

Lựa chọn dung dịch và vật liệu chèn cho nứt vỉa thủy lực giếng X mỏ Bạch Hồ

Trương Văn Từ^{1,*}, Nguyễn Khắc Long¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Dung dịch nứt vỉa là một phần quan trọng trong quá trình nứt vỉa thủy lực. Nó được sử dụng để tạo ra khe nứt, để mang hạt chèn vào trong khe nứt và giữ cho hạt chèn lơ lửng cho đến khi khe nứt đóng lại. Để thực hiện những nhiệm vụ này một cách hiệu quả, một chất lỏng nứt vỉa lý tưởng phải có sự kết hợp tất cả các đặc tính như: Chi phí thấp; dễ dàng sử dụng; tổn thất áp suất ma sát thấp; độ nhớt cao trong khe nứt để giữ cho hạt chèn lơ lửng; độ nhớt thấp sau khi xử lý, cho phép dễ dàng thu hồi; tương thích với thành hệ, chất lưu trong vỉa và hạt chèn; an toàn khi sử dụng; không gây độc hại cho môi trường. Tuy vậy, một vài đặc tính trên đây không thể dễ dàng kết hợp với nhau trong cùng dung dịch. Thông thường quá trình lựa chọn dung dịch nứt vỉa là sự cân bằng các yếu tố khác nhau để đạt được sự kết hợp tốt nhất. Nó còn tùy thuộc vào chuyên gia (kỹ sư) nứt vỉa quyết định đặc tính nào thì quan trọng nhất, và đặc tính nào không cần thiết. Để có thể đưa ra sự lựa chọn dễ dàng, trong báo cáo nhóm tác giả tìm hiểu hệ dung dịch nứt vỉa được sử dụng tại Việt Nam.

Từ khóa: Dung dịch nứt vỉa; nứt vỉa thủy lực; hạt chèn.

1. Giới thiệu chung

Bản chất của phương pháp nứt vỉa thủy lực là bơm chất lỏng dưới áp suất cao để tạo và mở rộng thêm các khe nứt trong vỉa sản phẩm, sau đó bơm ép hỗn hợp chất lỏng – hạt chèn vào vỉa để chèn ép những khe nứt tạo thành với mục đích đảm bảo khả năng chảy thấm tốt và duy trì độ thấm sau này khi kết thúc quá trình nứt vỉa thủy lực (Truong V.T. và nnk, 2022).

Dung dịch nứt vỉa có ảnh hưởng quyết định đến quá trình tạo ra khe nứt và mở rộng khe nứt của quá trình nứt vỉa. Vì vậy, việc lựa chọn dung dịch nứt vỉa là rất quan trọng. Dung dịch nứt vỉa được chọn phải là chất lỏng thỏa mãn tối ưu các yêu cầu của dung dịch nứt vỉa và kèm theo chi phí (Jennifer L. Miskimins và nnk, 2019).

Dung dịch nứt vỉa thủy lực bao gồm chất lỏng công tác (khởi tạo khe nứt mới) và chất lỏng bơm ép. Các chỉ tiêu, tính năng kỹ thuật của chất lỏng nứt vỉa thủy lực gồm:

- Có độ nhớt tối ưu để đạt những khe nứt có độ thấm tốt và có khả năng giữ, vận chuyển vật liệu chèn (cát tự nhiên hoặc nhân tạo) ở trạng thái lơ lửng, đi sâu vào khe nứt trong đất đá ở vùng cận đáy giếng;
- Tổn hao thủy lực bởi lực cản trong ống khai thác phải nhỏ để hạn chế sự tổn kém công suất bơm;
- Tương thích với chất lỏng và đất đá vỉa sản phẩm nhằm giữ độ thấm thấu không suy giảm;
- Có độ ổn định cao trong điều kiện áp suất, nhiệt độ vỉa;
- Có hệ số mất dung dịch thấp;
- Sau khi phân hủy phải tạo được cặn linh động để khỏi bít tắc khe nứt.

Để có dung dịch nứt vỉa thủy lực đạt các chỉ tiêu cần sử dụng các chất phụ gia để gia công. Các chất phụ gia gồm các chất có chức năng tăng hoặc giảm độ nhớt, diệt khuẩn, tạo bọt hoặc làm thay đổi tính chất hoạt tính bề mặt của chất lỏng và không độc hại (Nguyễn Tiên Hùng và nnk, 2022).

Do vậy, lựa chọn dung dịch nứt vỉa và vật liệu chèn là quyết định cuối cùng trước khi đưa vào xử lý thiết kế nứt vỉa thủy lực là lựa chọn dung dịch nứt vỉa, chất phụ gia cần thêm vào dung dịch và vật liệu chèn trong quá trình xử lý.

