong thời gian gần đây tại các mỏ Lan Tây, Lan Đỏ, Rồng Đôi, Rồng Đôi Tây, Hải Thạch và Mộc Tinh. Việc nghiên cứu mối quan hệ dòng chảy và hiện tượng ngưng tụ lỏng đối với dòng khí từ vỉa vào giếng, từ đáy giếng lên đến hệ thống khai thác vẫn còn tương đối hạn chế ngay cả đối với các mỏ khí trong nước. Các nghiên cứu trong nước mới chỉ tập trung vào nguồn gốc và điều kiện sinh thành khí ở bể Cửu Long và Nam Côn Sơn, hoặc đánh giá nguyên lý công nghệ của giàn khai thác và xử lý khí – khí ngưng tụ. Bên cạnh đó, cũng có một số nghiên cứu đơn lẻ đánh giá giải pháp kỹ thuật, công nghệ nhằm tận thu khí ngưng tụ trên một số giàn nén khí cụ thể như mỏ Bạch Hổ. Những nghiên cứu này chủ yếu đi sâu vào đánh giá các thiết bị trên giàn nén khí chứ chưa đi sâu nghiên cứu bản chất quá trình khai thác của các giếng khí – khí ngưng tụ.

Chính vì vậy, đối tượng của nghiên cứu là phát triển phương pháp luận để tăng khả năng khai thác khí và khí ngưng tụ từ các mỏ khí ở bể Nam Côn Sơn là vô cùng cần thiết và không bị trùng lặp. Cho đến nay, hầu hết sản lượng các mỏ khí ngưng tụ đều bị suy giảm nhiều hơn so với thiết kế ban đầu bởi rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình khai thác, trong đó phải kể đến các nguyên nhân như: quá trình ngưng tụ (dropout/condensat banking) ở vùng cận đáy giếng khai thác và ngay trong vỉa chứa do suy giảm áp suất; quá trình ngưng tụ trong lòng giếng và hệ thống khai thác làm giảm lưu lượng và hiệu suất hoạt động. Trong khi đó vẫn chưa có một nghiên cứu đầy đủ và có tính thực nghiệm các cơ chế và quá trình ngưng tụ lỏng đối với các mỏ khí của Việt Nam, các công bố khoa học

liên quan chủ yếu là các bài báo mang tính giới thiệu tổng quan hiện trạng khai thác và các suy luận lý thuyết cho từng vấn đề riêng lẻ, thiếu tính hệ thống và không có cơ sở ứng dụng thực tiễn. Quá trình ngưng tụ khí làm cản trở dòng chảy của khí trong vỉa, trong giếng và hệ thống khai thác, trực tiếp làm giảm năng lượng chung của hệ bởi sự chuyển pha chất lưu. Sự kết hợp của mối quan hệ pha của khí ngưng tụ và quan hệ thấm pha của đá vỉa có kết quả là trong sự thay đổi thành phần hệ chất lưu, như là các cấu tử nặng của hệ hydrocarbon tách ra khỏi hệ và ngưng tụ lỏng trong khi đó dòng chảy của hệ khí có thành phần trở lên nhẹ hơn. Quá trình này rất phức tạp và có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng khai thác của vỉa chứa và có những bằng chứng hết sức xác thực trong các giếng/các mỏ đang khai thác nhưng lại rất khó để nghiên cứu và đánh giá quá trình hình thành cũng như thời điểm hình thành (nhiệt độ, áp suất, quá trình chảy, hệ chất lưu, v.v...). Để có thể tìm hiểu cơ chế ngưng tụ và hạn chế các ảnh hưởng của hiện tượng này nhằm tăng năng suất khai thác cho giếng các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cũng như đánh giá trên mô hình mô phỏng bằng các phần mềm chuyên ngành sẽ được thực hiện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình thử nghiệm quá trình ngưng tụ khí ngưng tụ vùng cận đáy giếng nhằm:

- Hệ thống hóa các công đoạn trong quá trình thực hiện phân tích thí nghiệm, đồng thời đảm bảo chất lượng kết quả phân tích tốt nhất;
- Tối ưu hóa hiệu quả, tiết kiệm được thời gian trong công tác phân tích thí nghiệm;
- Nguồn tài liệu tư vấn cho nhà quản lý mỏ, phục vụ cho việc đào tạo.

Quy trình thử nghiệm quá trình ngưng tụ khí ngưng tụ vùng cận đáy giếng bao gồm các bước:

(a) Chuẩn bị mẫu phân tích và thiết bị phân tích:

Chọn từ ba đến bốn mẫu lõi đại diện cho đối tượng cần nghiên cứu, từ giếng

có hiện tượng ngưng tụ của khí ngưng tụ ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả khai thác của giếng để thực hiện nghiên cứu. Các mẫu lõi sau khi khoan, cắt và mài đầu mẫu cho thật phẳng, sao cho khi ghép nhiều mẫu với nhau tạo thành một mẫu hợp phần hình trụ dài. Mẫu hợp phần (composite core) này sẽ là mẫu đại diện cho vỉa định áp dụng bơm ép.

