



(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)



1-0026637

(51)⁷ C09K 8/42; C09K 8/504; C04B 12/04

(13) B

(21) 1-2012-01752

(22) 18/11/2010

(86) PCT/US2010/057278 18/11/2010

(87) WO/2011/063148 26/05/2011

(30) 12/621,665 19/11/2009 US

(45) 25/12/2020 393

(43) 25/09/2012 294A

(73) Baker Hughes Incorporated (US)

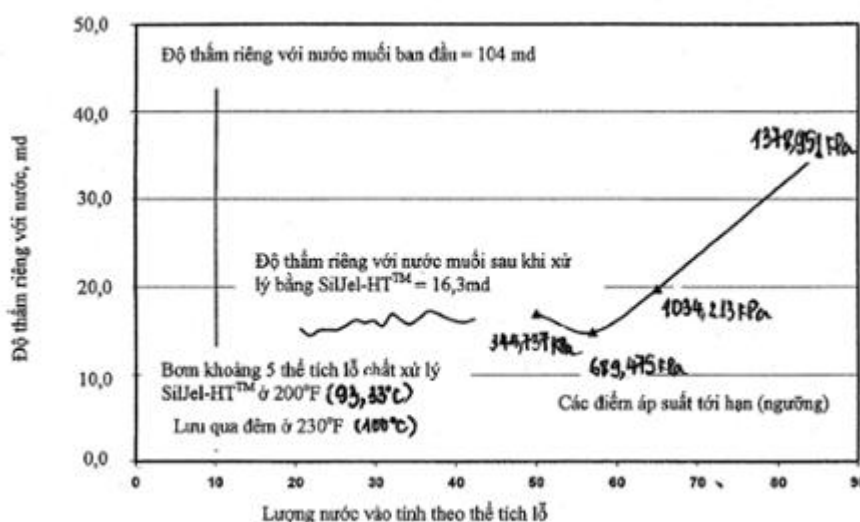
2929 Allen Parkway, Suite 2100, Houston, Texas 77019, United States

(72) WANG, Xiaolan (CN); KALFAYAN, Leonard (US); CUTLER, Jennifer (US).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ VĨA TẦNG SÂU

(57) Sáng chế đề cập đến chế phẩm và phương pháp xử lý vỉa tầng sâu làm giảm dịch lỏng chứa nước chảy qua vỉa tầng sâu. Chế phẩm và phương pháp được sử dụng để kiểm soát dòng nước. Chế phẩm này bao gồm chất phụ gia kiểm soát dòng nước được điều chế bằng cách cho natri silicat tan phản ứng với hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân để tạo ra silanol mà phản ứng và tạo thành liên kết với vỉa, nhờ đó tạo ra polysiloxan gắn kết.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nhìn chung, sáng chế đề cập đến phương pháp và chế phẩm xử lý vỉa tầng sâu dùng để kiểm soát dòng nước trong các vỉa tầng sâu. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý vỉa tầng sâu bằng cách sử dụng lớp bao polysiloxan gắn kết trong phương pháp kiểm soát dòng nước trong vỉa tầng sâu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hầu hết các vỉa tầng sâu tạo hydrocacbon đều chứa nước và hydrocacbon. Nước chuyển động làm phát sinh một số vấn đề. Việc tạo ra nước một cách không mong muốn này vẫn cần được giải quyết trong ngành công nghệ dầu khí do sự có mặt của dòng nước trong vỉa tầng sâu sẽ dẫn đến thu hồi phải một lượng lớn nước lẫn vào trong hydrocacbon mong muốn. Khi nước được thu hồi ở dạng lẫn với hydrocacbon thì cả hai đều phải được bơm từ vỉa lên bề mặt, tại đây nước cần phải tách ra khỏi hydrocacbon và bỏ đi khi cần. Nếu thể tích nước quá lớn thì chi phí lưu và loại bỏ nước có thể khiến chi phí thu hồi hydrocacbon tăng cao, chắc chắn dẫn đến việc ngừng sản xuất.