2. Các loại dung dịch nứt vỉa thủy lực

Các loại dung dịch nứt vỉa được sử dụng trong công tác nứt vỉa thủy lực gồm có nhiều loại. Căn cứ vào môi trường phân tán và các pha mà người ta chia thành:

- Dung dịch nứt vỉa gốc nước;

* Tác giả liên hệ

Email: truongvantu@humg.edu.vn

- Dung dịch nứt via gốc dầu;
- Dung dịch nứt via nhiều pha..

2.1. Dung dịch nứt via gốc nước

Dung dịch nứt via gốc nước được tạo thành từ nước ngọt hay nước biển. Để đạt được một số yêu cầu cơ bản của chất lỏng nứt via, dung dịch gốc nước được thêm vào một số chất phụ gia như chất tạo gel,...

- Các dung dịch nứt via gốc nước có tính linh hoạt, giá thành rẻ hơn nhiều so với các loại dung dịch nứt via khác. Quá trình chuẩn bị chúng đơn giản hầu như không độc hại đối với con người và môi trường xung quanh. Do đặc tính không chảy nổi nên nó không gây rủi ro về hỏa hoạn và do tỷ trọng lớn nên tạo ra cột áp thủy tĩnh lớn, không đòi hỏi bơm có công suất cao so với các loại chất lỏng nứt via khác. Dung dịch nứt via gốc nước sẵn có, tồn hao áp lực do ma sát thấp và có thể sử dụng trong phạm vi nhiệt độ thay đổi lớn. Nhược điểm của chất lỏng gốc nước là không phải lúc nào cũng tương thích với đất đá thành hệ. Đặc biệt những thành hệ có sét trương nở.

2.2. Dung dịch nứt via gốc dầu

Dung dịch nứt via gốc dầu có tác dụng tốt hơn đối với độ thấm via so với dung dịch nứt via gốc nước vì là dầu thô của thành hệ nên tương thích với đất đá thành hệ. Việc sử dụng dung dịch gốc dầu có hạn chế do giá thành cao, độc hại với con người và môi trường, dễ gây cháy nổ. Dầu thô tương đối rẻ nhưng đòi hỏi phải thêm một số chất phụ gia đắt tiền để làm giảm độ mất chất lỏng, lực cản. Một nhược điểm khác của dung dịch nứt via gốc dầu là thường có tỷ trọng nhỏ nên đòi hỏi thiết bị xử lý áp suất cao.

2.3. Dung dịch nứt via nhiều pha

- Dung dịch nhũ tương dạng bọt: Thông thường chất lỏng này được tạo thành từ 60-80% thể tích khí Nitơ và 40-20% thể tích nước có pha thêm một số chất hoạt tính bề mặt để làm ổn định thành phần bọt, đôi khi có pha thêm chất tạo gel và chất chống độ mất chất lỏng. Ưu điểm của dung dịch này là có độ nhớt cao và khả năng mang vật liệu chèn tốt do các bọt trong chất lỏng. Loại chất lỏng này áp dụng hiệu quả trong thời kỳ năng lượng via cạn kiệt hay ở via có áp suất thấp, ở những giếng khí có độ thấm thấp và ở những vùng có sét háo nước. Khi tiến hành nứt via dạng này đòi hỏi áp suất xử lý bề mặt cao do cột áp thủy tĩnh được tạo ra thấp. Việc xác định chính xác tính ổn định của dung dịch nứt via dạng bọt trong suốt quá trình xử lý và hàm lượng cát cần pha trộn trong chất lỏng để chèn ép via khó đạt kết quả mong muốn.

- Dung dịch nhũ tương polymer: là dạng chất lỏng dầu trong nước, rất bền vững được tạo thành từ dầu và nước (theo tỉ lệ 2:1) tạo gel. Các chất lỏng này có độ tổn thất chất lỏng thấp và có đặc tính vận chuyển hạt chèn tốt.

Việc lựa chọn dung dịch nứt via dạng này hay dạng khác phụ thuộc vào nhiệt độ via, vì độ nhớt của chất lỏng, tính bền vững của gel, nhũ tương và một số tính chất hóa lý khác phụ thuộc vào nhiệt độ...

2.4. Chất phụ gia

Chất phụ gia được thêm vào dung dịch nứt via nhằm bổ sung, tăng cường một số tính chất của dung dịch nứt via để đạt hiệu quả xử lý cao. Thông thường trong một dung dịch nứt via, người ta dùng vài chất phụ gia. Tuy nhiên, trước khi thêm người ta cần kiểm tra tính tương hợp của các chất phụ gia khác nhau. Nếu hai chất phụ gia không tương hợp với nhau sẽ không được cho vào dung dịch vì chúng sẽ gây ra sự không hòa lẫn và làm ảnh hưởng xấu đến kết quả xử lý. Các loại chất phụ gia:

- Chất diệt khuẩn: khi bơm dung dịch nứt via xuống thành hệ đất đá via, chất diệt khuẩn được thêm vào để làm ức chế sự phát triển của các vi khuẩn kỵ khí. Vi khuẩn kỵ khí có thể làm cho thành hệ hóa chua do tạo H₂S và làm giảm tính chất dầu thô của via. Ngoài chức năng diệt khuẩn, chất diệt khuẩn còn giúp giữ độ ổn định gel cho chất lỏng nứt via khi còn ở trên bề mặt.