Các mẫu sau khi khoan cắt, được chiết rửa bằng toluene trên thiết bị sohlex cho đến khi trên dung môi không đổi màu thì dừng lại. Sau đó, đưa các mẫu này vào chiết rửa bằng dung môi methanol. Quá trình chiết rửa này nhằm hoà tan các muối còn sót lại trong mẫu lõi. Chỉ đến khi thử nước dung môi bằng muối nitrat bạc mà không có kết tủa thì quá trình chiết rửa mới dừng lại.

Các mẫu lõi sau khi chiết rửa xong được cho vào tủ sấy và sấy tại nhiệt độ (70°C) trong thời gian tối thiểu là 48 giờ. Mẫu sau khi đã sấy khô được xếp vào bộ tủ sấy giữ cho mẫu không bị ẩm và để nguội. Xác định các chỉ tiêu phân tích ở điều kiện thường.

Bảo hòa mẫu bằng nước muối mô phỏng hoặc nước vỉa (đã được chuẩn bị sẵn). Cân mẫu ướt, ly tâm mẫu nhằm thiết lập độ bão hòa nước ban đầu cho mẫu hợp phần.

Nước vỉa nhận từ khách hàng hoặc nước muối pha mô phỏng nồng độ nước vỉa (nước cất 2 lần và NaCl). Nước được lọc đến tinh khiết không có tạp chất bằng màng lọc 0,5 micron. Hút chân không bằng máy hút chân không để loại bỏ không khí tự do trong nước. Chuẩn bị bình khí nitơ sạch có áp suất lớn hơn 100at.

Khí nitơ và mẫu khí vỉa được nạp vào các khoang riêng biệt, đặt vào buồng thí nghiệm. Khí nitơ sau khi nạp vào khoang phải đảm bảo > 70 bar. Khởi động phần mềm điều khiển bơm trên máy tính.

Thiết lập các thông số điều khiển. Mẫu được lắp vào ống cao su chịu nhiệt (Sleeves), lắp vào bộ giữ mẫu và đặt vào trong buồng thí nghiệm. Đầu nối các khoang tới bộ giữ mẫu bằng hệ thống đường ống. Mở van áp suất nén hông và van vào Đồi áp, nạp áp suất nén hông và áp suất đối áp từ bình khí nitơ đến áp suất vỉa. Tăng nhiệt độ từ từ lên đến nhiệt độ khoảng $70 - 80^{\circ}\text{C}$ để làm nóng các bộ

phận trong tủ ổn nhiệt (8 tiếng). Mở các van trên bộ giữ mẫu, dùng thiết bị máy hút chân không hút sạch khí trong bộ giữ mẫu và trong đường ống dẫn để đảm bảo hệ thống không chứa không khí. Nâng nhiệt độ, áp suất nén hông và áp suất trong mẫu lên đến điều kiện nhiệt độ via, luôn duy trì chênh áp giữa áp suất nén hông và áp suất trong mẫu không đổi (đủ để làm kín giữa ống cao su bọc mẫu và mẫu). Duy trì ổn định của cả hệ thống trong khoảng thời gian đủ dài. Áp suất khí bơm qua mẫu áp dụng ở giá trị 500 bar.

(b) Phân tích trên mẫu lõi

Không khí được loại bỏ hoàn toàn khỏi hệ thống, mẫu khí được bơm ép liên tục trong nhiều giờ nhằm đảm bảo bão hòa mẫu được bão hòa hoàn toàn, với áp suất bơm ép lớn hơn áp suất điểm sương của mẫu khí. Xác định chênh áp của hai đầu mẫu hợp phần bằng hệ thống đo chênh áp khi áp suất ổn định. Khi áp suất bơm ép lớn hơn áp suất điểm sương pha lỏng - khí ngưng tụ sẽ ngưng tụ trong mẫu lõi. Sự hình thành pha lỏng khí ngưng tụ từ khu vực cận đáy giếng đến sâu trong mẫu hợp phần chia thành hai vùng, vùng khí ngưng tụ dịch chuyển và vùng khí ngưng tụ không dịch chuyển. Khi có sự tồn tại và dịch chuyển của khí ngưng tụ, tức dòng chảy trong mẫu hợp phần là hai pha thì khi đó chênh áp giữa hai đầu sẽ tăng lên theo lý thuyết phương trình dòng chảy định luật Darcy. Khí được bơm vào mẫu hợp phần theo các cấp áp suất khác nhau. Ứng với mỗi cấp áp suất bơm ép dòng khí, sẽ thu được một giá trị chênh áp, từ đó xác định độ thấm của mẫu lõi với hệ chất lưu chảy qua. Thí nghiệm được thực hiện tương tự cho đến cấp áp suất cuối cùng trong bảng. Thời gian thực nghiệm của các cấp áp suất được thực hiện trong thời gian 12 giờ.

Thay đổi lưu lượng khí bơm ép đánh giá khả năng ảnh hưởng của tốc độ dòng khí đến sự xuất hiện của khí ngưng tụ trong điều kiện via chứa. Ứng với mỗi cấp áp suất, sẽ thực hiện bơm ép với ba cấp độ lưu lượng khác nhau để đánh giá sự hình thành khí ngưng tụ. Tại mỗi cấp bơm ép sẽ thực hiện bơm trong thời gian sáu giờ. Chênh áp của các cấp lưu lượng khác nhau sẽ được đo ghi lại theo thời gian khi áp suất đầu vào và đầu ra của mẫu hợp phần đã ổn định

Từ thực nghiệm trên mẫu lõi, chất lưu thu được là đầu vào để thực hiện các phân tích về thành phần.