Dòng nước chảy vào trong vỉa tạo hydrocacbon có thể xuất phát từ, nhưng không giới hạn ở, nước chảy qua các khe đứt gãy, các đới mất chất lưu bơm và rãnh có độ thấm cao hoặc nón nước. Một phương pháp tương đối hiệu quả để làm giảm dòng nước không mong muốn gel hóa và/hoặc polyme hóa silicat tan, như natri silicat. Phương pháp này được gọi là phương pháp làm đầy hóa học, thường là quy trình bơm dung dịch phản ứng hóa học có tập tính như dịch lỏng, nhưng phản ứng trong một khung thời gian xác định trước để tạo ra chất rắn hoặc gel trong vỉa tầng sâu.

Silicat tan đã được phát hiện là có nhiều ứng dụng trong việc kiểm soát dòng nước. Nó là một sản phẩm cố định, không chọn lọc để làm kín các lỗ rỗng của bể chứa và làm thay đổi độ thấm. Nó hoạt động bằng cách kết tủa natri silicat để tạo ra gel vô định hình, không kết tinh, phản hồi sóng địa chấn. Natri silicat dạng lỏng có thể được tạo ra để gel hóa và làm đông cứng trong một khung thời gian mong muốn (vài phút

đến vài giờ) bằng cách điều chỉnh loại và nồng độ (các) chất làm đông cứng hoặc (các) chất hoạt hóa. Các chất hoạt hóa phổ biến nhất là axit, muối của kim loại kiềm thổ, glyoxal và formamit. Natri silicat tan có hiệu quả nhất khi được trám ép vào trong các lỗ, trong khi đó nếu nó nằm lại trong giếng khoan thì mẫu gel thu được không ổn định và có thể phá vỡ bằng cách kéo ống qua nó. Kinh nghiệm cho thấy rằng áp suất đứt gãy thấp có thể làm đứt gãy gel cứng trong mẫu lõi, điều này cho thấy cơ chế trám không chặt (trám không ép) các silicat này. Nhìn chung, ở một mức nào đó gel cứng được tạo ra bởi natri silicat dễ đứt gãy và vỡ ra khi sử dụng áp lực trên diện tích mặt cắt ngang lớn.

Ở một mức độ nào đó, việc sử dụng natri silicat để kiểm soát dòng nước vẫn cho hiệu quả nhưng vẫn có nhu cầu về phương pháp gel hóa hóa học natri silicat để tạo ra silicat tan dùng trong hệ thống kiểm soát dòng nước một cách hiệu quả hơn. Sẽ thuận lợi hơn nếu natri silicat có thể chịu được áp suất cao hơn áp suất hiện đang sử dụng nhưng vẫn giữ được tác dụng làm giảm độ thấm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo như trên, sáng chế đề xuất phương pháp và chế phẩm hữu dụng làm chất kiểm soát dòng nước dưới dạng các phương án của nó. Cụ thể hơn, theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý vỉa tầng sâu bằng cách làm giảm dòng chảy của các dịch lỏng chứa nước. Chế phẩm chất kiểm soát dòng nước theo sáng chế hoạt động dưới dạng chất làm đầy hóa học để ngăn nước chảy qua vỉa tầng sâu. Theo phương án này, chế phẩm chất kiểm soát dòng nước được bơm vào vỉa tầng sâu thông qua giếng khoan. Chế phẩm chất kiểm soát dòng nước chứa natri silicat tan cùng với chất hoạt hóa và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân. Theo một khía cạnh, chế phẩm chất kiểm soát dòng nước có thể cũng chứa chế phẩm liên kết chéo.

Hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân để tạo thành silanol, một sản phẩm trung gian dễ phản ứng. Khi các silanol ngưng tụ với nhau để tạo ra polysiloxan, các silanol này có thể phản ứng với các hạt silic của vỉa để tạo ra liên kết đồng hóa trị của polyme này với bề mặt hạt. Các silanol có thể cũng phản ứng tại vị trí silanol của hạt silic xếp được tạo ra từ quá trình đông cứng natri silicat tan thành lớp bọc và gắn kết chúng với

nhau và với các hạt của vữa tầng sâu. Do đó, polysiloxan hoạt động như một chất keo để liên kết đồng hóa trị các silicat xốp được tạo ra từ quá trình đông cứng natri tan với vữa và liên kết đồng hóa trị các hạt silicat xốp giống nhau với nhau.