- Chất làm tăng độ nhớt: để làm tăng khả năng giữ vật liệu chèn ở trạng thái lơ lửng và làm tăng hiệu suất của dung dịch nứt via người ta cho vào dung dịch nứt via chất làm tăng độ nhớt.

- Chất làm giảm độ nhớt: là chất phụ gia làm giảm độ nhớt của dung dịch nứt via để có thể lôi kéo chúng ra khỏi khe nứt và lấy chúng lên khỏi giếng trong quá trình gọi dòng đưa giếng vào khai thác sau này.

- Chất đệm: là chất phụ gia được thêm vào dung dịch nứt via để khống chế độ pH ở một phạm vi mong muốn. Nó có thể làm nhanh lên hay chậm đi độ thoái nước của polimer. Chức năng khống chế độ pH rất quan trọng vì nếu dung dịch nứt via có độ pH quá lớn hay quá nhỏ, nó sẽ làm vô hiệu hóa tác dụng của chất phụ gia làm giảm độ nhớt.

- Chất phụ gia khống chế độ mất dung dịch: để hạn chế sự mất dung dịch hay dung dịch nứt via vào trong thành hệ khi xử lý nếu sự mất dung dịch là lớn thì chất lỏng còn lại trong khe nứt là ít không đủ tạo ra áp suất để mở rộng khe nứt.

- Chất ổn định thành phần sét (điển hình là KCl): Sự hiện diện của các hạt mịn sét trong tầng sản phẩm được xử lý có thể làm giảm hiệu quả xử lý vì tính trương nở của nó có thể làm nghẽn các kênh dẫn chất lỏng. Với sự hiện diện của KCl trong dung dịch nứt vỉa, nó sẽ ức chế sét kaolinit, illit, chlorit trương nở.

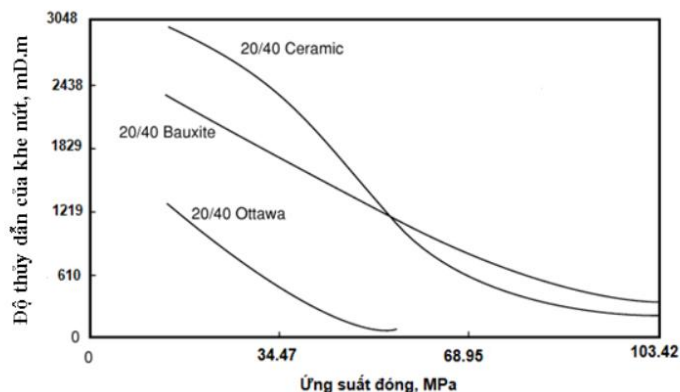
- Chất hoạt tính bề mặt: hoạt động ở bề mặt tiếp xúc giữa pha lỏng và pha rắn hay giữa pha lỏng và pha khí như dầu, nước và đất đá vỉa, làm giảm sức căng ở vùng tiếp xúc. Khi thêm chất hoạt tính bề mặt vào dung dịch nứt vỉa, do tác dụng làm giảm sức căng bề mặt ở vùng tiếp xúc giữa dung dịch nứt vỉa, chất lưu trong vỉa và đất đá sẽ tạo điều kiện cho dung dịch nứt vỉa xâm nhập vào các mạch mao dẫn của đất đá.

3. Các đặc tính của vật liệu chèn trong dung dịch nứt vỉa thủy lực

Để tạo được khe nứt có độ thủy dẫn cao, cần phải có vật liệu chèn trong khe nứt tạo thành sau khi xử lý để khe nứt không bị khép lại. Hai loại hạt chèn chính được sử dụng là cát tự nhiên và hạt chèn nhân tạo (hình 1). Ngày nay, hạt chèn nhân tạo được sử dụng rộng rãi. Loại vật liệu này có đặc tính cơ học và lý hóa thỏa mãn yêu cầu trong quá trình chèn ép. Ảnh hưởng của ứng suất đóng lên độ thủy dẫn của khe nứt theo những loại hạt chèn khác nhau được chỉ ra trên đồ thị hình 2.