Phân tích sắc kí lỏng và tính chất định tính:

Tất cả các dụng cụ thí nghiệm bằng thủy tinh cần được rửa sạch bằng xà phòng, tráng lại với nước cất và acetone, sau đó tráng rửa lại bằng clorofom rồi sấy khô trong tủ sấy ở 100 °C. Cốc đựng sản phẩm được cân ở 40 °C. Giảm nhiệt độ của lò nhiệt xuống mức thấp nhất để xác định điểm đông đặc của khí ngưng tụ. Tăng từ từ nhiệt độ của lò để xác định điểm chảy của khí ngưng tụ, tiếp tục tăng nhiệt độ để xác định điểm nhỏ giọt của khí ngưng tụ, tiếp tục tăng nhiệt độ để xác định nhiệt độ bay hơi của khí ngưng tụ. Cuối cùng, khi mẫu khí ngưng tụ đã hoàn toàn bay hơi, nhiệt độ lò sẽ được hạ xuống theo từng cấp nhiệt độ để xác định sự ngưng lỏng của khí ngưng tụ.

Mẫu khí ngưng tụ cần khoảng 300-500 mg để phân tích lượng asphan. Mẫu sau khi loại bỏ phần hydrocarbon nhẹ được pha loãng với dung môi n-pentan theo tỷ lệ 100 mL dung môi/1g mẫu. Dung dịch kết tủa asphan đã để lắng được rót từ từ vào phễu lọc bằng cách gạn qua đĩa thủy tinh lên giấy lọc, lọc cẩn thận để tránh lọt hợp phần asphan qua giấy lọc xuống dung dịch lọc trong bình chân không. Sau khi thu được thành phần rắn trên mẫu lọc, tiếp tục đưa đi phân tích trên thiết bị kính hiển vi để xác định thành phần trầm tích có trên lượng kết tủa.

Lắp cột sắc kí, thêm 50 mL dung môi n-hexan vào cột, dùng chất chuẩn becher 50 mL nạp theo thứ tự: 30-50 g silicagel, 5-10 g oxit nhôm đã hoạt hóa vào cột, vừa nạp vừa gõ nhẹ cột bằng đĩa bọc cao su. Đặt một lớp bông thủy tinh bên trên lớp nhôm oxit, chú ý mực dung môi phải cao hơn mặt trên của lớp bông thủy tinh. Khi diện tích các điểm đỉnh trên phần mềm không còn thay đổi chứng tỏ toàn bộ thành phần lỏng đã được phân tích thành phần hydrocarbon, non-hydrocarbon.

Phân tích sắc kí khí:

Khí sau khi thu được đem đi phân tích thực nghiệm trong phòng thí nghiệm

để tìm thành phần của khí và đánh giá mức độ ngưng tụ của khí ngưng tụ trong mẫu lõi. Từ từ nâng nhiệt độ lò lên 200 °C để loại bỏ các vi sinh vật trong hệ thống, máy hút chân không được sử dụng để làm sạch không khí có trong hệ thống. Mẫu khí sau khi thu được từ quá trình thử nghiệm trên mẫu lõi được nạp vào bình chứa mẫu. Mẫu khí chuẩn được sử dụng để hiệu chuẩn cột sắc ký khí, và phải lặp lại nhiều lần để tăng hiệu quả hiệu chuẩn. Nhiệt độ của lò được giảm về nhiệt độ vừa. Khí được đưa vào máy sắc ký khí và được phân tích thành phần qua cột sắc ký khí. Các kết quả chạy thành phần mẫu khí cũng là các dữ liệu đầu vào quan trọng để phục vụ phân tích áp suất - thể tích - nhiệt độ (PVT), đòi hỏi độ chính xác cao vì nó liên quan trực tiếp đến các thí nghiệm phân tích PVT khác. Khi diện tích các điểm đỉnh đã ổn định, lượng khí trong cột sắc ký khí đã được phân tích hoàn toàn, thành phần các cấu tử trước khi thực hiện phân tích mẫu lõi và sau khi phân tích mẫu lõi.

Kết quả và kiểm tra kết quả phân tích:

Kết quả phân tích mẫu lõi được xử lý theo định luật Darcy, mức độ suy giảm độ thấm khí khi có khí ngưng tụ được đo ghi lại theo thời gian phân tích và thực hiện đến khi độ thấm khí nhỏ hơn 100 lần so với giá trị độ thấm ban đầu. Kết quả phân tích được thể hiện trong bảng biểu rõ ràng và có đánh dấu thể hiện theo thời gian. Mẫu chất lưu thu được trong bình kín và điều kiện ổn định, được chuyển giao ngay cho bên phân tích mẫu chất lưu.