Theo một khía cạnh, chế phẩm liên kết chéo tùy ý có thể chứa một hoặc nhiều chất liên kết chéo. (Các) chất liên kết chéo có thể tạo ra liên kết chéo giữa các silanol với nhau để tạo thành gel silic 3 chiều để tăng thêm độ bền cho hệ thống kiểm soát nước. Trong khi rất nhiều chất liên kết chéo khác nhau có thể được dùng để tạo ra liên kết giữa các silanol thì chất liên kết chéo bo là đặc biệt hiệu quả. Ví dụ về chất liên kết chéo thích hợp có thể bao gồm các hợp chất giải phóng ion borat, như axit boric, boric oxit, axit pyroboric, axit metaboric, borac, natri tetraborat, pentaborat, v.v.. và các hỗn hợp của chúng. Các hợp chất thích hợp khác có thể được dùng làm chất liên kết chéo theo các phương án của sáng chế sẽ trở lên rõ ràng với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và được xem là nằm trong phạm vi của sáng chế.

Với chế phẩm này, mẫu gel tạo thành từ quá trình đông cứng natri silicat tan sẽ làm giảm độ thấm của vữa tầng sâu, làm ngừng hoặc làm giảm dòng chảy của các dịch lỏng chứa nước qua vữa tầng sâu. Ngoài ra, độ bền của mẫu gel cũng được cải thiện thông qua việc polysiloxan gắn kết các hạt silic xốp được tạo ra từ quá trình đông cứng natri silicat tan với nhau và với vữa.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra chế phẩm chất kiểm soát dòng nước hữu dụng trong các ứng dụng kiểm soát dòng nước. Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra lớp bọc polysiloxan gắn kết, hữu dụng làm chất kiểm soát dòng nước. Theo phương án này, natri silicat tan, chất hoạt hóa, và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được cho tiếp xúc với bề mặt khoáng vật silic của vữa tầng sâu. Chất hoạt hóa này làm cứng hoặc đông cứng natri silicat tan để tạo ra rất nhiều hạt silicat. Hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân thủy phân tạo ra sản phẩm trung gian silanol dễ phản ứng, phản ứng với nhau tạo ra polysiloxan gắn kết. Polysiloxan gắn kết này kết dính hoặc gắn kết các hạt silicat đã tạo thành với nhau và với các bề mặt của vữa tầng sâu.

Ngoài phương án về phương pháp, theo một phương án, sáng chế còn đề xuất chế phẩm. Ví dụ, theo một phương án, sáng chế đề xuất chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước để sử dụng trong vỉa tầng sâu. Chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước chứa natri silicat tan cùng với chất hoạt hóa và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân. Theo phương án này, chất hoạt hóa làm cứng hoặc đông cứng natri silicat tan để tạo ra rất nhiều hạt silicat trong chế phẩm. Hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân thủy phân để tạo ra sản phẩm trung gian silanol để phản ứng phản ứng với nhau để tạo ra polysiloxan gắn kết. Polysiloxan gắn kết này kết dính hoặc gắn kết các hạt silicat đã tạo thành với nhau và với các bề mặt của vỉa tầng sâu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị minh họa độ thấm riêng với nước (md) theo thể tích nước đưa vào tính theo thể tích lỗ sau khi xử lý bằng chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước được tạo ra theo các phương án đã biết trong tình trạng kỹ thuật trước; và

Fig.2 là đồ thị minh họa độ thấm riêng với nước (md) theo thể tích nước đưa vào tính theo thể tích lỗ sau khi xử lý bằng chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước được tạo ra theo các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế rất dễ cải biến và thay thế, do đó các phương án cụ thể được nêu trong các hình vẽ và phần mô tả chi tiết dưới đây chỉ được lấy làm ví dụ. Cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án cụ thể đã mô tả và các phương án cải biến, các tương đương và thay thế đều nằm trong phạm vi của sáng chế và được xác định bằng các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm.

Các phương án minh họa sáng chế được mô tả dưới đây như cách chúng được sử dụng trong thực hành và xử lý trong các ứng dụng trong lĩnh vực dầu khí. Để rõ ràng, cần hiểu rằng không phải tất cả các công đoạn vận hành trong thực tế đều được mô tả trong bản mô tả này. Tất nhiên, cần hiểu rằng khi triển khai một phương án thực hành bất kỳ, có thể phải ra nhiều quyết định theo hoàn cảnh thực tế để đạt được mục đích, và sẽ phải thay đổi từ lần thực hành này đến lần thực hành khác. Tuy nhiên, cần

hiểu rằng chúng phức tạp và tốn nhiều thời gian nhưng cũng sẽ nằm trong khả năng của người có kỹ năng thông thường. Các khía cạnh và ưu điểm khác của các phương án của sáng chế sẽ trở lên rõ ràng dựa trên phần mô tả sau đây.