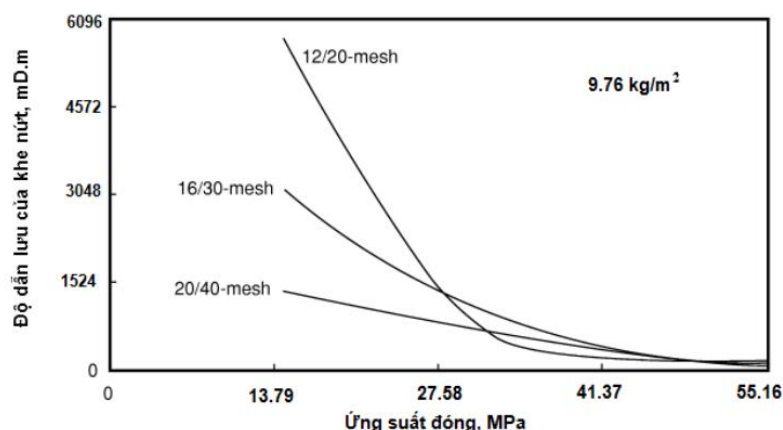
Hình 1. Vật liệu chèn là cát nhân tạo bọc nhựa (Michael J. Economides, 2007)



Hình 2. Ảnh hưởng của ứng suất đóng lên độ dẫn lưu của khe nứt cho từng loại hạt chèn khác nhau (Tùng Thành Nghĩa và nnk, 2017)

3.1. Kích thước hạt chèn

Vật liệu chèn cỡ hạt lớn có ưu điểm là tạo độ thủy dẫn tốt cho khe nứt vì các kích thước mắt lưới giữa các hạt chèn lớn. Nhưng cỡ hạt lớn lại gây khó khăn trong việc vận chuyển vật liệu chèn vào trong khe nứt. Các thành hệ có nhiều thành phần hạt mịn, bờ rời trong cấu trúc đất đá của tầng sản phẩm thì vật liệu chèn có kích thước nhỏ lại thích hợp hơn vì chúng hạn chế được sự di chuyển của các hạt mịn này vào trong giếng làm xấu đi tính thấm thấu của lưu chất xung quanh giếng (hình 3). Chính vì vậy so với các hạt chèn có kích cỡ lớn thì hạt có kích cỡ nhỏ tạo ra độ thủy dẫn nhỏ hơn nhưng nó lại duy trì được độ thủy dẫn trung bình tốt hơn trong suốt thời gian hoạt động của giếng.



Hình 3. Ảnh hưởng của kích thước hạt chèn đến độ dẫn lưu theo ứng suất đóng (Từ Thành Nghĩa và nnk, 2017)

3.2. Độ thấm hạt chèn

Là đơn vị đo khả năng vật liệu chèn cho phép dòng chảy qua chúng, cũng giống như khái niệm độ thấm của thành hệ. Nó được xác định trong phòng thí nghiệm bằng cách đo lưu lượng dòng chảy qua một hộp chứa đầy vật liệu chèn có kích thước xác định ở các mức chênh áp khác nhau cho đến khi dòng chảy đạt trạng thái ổn định. Hộp này được chế tạo để có thể tạo nhiệt độ và áp lực lên vật liệu chèn như điều kiện vỉa. Giá trị diện tích tiết diện của hộp sau đó được thay vào phương trình dòng chảy của Darcy để xác định độ thấm của vật liệu chèn. Thường độ thấm được biểu diễn qua tải trọng đặt lên nó, từ đó chúng ta có thể tính được độ thủy dẫn của vật liệu chèn trong khe nứt có tiết diện bất kỳ ở điều kiện đóng của vỉa thực tế.

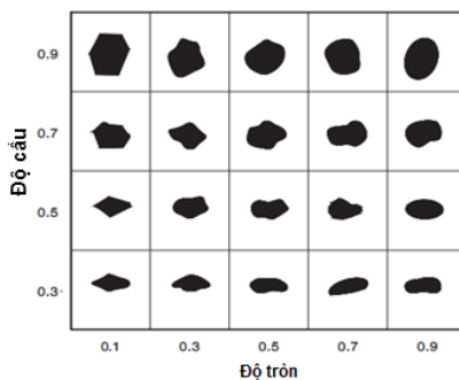
3.3. Hình dạng của hạt chèn

Tính năng hoạt động của hạt chèn cũng phụ thuộc vào độ cầu và độ tròn cạnh của hạt chèn.

Độ tròn cạnh là số đo mức độ góc cạnh của các hạt vật liệu chèn, được đo theo tiêu chuẩn Krumbein và có giá trị trong khoảng 0.1÷1.

Độ cầu là số đo mức độ tròn trịa trong không gian của các hạt vật liệu chèn. Hệ số này thay đổi theo phạm vi từ 0.1÷1. Hệ số càng lớn, độ cầu càng cao (hình 4).