Độ thấm pha khí giảm từ 25 đến 65 % do hiện tượng ngưng tụ của khí ngưng tụ trên mẫu lõi. Mức độ chất lưu thu được đạt giá trị lớn nhất 85% lượng thể tích khí ban đầu.

Độ thấm pha của chất lưu cho thấy xu thế phụ thuộc vào áp suất dòng chảy hơn là độ bão hòa chất lưu trong mẫu.

Các kết quả chạy thành phần mẫu khí cũng như mẫu khí ngưng tụ là các dữ liệu đầu vào quan trọng để phục vụ phân tích PVT, đòi hỏi độ chính xác cao vì nó liên quan trực tiếp đến các thí nghiệm phân tích PVT khác. Trong trường hợp kết quả phân tích thành phần không khớp với các phép phân tích khác, cán bộ phân

tích sẽ được yêu cầu phân tích lại thành phần hoặc tìm ra khâu sai sót để điều chỉnh đầu ra kết quả chính xác hơn.

Mẫu phân tích sau khi phân tích được lưu kho cho các nghiên cứu sau này. Kết quả phân tích được thể hiện trong bảng biểu. Được sao lưu và nộp lưu trữ tại cơ quan, được bảo mật hoàn toàn theo yêu cầu của đề tài nhiệm vụ nghiên cứu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Quy trình thử nghiệm quá trình ngưng tụ khí ngưng tụ vùng cận đáy giếng bao gồm các bước:

(a) Chuẩn bị mẫu phân tích và thiết bị phân tích:

Chọn từ ba đến bốn mẫu lõi đại diện cho đối tượng cần nghiên cứu, từ giếng có hiện tượng ngưng tụ của khí ngưng tụ ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả khai thác của giếng để thực hiện nghiên cứu. Các mẫu lõi sau khi khoan, cắt và mài đầu mẫu cho thật phang, sao cho khi ghép nhiều mẫu với nhau tạo thành một mẫu hợp phần hình trụ dài. Mẫu hợp phần (composite core) này sẽ là mẫu đại diện cho vỉa định áp dụng bơm ép.

Các mẫu sau khi khoan cắt, được chiết rửa bằng toluene trên thiết bị sohlex cho đến khi trên dung môi không đổi màu thì dừng lại. Sau đó, đưa các mẫu này vào chiết rửa bằng dung môi methanol. Quá trình chiết rửa này nhằm hoà tan các muối còn sót lại trong mẫu lõi. Chỉ đến khi thử nước dung môi bằng muối nitrat bạc mà không có kết tủa thì quá trình chiết rửa mới dừng lại.

Các mẫu lõi sau khi chiết rửa xong được cho vào tủ sấy và sấy tại nhiệt độ (70 °C) trong thời gian tối thiểu là 48 giờ. Mẫu sau khi đã sấy khô được xếp vào bộ tủ sấy giữ cho mẫu không bị ẩm và để nguội. Xác định các chỉ tiêu phân tích ở điều kiện thường.

Bảo hòa mẫu bằng nước muối mô phỏng hoặc nước vỉa (đã được chuẩn bị sẵn). Cân mẫu ướt, ly tâm mẫu nhằm thiết lập độ bão hòa nước ban đầu cho mẫu hợp phần.

Nước vĩa nhận từ khách hàng hoặc nước muối pha mô phỏng nồng độ nướcvĩa (nước cất 2 lần và NaCl). Nước được lọc đến tinh khiết không có tạp chất bằng màng lọc 0,5 micron. Hút chân không bằng máy hút chân không để loại bỏ không khí tự do trong nước. Chuẩn bị bình khí nitơ sạch có áp suất lớn hơn 100at.

Khí nitơ và mẫu khí vĩa được nạp vào các khoang riêng biệt, đặt vào buồng thí nghiệm. Khí nitơ sau khi nạp vào khoang phải đảm bảo > 70 bar. Khởi động phần mềm điều khiển bơm trên máy tính.

Thiết lập các thông số điều khiển. Mẫu được lắp vào ống cao su chịu nhiệt (Sleaves), lắp vào bộ giữ mẫu và đặt vào trong buồng thí nghiệm. Đầu nối các khoang tới bộ giữ mẫu bằng hệ thống đường ống. Mở van áp suất nén hông và van vào Đối áp, nạp áp suất nén hông và áp suất đối áp từ bình khí nitơ đến áp suất vĩa. Tăng nhiệt độ từ từ lên đến nhiệt độ khoảng $70 - 80$ °C để làm nóng các bộ phận trong tủ ổn nhiệt (8 tiếng). Mở các van trên bộ giữ mẫu, dùng thiết bị máy hút chân không hút sạch khí trong bộ giữ mẫu và trong đường ống dẫn để đảm bảo hệ thống không chứa không khí. Nâng nhiệt độ, áp suất nén hông và áp suất trong mẫu lên đến điều kiện nhiệt độ vĩa, luôn duy trì chênh áp giữa áp suất nén hông và áp suất trong mẫu không đổi (đủ để làm kín giữa ống cao su bọc mẫu và mẫu). Duy trì ổn định của cả hệ thống trong khoảng thời gian đủ dài. Áp suất khí bơm qua mẫu áp dụng ở giá trị 500 bar.