Theo các phương án, sáng chế đề xuất phương pháp và chế phẩm hữu dụng làm chất kiểm soát dòng nước. Cụ thể hơn, theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý vỉa tầng sâu bằng cách làm giảm dòng chảy của các dịch lỏng chứa nước. Chế phẩm chất kiểm soát dòng nước theo sáng chế hoạt động dưới dạng chất làm đầy hóa học để ngăn nước khỏi chảy qua vỉa tầng sâu. Theo phương án này, chế phẩm chất kiểm soát dòng nước được bơm vào vỉa tầng sâu thông qua giếng khoan. Chế phẩm chất kiểm soát dòng nước bao gồm natri silicat tan cùng với các chất hoạt hóa và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân. Theo một khía cạnh, chế phẩm chất kiểm soát dòng nước có thể cũng bao gồm chế phẩm liên kết chéo.

Các nhóm alkoxy trong hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân thủy phân để tạo ra silanol, một sản phẩm trung gian dễ phản ứng. Khi các silanol ngưng tụ với nhau để tạo ra polysiloxan, các silanol này có thể phản ứng với các hạt silic của vỉa để tạo ra liên kết đồng hóa trị của polyme này với các bề mặt hạt. Các silanol có thể cũng phản ứng với các vị trí silanol của các hạt silic xộp được tạo ra từ quá trình đông cứng natri silicat tan thành lớp bọc và gắn kết chúng với nhau và với các hạt của vỉa tầng sâu. Do đó, polysiloxan hoạt động dưới dạng keo để liên kết đồng hóa trị các silicat xộp được tạo thành từ quá trình đông cứng natri tan thành vỉa và liên kết đồng hóa trị các hạt silicat xộp giống nhau với nhau. Với chế phẩm theo sáng chế, mẫu gel tạo ra từ quá trình đông cứng natri silicat tan làm giảm độ thấm của vỉa tầng sâu, làm ngừng hoặc làm giảm dòng chảy của các dịch lỏng chứa nước qua vỉa tầng sâu. Ngoài ra, độ bền của mẫu gel cũng được cải thiện thông qua việc polysiloxan gắn kết các hạt silic xộp được tạo thành từ quá trình đông cứng natri silicat tan với nhau và với vỉa.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra chế phẩm chất kiểm soát dòng nước hữu dụng trong các ứng dụng kiểm soát dòng nước. Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra lớp bọc polysiloxan gắn kết, hữu dụng làm chất kiểm soát dòng nước. Theo phương án này, natri silicat tan, chất hoạt hóa, và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được cho tiếp xúc với bề mặt khoáng vật silic của vỉa tầng

sâu. Chất hoạt hóa này làm cứng hoặc đông cứng natri silicat tan để tạo ra rất nhiều hạt silicat. Hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân thủy phân tạo ra sản phẩm trung gian silanol dễ phản ứng, phản ứng với nhau tạo ra polysiloxan gắn kết. Polysiloxan gắn kết này kết dính hoặc gắn kết các hạt silicat đã tạo thành với nhau và với các bề mặt của vỉa tầng sâu.

Ngoài phương án về phương pháp, sáng chế còn đề xuất các chế phẩm dưới dạng một phương án theo sáng chế. Ví dụ, dưới dạng một phương án, sáng chế đề xuất chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước để sử dụng trong vỉa tầng sâu. Chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước bao gồm natri silicat tan cùng với chất hoạt hóa và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân. Theo phương án này, chất hoạt hóa này làm cứng hoặc đông cứng natri silicat tan để tạo ra rất nhiều hạt silicat trong chế phẩm. Việc bổ sung hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân cải thiện hóa học gel hóa cho natri silicat tan để chúng có khả năng thực hiện chức năng của một chất phụ gia kiểm soát dòng nước một cách hiệu quả hơn. Theo phương án này, hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân thủy phân để tạo ra sản phẩm trung gian silanol dễ phản ứng, phản ứng với nhau để tạo ra polysiloxan. Polysiloxan gắn kết này kết dính hoặc gắn kết các hạt silicat đã tạo thành với nhau và với các bề mặt của vỉa tầng sâu.