Với hạt chèn có độ tròn cạnh và độ cầu tốt, ứng suất bề mặt phân bố đều (không có hiện tượng tập trung ứng suất) trên bề mặt các hạt chèn nên có khả năng chịu tải lớn hơn. Chính vì vậy ở điều kiện áp suất vỉa cao, hạt chèn có độ tròn cạnh và độ cầu tốt cho khe nứt có độ thấm cao. Tuy nhiên ở điều kiện áp suất vỉa thấp thì hạt chèn có độ cầu – tròn cạnh kém đôi khi chèn khi nứt thì tạo độ thấm tốt hơn (do tạo độ rỗng tốt hơn).

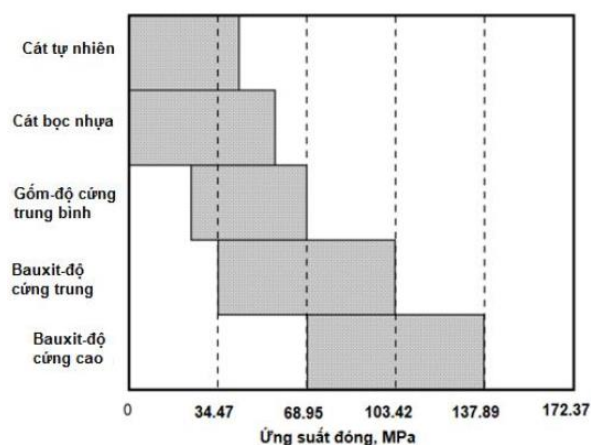


Hình 4. Giá trị độ cầu và độ tròn cạnh của hạt chèn (Từ Thành Nghĩa và nnk, 2017)

3.4. Độ cứng của hạt chèn

Là tải trọng lên diện tích tiếp xúc ở thời điểm hạt chèn bị vỡ. Đây là thông số quan trọng khi chọn vật liệu chèn. Khi áp suất do dung dịch nứt vỉa tạo ra được giải phóng thì các khe nứt (đã chứa vật liệu chèn) có khuynh hướng khép lại do tính đàn hồi của đất đá và tác dụng ứng suất của đá vây quanh. Nếu các hạt

chèn không đủ bền dưới ứng suất đóng kín thì chúng sẽ bị đập vỡ và làm giảm đáng kể độ dẫn lưu của khe nứt. Còn nếu hạt chèn quá cứng trong khi thành hệ lại mềm thì có thể hạt chèn bị lún vào thành hệ và khe nứt sẽ khép lại (hình 5)



Hình 5. Giới hạn sử dụng vật liệu chèn theo ứng suất đóng (Từ Thành Nghĩa và nnk, 2017)

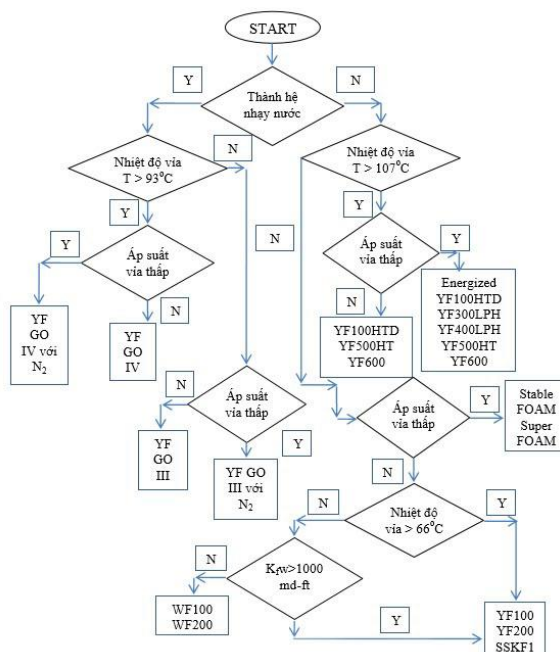
3.5. Mật độ hạt chèn

Là lượng hạt chèn trên một đơn vị diện tích thành khe nứt (kg/m^2). Mật độ hạt chèn càng lớn thì độ dẫn lưu của khe nứt càng cao nhưng không vượt quá 2.44 kg/m^2 vì có thể gây nên hiệu ứng lún vào thành khe nứt.

4. Lựa chọn dung dịch nứt vỉa và vật liệu chèn cho nứt vỉa thủy lực giếng X mỏ Bạch Hổ

Dung dịch lựa chọn có thể phụ thuộc vào tính tương hợp của chúng với chất lỏng của tầng sản phẩm và đá chứa. Các tính chất của dung dịch nứt vỉa như một hàm theo nhiệt độ và thời gian cũng là những yếu tố phải tính đến. Tính ưu việt kỹ thuật của một dung dịch nứt vỉa so với dung dịch khác liên quan đến điều kiện riêng của giếng đang quan tâm. Trong tất cả các trường hợp, dung dịch nứt vỉa đảm bảo đơn giản nhất nhưng lại phải đáp ứng yêu cầu kỹ thuật tốt nhất. Vì vậy, trước khi đưa vào xử lý thiết kế nứt vỉa thủy lực là lựa chọn dung dịch nứt vỉa, chất phụ gia cần thêm vào dung dịch và vật liệu chèn trong quá trình xử lý.