(b) Phân tích trên mẫu lõi

Không khí được loại bỏ hoàn toàn khỏi hệ thống, mẫu khí được bơm ép liên tục trong nhiều giờ nhằm đảm bảo bão hòa mẫu được bão hòa hoàn toàn, với áp suất bơm ép lớn hơn áp suất điểm sương của mẫu khí. Xác định chênh áp của hai đầu mẫu hợp phần bằng hệ thống đo chênh áp khi áp suất ổn định. Khi áp suất bơm ép lớn hơn áp suất điểm sương pha lỏng - khí ngưng tụ sẽ ngưng tụ trong mẫu lõi. Sự hình thành pha lỏng khí ngưng tụ từ khu vực cận đáy giếng đến sâu trong mẫu hợp phần chia thành hai vùng, vùng khí ngưng tụ dịch chuyển và vùng khí ngưng tụ không dịch chuyển. Khi có sự tồn tại và dịch chuyển của khí ngưng tụ, tức dòng chảy trong mẫu hợp phần là hai pha thì khi đó chênh áp giữa hai đầu

sẽ tăng lên theo lý thuyết phương trình dòng chảy định luật Darcy. Khí được bơm vào mẫu hợp phần theo các cấp áp suất khác nhau. Ứng với mỗi cấp áp suất bơm ép dòng khí, sẽ thu được một giá trị chênh áp, từ đó xác định độ thấm của mẫu lõi với hệ chất lưu chảy qua. Thí nghiệm được thực hiện tương tự cho đến cấp áp suất cuối cùng trong bảng. Thời gian thực nghiệm của các cấp áp suất được thực hiện trong thời gian 12 giờ.

Thay đổi lưu lượng khí bơm ép đánh giá khả năng ảnh hưởng của tốc độ dòng khí đến sự xuất hiện của khí ngưng tụ trong điều kiện vỉa chứa. Ứng với mỗi cấp áp suất, sẽ thực hiện bơm ép với ba cấp độ lưu lượng khác nhau để đánh giá sự hình thành khí ngưng tụ. Tại mỗi cấp bơm ép sẽ thực hiện bơm trong thời gian sáu giờ. Chênh áp của các cấp lưu lượng khác nhau sẽ được đo ghi lại theo thời gian khi áp suất đầu vào và đầu ra của mẫu hợp phần đã ổn định

Từ thực nghiệm trên mẫu lõi, chất lưu thu được là đầu vào để thực hiện các phân tích về thành phần.

Phân tích sắc kí lỏng và tính chất định tính:

Tất cả các dụng cụ thí nghiệm bằng thủy tinh cần được rửa sạch bằng xà phòng, tráng lại với nước cất và acetone, sau đó tráng rửa lại bằng clorofom rồi sấy khô trong tủ sấy ở 100 °C. Cốc đựng sản phẩm được cân ở 40 °C. Giảm nhiệt độ của lò nhiệt xuống mức thấp nhất để xác định điểm đông đặc của khí ngưng tụ. Tăng từ từ nhiệt độ của lò để xác định điểm chảy của khí ngưng tụ, tiếp tục tăng nhiệt độ để xác định điểm nhỏ giọt của khí ngưng tụ, tiếp tục tăng nhiệt độ để xác định nhiệt độ bay hơi của khí ngưng tụ. Cuối cùng, khi mẫu khí ngưng tụ đã hoàn toàn bay hơi, nhiệt độ lò sẽ được hạ xuống theo từng cấp nhiệt độ để xác định sự ngưng lỏng của khí ngưng tụ.

Mẫu khí ngưng tụ cần khoảng 300-500mg để phân tích lượng asphan. Mẫu sau khi loại bỏ phần hydrocarbon nhẹ được pha loãng với dung môi n-pentan theo tỷ lệ 100 mL dung môi/1g mẫu. Dung dịch kết tủa asphan đã để lắng được rót từ từ vào phễu lọc bằng cách gạn qua đĩa thủy tinh lên giấy lọc, lọc cẩn thận để tránh

lọt hợp phần asphan qua giấy lọc xuống dung dịch lọc trong bình chân không. Sau khi thu được thành phần rắn trên mẫu lọc, tiếp tục đưa đi phân tích trên thiết bị kính hiển vi để xác định thành phần trầm tích có trên lượng kết tủa.

Lắp cột sắc kí, thêm 50 mL dung môi n-hexan vào cột, dùng chất chuẩn becher 50 mL nạp theo thứ tự: 30-50g silicagel, 5-10g oxit nhôm đã hoạt hóa vào cột, vừa nạp vừa gõ nhẹ cột bằng đũa bọc cao su. Đặt một lớp bông thủy tinh bên trên lớp nhôm oxit, chú ý mực dung môi phải cao hơn mặt trên của lớp bông thủy tinh. Khi diện tích các điểm đỉnh trên phần mềm không còn thay đổi chứng tỏ toàn bộ thành phần lỏng đã được phân tích thành phần hydrocarbon, non-hydrocarbon.