Các hợp chất silan hữu cơ thường được sử dụng làm chất kết hợp hoặc chất tăng độ kết dính. Các trialkoxyorganosilan đã được sử dụng để làm tăng độ kết dính của các polyme với cơ chất vô cơ cũng như để xử lý bề mặt của chất phụ gia vô cơ như nhôm và silic oxit để sử dụng trong các hệ thống polyme gia cố. Theo một phương án của sáng chế, các silan hữu cơ là một thành phần của chế phẩm chất phụ gia kiểm soát nước được sử dụng để cải thiện quá trình chất làm đầy hóa học silicat tan cho các ứng dụng kiểm soát nước.

Các hợp chất silan hữu cơ thích hợp để sử dụng trong sáng chế là các hợp chất có công thức:

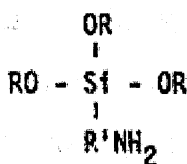


trong đó, X là halogen, R₁ nhóm hữu cơ có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon, và R₂ và R₃ là halogen hoặc nhóm hữu cơ giống nhau hoặc khác nhau có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon. Theo một khía cạnh, X là halogen được chọn từ nhóm gồm clo, brom và iot với clo được ưu tiên, R₁ là nhóm alkyl, alkenyl, hoặc aryl có từ 1 đến 18 nguyên tử cacbon và R₂ và R₃ là các halogen giống hoặc khác nhau, hoặc nhóm alkyl, alkenyl, hoặc aryl có từ 1 đến 18 nguyên tử cacbon.

Theo một khía cạnh, hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có thể được chọn từ nhóm gồm các hợp chất silan tan trong nước và các hợp chất silan thủy phân trong môi trường nước tạo ra các silanol tan trong nước.

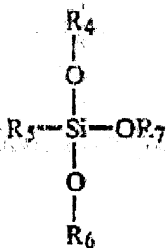
Các hợp chất silan cụ thể thích hợp bao gồm metyldiethylclosilan, dimetyldiclosilan, methyltriclosilan, dimetyldibromosilan, dietyldiiodosilan, dipropyldiclosilan, dipropyldibromosilan, butyltriclosilan, phenyltribromosilan, diphenyldiclosilan, tolyltribromosilan, methylphenyldiclosilan, và các hợp chất silan tương tự.

Theo khía cạnh khác, hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân hữu dụng trong các phương án của sáng chế có công thức chung bao gồm:



trong đó R và R' độc lập là nhóm alkyl, alkenyl, hoặc aryl có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon.

Theo khía cạnh khác, một số hợp chất silan hữu cơ thích hợp để sử dụng trong sáng chế là các hợp chất có công thức:



trong đó R_4 , R_5 , và R_6 độc lập được chọn từ hydro và các nhóm hữu cơ có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon, với điều kiện không phải tất cả các nhóm trong số R_4 , R_5 , và R_6 đều là hydro, và nhóm hữu cơ R_7 có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon. Theo một khía cạnh, R_4 , R_5 , và R_6 độc lập được chọn từ hydro, nhóm amin, alkyl, alkenyl, aryl, và carbohydxyloxy có từ 1 đến 18 nguyên tử cacbon, với ít nhất một nhóm trong số các nhóm R_4 , R_5 , và R_6 không phải là hydro, và R_7 được chọn từ nhóm amin, alkyl, alkenyl, và aryl có từ 1 đến 18 nguyên tử cacbon. Khi R_4 , R_5 , và R_6 là nhóm carbohydxyloxy thì nhóm alkoxy có thể được sử dụng.