4.1. Lựa chọn dung dịch nứt vỉa:



Hình 6. Sơ đồ lựa chọn dung dịch nứt vỉa

Dung dịch nứt vỉa có ảnh hưởng quyết định đến quá trình tạo ra khe nứt và mở rộng khe nứt của quá trình nứt vỉa. Vì vậy, việc lựa chọn dung dịch nứt vỉa là rất quan trọng. Dung dịch nứt vỉa được chọn phải là chất lỏng thỏa mãn tối ưu các yêu cầu của dung dịch nứt vỉa và kèm theo chi phí. Quá trình lựa chọn dung dịch nứt vỉa có thể theo lưu đồ trên.

Một số loại dung dịch nứt vỉa có thể được sử dụng với giếng X như: LN30, LF30, WF130. Tuy nhiên loại dung dịch nứt vỉa này lại có một số điểm không phù hợp cho địa tầng Oligocen dưới với nhiệt độ và áp suất cao như giếng X. Dựa vào đặc điểm địa chất, áp suất vỉa nhiệt độ vỉa đề xuất chọn loại dung dịch nứt vỉa: YF140HTD (HTD-High Temperature Drilling). Thành phần YF140HTD gồm:

Bảng 1. Thành phần dung dịch nứt vỉa YF140HTD

Thành phần các hóa phẩm	Hàm lượng
M275, Microbiocide (chất kháng vi khuẩn)	0.06 kg/m ³
J877, Guar Polymer Slurry (chất tạo nhớt)	9.00 L/m ³
F108, Surfactant (chất giảm sức căng bề mặt)	2.00 L/m ³
L010, Crosslinker (chất tạo liên kết giữa các phân tử)	0.96 kg/m ³
M002, Caustic Soda Flake (kiềm)	4.67 kg/m ³
J480, Crosslinker Delay Agent (ức chế liên kết chéo)	4.79 kg/m ³
J353, High Temperature Gel Stabilizer (chất ổn định gel ở nhiệt độ cao)	1.20 kg/m ³
J450, Stabilizer (chất ổn định - dung dịch và giếng khoan)	1.00 L/m ³
V016, Seawater Additive (chất phụ gia)	15.00 L/m ³
D047, Antifoam Agent (chất chống tạo bọt)	0.25 L/m ³
J490, EB-CLEAN High Temp Breaker (chất phá ở nhiệt độ cao)	0.00 kg/m ³
J481, Breaker (chất phá)	0.00 kg/m ³

Dung dịch YF140HTD được lựa chọn cho giếng X do có các ưu điểm và đạt được các yêu cầu:

- + Khả năng chịu nhiệt độ và áp suất cao: YF140HTD có khả năng chịu áp suất cao, giúp tạo ra thủy lực đủ mạnh để nứt vỉa. Điều này cho phép tạo ra các khe nứt sâu và rộng hơn, tăng khả năng tiếp xúc và độ thấm của chất lưu trong vỉa;
- + Có tính ổn định: độ nhớt và khối lượng riêng cao (4.8kg/m³), giúp duy trì các khe nứt và ngăn chặn sự bít nhét các khe nứt. Điều này làm tăng khả năng chảy của chất lưu vào đáy giếng;
- + Độ tương thích với hạt chèn (ISP20/40), đảm bảo hiệu quả của quá trình nứt vỉa và tăng cường khả năng kiểm soát kích thước và hình dạng khe nứt;
- + Tính acid: Dung dịch nứt vỉa YF140HTD có tính acid – do qua trình khoan khoan qua tầng sét rất dễ gây mất an toàn và sự cố khoan. Nên dung dịch nứt vỉa có tính acid để ức chế khả năng trương nở của tầng sét;
- + Ngoài ra dung dịch YF140HTD an toàn đối với con người và môi trường– dung dịch có thành phần phân hoá học thân thiện.

4.2. Lựa chọn vật liệu chèn:

Trên cơ sở thí nghiệm, các thông số cơ học của đất đá vỉa lục nguyên, cũng như áp suất đóng và hiệu quả thực tế khi tiến hành nứt vỉa thủy lực, Liên doanh dầu khí Việt – Nga (Vietsovpetro) lựa chọn loại hạt chèn phù hợp đó là đối với Oligocen dưới mỏ Bạch Hổ đó là: hạt chèn loại bauxit, sinterbauxit với kích cỡ hạt 16/30 hoặc cacbolite 20/40.

Bảng 2 . Thông số cơ bản của vật liệu chèn sử dụng cho giếng X (Fraccade Stimulation Propsal, well X-MSP10).