Phân tích sắc kí khí:

Khí sau khi thu được đem đi phân tích thực nghiệm trong phòng thí nghiệm để tìm thành phần của khí và đánh giá mức độ ngưng tụ của khí ngưng tụ trong mẫu lõi. Từ từ nâng nhiệt độ lò lên 200 °C để loại bỏ các vi sinh vật trong hệ thống, máy hút chân không được sử dụng để làm sạch không khí có trong hệ thống. Mẫu khí sau khi thu được từ quá trình thử nghiệm trên mẫu lõi được nạp vào bình chứa mẫu. Mẫu khí chuẩn được sử dụng để hiệu chuẩn cột sắc kí khí, và phải lặp lại nhiều lần để tăng hiệu quả hiệu chuẩn. Nhiệt độ của lò được giảm về nhiệt độ vừa. Khí được đưa vào máy sắc kí khí và được phân tích thành phần qua cột sắc kí khí. Các kết quả chạy thành phần mẫu khí cũng là các dữ liệu đầu vào quan trọng để phục vụ phân tích PVT, đòi hỏi độ chính xác cao vì nó liên quan trực tiếp đến các thí nghiệm phân tích PVT khác. Khi diện tích các điểm đỉnh đã ổn định, lượng khí trong cột sắc kí khí đã được phân tích hoàn toàn, thành phần các cấu tử trước khi thực hiện phân tích mẫu lõi và sau khi phân tích mẫu lõi.

Kết quả và kiểm tra kết quả phân tích:

Kết quả phân tích mẫu lõi được xử lý theo định luật Darcy, mức độ suy giảm độ thấm khí khi có khí ngưng tụ được đo ghi lại theo thời gian phân tích và thực hiện đến khi độ thấm khí nhỏ hơn 100 lần so với giá trị độ thấm ban đầu. Kết quả phân tích được thể hiện trong bảng biểu rõ ràng và có đánh dấu thể hiện theo thời gian. Mẫu chất lưu thu được trong bình kín và điều kiện ổn định, được chuyển

giao ngay cho bên phân tích mẫu chất lưu.

Độ thấm pha khí giảm từ 25 đến 65 % do hiện tượng ngưng tụ của khí ngưng tụ trên mẫu lõi. Mức độ chất lưu thu được đạt giá trị lớn nhất 85% lượng thể tích khí ban đầu.

Độ thấm pha của chất lưu cho thấy xu thế phụ thuộc vào áp suất dòng chảy hơn là độ bão hòa chất lưu trong mẫu.

Các kết quả chạy thành phần mẫu khí cũng như mẫu khí ngưng tụ là các dữ liệu đầu vào quan trọng để phục vụ phân tích PVT, đòi hỏi độ chính xác cao vì nó liên quan trực tiếp đến các thí nghiệm phân tích PVT khác. Trong trường hợp kết quả phân tích thành phần không khớp với các phép phân tích khác, cán bộ phân tích sẽ được yêu cầu phân tích lại thành phần hoặc tìm ra khâu sai sót để điều chỉnh đầu ra kết quả chính xác hơn.

Mẫu phân tích sau khi phân tích được lưu kho cho các nghiên cứu sau này. Kết quả phân tích được thể hiện trong bảng biểu. Được sao lưu và nộp lưu trữ tại cơ quan, được bảo mật hoàn toàn theo yêu cầu của đề tài nhiệm vụ nghiên cứu.

Hiệu quả của sáng chế

Quy trình này dùng để chuẩn hóa công tác thí nghiệm xác định hiện tượng ngưng tụ khí ngưng tụ trong mẫu lõi. Từ đó, xác định cơ chế và nguyên nhân ngưng tụ khí ngưng tụ trong vùng cận đáy giếng khai thác khí ngưng tụ.

Các phân tích nghiên cứu trong phòng thí nghiệm trong cùng một hệ thống, hạn chế sai số của các phép phân tích. Tăng độ tin cậy của các số liệu phân tích, giúp cho các nghiên cứu chuyên sâu trên qui mô lớn hơn đạt hiệu quả cao.

Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm là nghiên cứu tiền đề để hiện thực hóa các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi và giá trị kinh tế cho các mỏ khí, tăng nguồn thu đóng góp cho ngân sách của nhà nước.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình thử nghiệm quá trình ngưng tụ khí ngưng tụ vùng cận đáy giếng bao gồm các bước:

(a) chuẩn bị mẫu phân tích và phương tiện phân tích:

chọn từ ba đến bốn mẫu lõi đại diện cho đối tượng cần nghiên cứu (vĩa) từ giếng có hiện tượng ngưng tụ khí làm ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả khai thác của giếng; các mẫu lõi sau khi khoan, cắt và mài đầu mẫu cho thật phẳng, sao cho khi ghép nhiều mẫu với nhau tạo thành một mẫu hợp phần hình trụ dài; mẫu hợp phần (composite core) này sẽ là mẫu đại diện cho vĩa định áp dụng bơm ép;

các mẫu sau khi khoan cắt, được chiết rửa bằng toluene cho đến khi trên dung môi không đổi màu thì dừng lại, sau đó, đưa các mẫu này vào chiết rửa bằng dung môi methanol nhằm hoà tan các muối còn sót lại trong mẫu lõi, quá trình chiết rửa chỉ dừng lại khi thử nước dung môi bằng muối nitrat bạc mà không có kết tủa;