Theo khía cạnh khác, hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có thể bao gồm trialkoxyorganosilan. Các hợp chất silan có thể thủy phân thích hợp có thể được sử dụng trong sáng chế có thể bao gồm các monome, monome đã thủy phân, các dime đã thủy phân, và các oligome đã thủy phân của aminopropyltrialkoxysilan, aminoethylaminopropyltrialkoxysilan, alkytrialkoxysilan, vinyltrialkoxysilan, phenyltrialkoxysilan, mercaptotrialkoxysilan, styrylaminotrialkoxysilan, methacryloxypropyltrialkoxysilan, glycidoxypopyltrialkoxysilan, perflotrialkoxysilan, perfloete functionalized trialkoxysilan, azol functional trialkoxysilan, tetraalkoxysilan, metyldiethylclosilan, dimetyldiclosilan, metyltri-closilan, dimetyl-dibromosilan, dietyldiiodosilan, dipropyldiclosilan, dipropyldibromosilan, butyltriclosilan, phenyltribromosilan, diphenyldiclosilan, tolyltribromosilan, metylphenyldiclosilan, hoặc các hỗn hợp của chúng. Theo một khía cạnh, hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có thể bao gồm aminoalkyl siloxan có cấu trúc như sau: $(H_2NCH_2CH_2CH_2SiO_{1.2})_n$. Aminoalkyl siloxan thích hợp có thể được sử dụng trong sáng chế là Silquest® A-1106, có sẵn từ Momentive Performance Materials. Các hợp chất thích hợp khác có thể được sử dụng là hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân trong các phương án theo sáng chế sẽ trở lên rõ ràng đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và được coi là nằm trong phạm vi của sáng chế.

Theo một khía cạnh, chế phẩm liên kết chéo tùy ý có thể bao gồm một hoặc nhiều chất liên kết chéo. (Các) chất liên kết chéo có thể các silanol liên kết chéo để tạo ra gel silic ba chiều để tăng thêm độ bền của hệ thống kiểm soát nước. Trong khi rất nhiều chất liên kết chéo khác nhau có thể được sử dụng để tạo ra liên kết giữa các

silanol thì các chất liên kết chéo bo là đặc biệt hiệu quả. Ví dụ về chất liên kết chéo thích hợp có thể bao gồm các hợp chất giải phóng ion borat, như axit boric, boric oxit, axit pyroboric, axit metaboric, borac, natri tetraborat, pentaborat, v.v.. và các hỗn hợp của chúng. Các hợp chất thích hợp khác có thể được sử dụng làm chất liên kết chéo theo các phương án của sáng chế sẽ trở lên rõ ràng với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và được xem là nằm trong phạm vi của sáng chế.

Chế phẩm chất kiểm soát dòng nước theo sáng chế cũng có thể hoạt động như một bơm hóa học kiểm soát dòng nước, tránh dòng nước qua vỉa tầng sâu. Chế phẩm chất kiểm soát dòng nước có thể được bơm vào khe nứt vỡ thường có độ thấm cao hoặc các khe nứt vỡ tự nhiên. Như đã thể hiện ở trên, chế phẩm chất kiểm soát dòng nước tạo thành polysiloxan gắn kết, gắn kết các hạt silicat được tạo thành trong chế phẩm các bề mặt hạt của vỉa tầng sâu và với nhau, làm cho gel vô định hình của các hạt silicat được tạo thành bít kín các khe nứt vỡ tự nhiên, hoặc khoảng không trong các lỗ và gần như giới hạn hoặc làm ngừng dòng chảy. Bằng cách gắn kết các hạt silicat với nhau và với bề mặt hạt của vỉa tầng sâu, độ bền và độ đặc của gel được cải thiện rất lớn.

Chất hoạt hóa hoặc chất làm đông cứng được sử dụng trong các phương án theo sáng chế làm cứng hoặc khiến cho natri silicat tan đông cứng, tăng cường độ kết dính của các hạt silicat với bề mặt hạt của vỉa tầng sâu. Tuy nhiên, một mình các hạt silicat không thể không chịu được áp suất hoạt động cao. Khi bổ sung hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân, các hạt silicat có thể được sử dụng trong hệ thống có áp suất hoạt động cao hơn nhiều. Rất nhiều loại chất hoạt hóa có thể được sử dụng trong các phương án theo sáng chế. Chất hoạt hóa thích hợp có thể bao gồm axit, kim loại kiềm thổ, muối nhôm, và các hợp chất hữu cơ như glyoxal, axetic este, ure, etylen carbonat formamit, v.v.. hoặc các hỗn hợp của chúng. Các loại chất hoạt hóa thích hợp khác sẽ rõ ràng đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và được coi là nằm trong phạm vi của sáng chế.