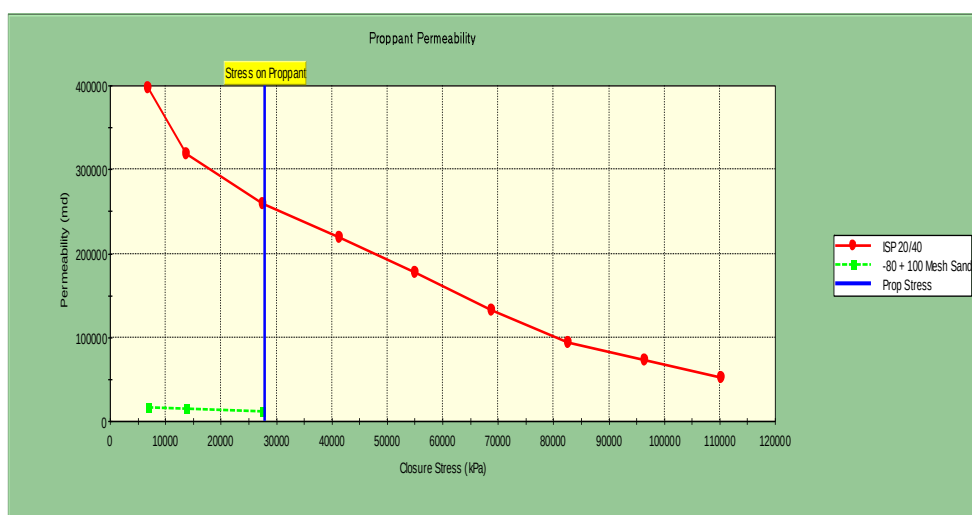
Tên vật liệu chèn	Tỷ trọng (kg/m ³)	Đường kính trung bình (mm)	Độ rỗng giữa các hạt vật liệu chèn (%)	Độ thấm (mD)
ISP 20/40	3.10	0.675	26.8	399512
-80 + 100 Mesh Sand	2.64	0.164	35.0	14339

Độ thấm của hạt chèn được tính toán dựa vào các thông số sau:

- + Nhiệt độ tại đáy giếng: 140oC (đo được tại một thời điểm cụ thể của giếng bằng cách thả các thiết bị đo nhiệt độ như cảm biến hoặc thiết bị đo thông số giếng);

- + Ứng suất trong vật liệu chèn: 52.482 kPa. Đây là thông số rất quan trọng bởi hạt chèn cần phải chịu được áp lực đất đá sau khi thực hiện nứt vỉa mà không làm cho các khe nứt bị đóng lại;
- + Nồng độ hạt chèn vào trong khe nứt: 4,88 kg/m²;
- + Modun Young's trung bình: 2,482x10⁷ kPa.

Khi áp suất do dung dịch nứt vỉa tạo ra được giải phóng thì các khe nứt (đã chứa vật liệu chèn) có khuynh hướng khép lại do tính đàn hồi của đất đá và tác dụng ứng suất của đất đá vây quanh. Nếu các hạt chèn không đủ bền dưới ứng suất đóng kín thì chúng sẽ bị dập vỡ và làm giảm đáng kể độ dẫn lưu khe nứt (hình 7).



Hình 7. Đồ thị thấm của vật liệu chèn (Fraccade Stimulation Proposal, well X-MSP10)

- Một số loại hạt chèn: ISP 12/18, ISP 16/30, ISP 20/40. Nhưng tính chất và thành phần của loại hạt chèn ISP12/18 và ISP16/30 không phù hợp để sử dụng với giếng X do nhiệt độ và áp suất vượt ngưỡng cho phép.
- Đề xuất lựa chọn hạt chèn ISP 20/40, thông số 20/40 chỉ kích thước của hạt chèn với 20 là kích thước nhỏ nhất và 40 là kích thước lớn nhất tức là kích thước hạt chèn nằm trong khoảng 20-40 và đơn vị là mesh – kích thước của hạt chèn trên mỗi inch vuông của mắt sàng chuẩn.

Bảng 3. Thông số hạt chèn ISP 20/40

Thông số hạt chèn ISP 20/40				
Tên	Trọng lượng riêng	Đường kính (mm)	Tỷ lệ độ rỗng (%)	Độ thấm (mD)
ISP 20/40	3.62	0.675	37.3	219009

Hạt chèn ISP 20/40 có các ưu điểm :

- + Độ cứng và chịu nhiệt cao: ISP 20/40 có độ cứng và khả năng chịu nhiệt cao, giúp duy trì kích thước và tính chất của hạt chèn trong môi trường nhiệt độ và áp suất lớn. Điều này đảm bảo các khe nứt được bảo toàn và không bị đóng kín sau khi nứt vỉa.
- + Kích thước: ISP 20/40 có kích thước phân bố đồng đều trong khoảng 0,85mm-0,425mm), giúp tạo các khe nứt đồng đều và duy trì trong đá. Cung cấp sự liên thông giữa vỉa và giếng.
- + Tính ổn định hoá học: Không bị phá vỡ cấu trúc do hoạt động hoá học trong môi trường vỉa và dung dịch nứt vỉa. Duy trì các tính chất cơ học của hạt chèn và đảm bảo hiệu quả của quá trình nứt vỉa trong thời gian dài.
- + Chịu áp suất cao: có khả năng chịu áp suất cao, giúp duy trì kích thước và khả năng tải trọng của hạt chèn trong quá trình vận hành. Đảm bảo các khe nứt vẫn mở và duy trì kênh dẫn.