các mẫu lõi sau khi chiết rửa xong được cho vào tủ sấy để giữ cho mẫu không bị ẩm rồi để nguội nhằm xác định các chỉ tiêu phân tích ở điều kiện thường;

bảo hòa mẫu bằng nước muối mô phỏng hoặc nước vĩa; cân mẫu ướt, ly tâm mẫu nhằm thiết lập độ bão hòa nước ban đầu cho mẫu hợp phần;

nước vĩa được hút chân không để loại bỏ không khí tự do trong nước;

khí nitơ và mẫu khí vĩa được nạp vào các bình riêng biệt, sao cho áp suất khí nitơ sau khi nạp phải đảm bảo lớn hơn 70 bar;

mẫu được lắp vào ống cao su chịu nhiệt, lắp vào bộ giữ mẫu và đặt vào trong buồng thí nghiệm; đấu nối các bình tới bộ giữ mẫu bằng hệ thống đường ống; mở van áp suất nén hông và van vào đối áp, nạp áp suất nén hông và áp suất đối áp từ bình khí nitơ đến áp suất vĩa; tăng nhiệt độ từ từ lên đến nhiệt độ khoảng 70 - 80 °C để làm nóng các bộ phận trong tủ ổn nhiệt (khoảng 8 tiếng); mở các van trên bộ giữ mẫu, dùng thiết bị máy hút chân không hút sạch khí trong bộ giữ mẫu và trong đường ống dẫn để đảm bảo hệ thống không chứa không khí; nâng nhiệt

độ, áp suất nén hông và áp suất trong mẫu lên đến điều kiện nhiệt độ vừa, luôn duy trì chênh áp giữa áp suất nén hông và áp suất trong mẫu không đổi (đủ để làm kín giữa ống cao su bọc mẫu và mẫu); duy trì ổn định của cả hệ thống trong khoảng thời gian đủ dài; áp suất khí bơm qua mẫu vào khoảng 500 bar;

(b) Thực hiện quá trình phân tích:

không khí được loại bỏ hoàn toàn khỏi hệ thống, mẫu khí được bơm ép liên tục trong nhiều giờ nhằm đảm bảo mẫu được bão hòa hoàn toàn, với áp suất bơm ép lớn hơn áp suất điểm sương của mẫu khí; xác định chênh áp của hai đầu mẫu hợp phần bằng hệ thống đo chênh áp khi áp suất ổn định; khi áp suất bơm ép lớn hơn áp suất điểm sương pha lỏng - khí ngưng tụ sẽ ngưng tụ trong mẫu lõi; sự hình thành pha lỏng khí ngưng tụ từ khu vực cận đáy giếng đến sâu trong mẫu hợp phần chia thành hai vùng, vùng khí ngưng tụ dịch chuyển và vùng khí ngưng tụ không dịch chuyển; khi có sự tồn tại và dịch chuyển của khí ngưng tụ, tức dòng chảy trong mẫu hợp phần là hai pha thì khi đó chênh áp giữa hai đầu sẽ tăng lên theo lý thuyết phương trình dòng chảy định luật Darcy; khí được bơm vào mẫu hợp phần theo các cấp áp suất khác nhau, ứng với mỗi cấp áp suất bơm ép dòng khí, sẽ thu được một giá trị chênh áp, từ đó xác định độ thấm của mẫu lõi với hệ chất lưu chảy qua; thí nghiệm được thực hiện tương tự cho đến cấp áp suất cuối cùng trong bảng; thời gian thực nghiệm của các cấp áp suất được thực hiện trong thời gian 12 giờ;

thay đổi lưu lượng khí bơm ép đánh giá khả năng ảnh hưởng của tốc độ dòng khí đến sự xuất hiện của khí ngưng tụ trong điều kiện vừa chứa; ứng với mỗi cấp áp suất, sẽ thực hiện bơm ép với ba cấp độ lưu lượng khác nhau để đánh giá sự hình thành khí ngưng tụ; tại mỗi cấp bơm ép sẽ thực hiện bơm trong thời gian sáu giờ; chênh áp của các cấp lưu lượng khác nhau sẽ được đo ghi lại theo thời gian khi áp suất đầu vào và đầu ra của mẫu hợp phần đã ổn định;

từ thực nghiệm trên mẫu lõi, chất lưu thu được là đầu vào để thực hiện các phân tích về thành phần;