5. Kết luận

- Dung dịch nứt vỉa phù hợp với giếng X mỏ Bạch Hổ là loại dung dịch nứt vỉa YF140HTD vì YF140HTD có tính nhớt cao, giúp tăng cường khả năng truyền tải áp lực và năng lượng trong quá trình nứt

vía, điều này làm cho dung dịch này hiệu quả trong việc tạo ra các vết nứt mạnh mẽ và dễ dàng mở rộng. Ngoài ra, YF140TD có khả năng kiểm soát độ nhớt và tuần hoàn nhanh chóng, cho phép nhanh chóng thay đổi đặc tính nhớt và tùy chỉnh quá trình nứt vỉa theo nhu cầu. Điều này đặc biệt hữu ích trong việc thích ứng với các điều kiện địa chất và đáp ứng linh hoạt trong quá trình khoan và nứt vỉa. YF140HTD cũng có khả năng chống tác động hóa học và chịu nhiệt tốt, giúp nó duy trì hiệu quả và ổn định trong môi trường khắc nghiệt của quá trình khai thác dầu và khí;

- Hạt chèn phù hợp đối với giếng X mỏ Bạch Hổ là loại hạt chèn ISP 20/40. Đầu tiên ISP 20/40, kích thước trong khoảng 20 mesh đến 40 mesh (0,425- 0,85mm). Đây là kích thước phổ biến và được sử dụng rộng rãi trong ngành dầu khí. Việc sử dụng hạt chèn ISP 20/40 trong quá trình nứt vỉa mang lại nhiều lợi ích như kích thước chế độ đồng nhất, khả năng chịu áp lực, tính thấm lọc và sàng lọc tốt, cùng với tính ổn định hóa học. Điều này làm cho ISP 20/40 trở thành lựa chọn hợp lý để tối ưu hóa hiệu suất và hiệu quả trong quá trình khai thác dầu khí tại giếng X mỏ Bạch Hổ.

Tài liệu tham khảo

Jennifer L. Miskimins, Editor-in-Chief, 2019. *Hydraulic Fracturing: Fundamentals and Advancements*. Society of Petroleum Engineers.

Michael J. Economides, Tony Martin, BJ Services Company, 2007. *Modern Fracturing Enhancing Natural Gas Production_CD for computer*. Houston, TX: ET Publishing.

Nguyễn Tiến Hùng, Hoàng Dung, Nguyễn Khắc Long, Trương Văn Từ, Doãn Thị Trâm, Nguyễn Văn Thành, 2022. *Nguyên lý phá hủy*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.

Trương V.T., Nguyễn T.V., Nguyễn V.T. và nnk, 2022. Oil and Gas Well Stimulation by Hydraulic Fracturing in the Oligocene of Bạch Hổ Field. Case study: Hydraulic fracturing for well X–MSP10. *Integrated Petroleum Engineering (IPE3)*, Hà Nội, Transport Publishing House, 71-82.

Từ Thành Nghĩa, Nguyễn Thúc Kháng, và Nguyễn Quốc Dũng, 2016. *Công nghệ xử lý vùng cận đáy giếng các mỏ dầu khí ở thềm lục địa Nam Việt Nam*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh.

ABSTRACT

Selection of hydraulic fracturing fluid and proppant for Well X of White Tiger Oil Field

Trương Văn Từ¹, Nguyễn Khắc Long¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

Hydraulic fracturing fluid is an important part of the hydraulic fracturing process. It is used to create a fracture, to carry the insert into the fracture, and to keep the insert suspended until the fracture closes. To perform these tasks effectively, an ideal fracturing fluid must combine all the following characteristics: low cost; easy to use; low friction pressure loss; high viscosity in the fracture to keep the insert suspended; low viscosity after treatment, allowing easy recovery; compatible with formations, reservoir fluids and inserts; safe when using; not harmful to the environment. However, some of the above properties cannot be easily combined together in the same fluid. Usually the process of selecting a fracturing fluid is a balancing of different factors to achieve the best combination. It is up to the fracturing expert (engineer) to decide which characteristics are most important, and which are unnecessary. To be able to make an easy choice, in the report the authors study the fracturing fluid system used in Vietnam.

Keywords: Fracturing fluid, Hydraulic fracturing, proppant.