(b1) phân tích sắc kí lỏng và tính chất định tính

tất cả các dụng cụ thí nghiệm bằng thủy tinh cần được rửa sạch bằng xà phòng, tráng lại với nước cất và acetone, sau đó tráng rửa lại bằng clorofom rồi sấy khô trong tủ sấy ở 100 °C; cốc đựng sản phẩm được cân ở 40 °C; giảm nhiệt độ của lò nhiệt xuống mức thấp nhất để xác định điểm đông đặc của khí ngưng tụ; tăng từ từ nhiệt độ của lò để xác định điểm chảy của khí ngưng tụ, tiếp tục tăng nhiệt độ để xác định điểm nhỏ giọt của khí ngưng tụ, tiếp tục tăng nhiệt độ để xác định nhiệt độ bay hơi của khí ngưng tụ; khi mẫu khí ngưng tụ đã hoàn toàn bay hơi, nhiệt độ lò sẽ được hạ xuống theo từng cấp nhiệt độ để xác định sự ngưng lỏng của khí ngưng tụ;

mẫu khí ngưng tụ cần khoảng 300-500 mg để phân tích lượng asphan; mẫu sau khi loại bỏ phần hydrocarbon nhẹ được pha loãng với dung môi n-pentan theo tỷ lệ 100 mL dung môi/1g mẫu; dung dịch kết tủa asphan đã để lắng được rót từ từ vào phễu lọc bằng cách gạn qua đĩa thủy tinh lên giấy lọc, lọc cẩn thận để tránh lọt hợp phần asphan qua giấy lọc xuống dung dịch lọc trong bình chân không; sau khi thu được thành phần rắn trên mẫu lọc, tiếp tục đưa đi phân tích trên thiết bị kính hiển vi để xác định thành phần trầm tích có trên lượng kết tủa;

lắp cột sắc kí, thêm 50 mL dung môi n-hexan vào cột, dùng chất chuẩn becher 50 mL nạp theo thứ tự: 30-50g silicagel, 5-10g oxit nhôm đã hoạt hóa vào cột, vừa nạp vừa gõ nhẹ cột bằng đĩa bọc cao su; đặt một lớp bông thủy tinh bên trên lớp nhôm oxit, chú ý mực dung môi phải cao hơn mặt trên của lớp bông thủy tinh; khi diện tích các điểm đỉnh trên phần mềm phân tích không thay đổi chứng tỏ toàn bộ thành phần lỏng đã được phân tích thành phần hydrocarbon và non-hydrocarbon;

(b2) phân tích sắc kí khí

khí sau khi thu được được phân tích để tìm thành phần của khí và đánh giá mức độ ngưng tụ của khí ngưng tụ trong mẫu lõi; từ từ nâng nhiệt độ lò lên 200 °C để loại bỏ các vi sinh vật trong hệ thống, máy hút chân không được sử dụng để làm sạch không khí có trong hệ thống; mẫu khí sau khi thu được từ quá trình thử

nghiệm trên mẫu lõi được nạp vào bình chứa mẫu; mẫu khí chuẩn được sử dụng để hiệu chuẩn cột sắc kí khí, và phải lặp lại nhiều lần để tăng hiệu quả hiệu chuẩn; nhiệt độ của lò được giảm về nhiệt độ vừa; khí được đưa vào máy sắc kí khí và được phân tích thành phần qua cột sắc kí khí; các kết quả chạy thành phần mẫu khí cũng là các dữ liệu đầu vào quan trọng để phục vụ phân tích áp suất - thể tích - nhiệt độ (PVT), đòi hỏi độ chính xác cao vì nó liên quan trực tiếp đến các thí nghiệm phân tích áp suất - thể tích - nhiệt độ (PVT) khác; khi diện tích các điểm đỉnh đã ổn định, lượng khí trong cột sắc kí khí đã được phân tích hoàn toàn, thành phần các cấu tử trước khi thực hiện phân tích mẫu lõi và sau khi phân tích mẫu lõi được xác định;

kết quả phân tích mẫu lõi được xử lý theo định luật Darcy, mức độ suy giảm độ thấm khí khi có khí ngưng tụ được đo ghi lại theo thời gian phân tích và thực hiện đến khi độ thấm khí nhỏ hơn 100 lần so với giá trị độ thấm ban đầu; kết quả phân tích được thể hiện trong bảng biểu rõ ràng và có đánh dấu thể hiện theo thời gian; mẫu chất lưu thu được trong bình kín và điều kiện ổn định, được chuyển giao ngay cho bên phân tích mẫu chất lưu;

độ thấm pha khí giảm từ 25 đến 65 % do hiện tượng ngưng tụ khí ngưng tụ trên mẫu lõi; mức độ chất lưu thu được đạt giá trị lớn nhất 85% lượng thể tích khí ban đầu;

độ thấm pha của chất lưu cho thấy xu thế phụ thuộc vào áp suất dòng chảy hơn là độ bão hòa chất lưu trong mẫu;

các kết quả chạy thành phần mẫu khí cũng như mẫu khí ngưng tụ là các dữ liệu đầu vào quan trọng để phục vụ phân tích áp suất - thể tích - nhiệt độ (PVT), đòi hỏi độ chính xác cao vì nó liên quan trực tiếp đến các thí nghiệm phân tích áp suất - thể tích - nhiệt độ (PVT) khác; trong trường hợp kết quả phân tích thành phần không khớp với các phép phân tích khác, cán bộ phân tích sẽ được yêu cầu phân tích lại thành phần hoặc tìm ra khâu sai sót để điều chỉnh đầu ra kết quả chính xác hơn;

mẫu phân tích sau khi phân tích được lưu kho cho các nghiên cứu sau này; kết quả phân tích được thể hiện trong bảng biểu, được sao lưu và nộp lưu trữ tại cơ quan, được bảo mật hoàn toàn theo yêu cầu của đề tài nhiệm vụ nghiên cứu.