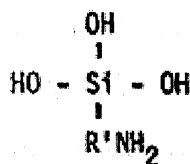
Trong chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước được mô tả ở đây, các chất phụ gia bổ sung có thể được sử dụng trong các phương án khác nhau. Ví dụ, theo một khía cạnh, chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước có thể còn bao gồm chất tăng

tốc phản ứng, chất làm cứng, dung môi, hoặc các hỗn hợp của chúng. Aldehyt là một ví dụ về chất tăng tốc phản ứng thích hợp cũng có chức năng như chất làm cứng. Dung môi thích hợp là etanol. Ngoài loại chất phụ gia, lượng chất phụ gia này cũng có thể thay đổi trong các phương án trong sáng chế. Các chất phụ gia thích hợp khác có thể được sử dụng trong các phương án theo sáng chế và lượng hữu hiệu các chất phụ gia này sẽ rõ ràng đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và được coi là nằm trong phạm vi của sáng chế.

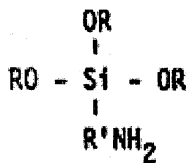
Lượng hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có thể thay đổi trong các phương án theo sáng chế. Ví dụ, theo một khía cạnh, hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có thể có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 gpt (galon/1000 galon dịch lỏng)(0,5 L/m³) đến 50 gpt (50 L/m³) chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước; theo cách khác, với lượng nằm trong khoảng từ 1 gpt (1 L/m³) đến 20 gpt (20 L/m³); hoặc theo cách khác, với lượng nằm trong khoảng từ 2 gpt (2 L/m³) đến 5 gpt (5 L/m³). Lượng thích hợp khác của hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được có thể được sử dụng, như sẽ rõ ràng đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và được coi là nằm trong phạm vi của sáng chế.

Các phương pháp và chế phẩm được mô tả ở đây có thể được sử dụng trong nhiều vĩa khác nhau. Ví dụ, vĩa tầng sâu có thể bao gồm vĩa cát-đá. Các loại vĩa khác có thể được xử lý, nhưng người ta tin rằng sẽ đạt được lợi ích lớn nhất khi xử lý vĩa cát-đá. Các loại vĩa thích hợp khác, trong đó các phương pháp và chế phẩm được mô tả ở đây có thể được sử dụng sẽ rõ ràng đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và được coi là nằm trong phạm vi của sáng chế.

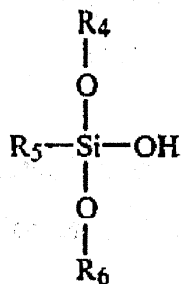
Khi bổ sung hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được vào natri silicat tan, quá trình thủy phân các nhóm alkoxy trên silan hữu cơ sẽ tạo thành silanol (Si-OH), là một sản phẩm trung gian dễ phản ứng có thể có công thức tổng quát:



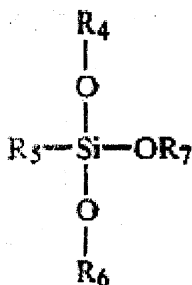
trong đó, R' độc lập là nhóm alkyl, alkenyl, hoặc aryl có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon khi hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có cấu trúc chung bao gồm:



Theo một khía cạnh, khi bổ sung hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được vào natri silicat tan, quá trình thủy phân các nhóm alkoxy trên silan hữu cơ sẽ tạo thành silanol (Si-OH), là một sản phẩm trung gian dễ phản ứng có thể có công thức tổng quát:



trong đó R₄, R₅, và R₆ độc lập được chọn từ hydro và các nhóm hữu cơ có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon, với điều kiện không phải tất cả các nhóm trong số R₄, R₅, và R₆ đều là hydro, khi hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có cấu trúc chung bao gồm:



trong đó R₄, R₅, và R₆ độc lập được chọn từ hydro và các nhóm hữu cơ có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon, với điều kiện không phải tất cả các nhóm trong số R₄, R₅, và R₆ đều là hydro, và R₇ nhóm hữu cơ có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon.

Trong khi sản phẩm trung gian silanol dễ phản ứng ngưng tụ trực tiếp với nhau để tạo ra polysiloxan thì các silanol cũng có thể phản ứng với các hạt silic của vữa tăng

sâu để liên kết đồng hóa trị polyme với các bề mặt hạt. Polysiloxan này gắn kết các hạt silicat xấp được tạo thành từ quá trình đông cứng các hạt silicat tan với nhau và với vữa. Mẫu gel được tạo thành bằng cách gắn kết các hạt silicat với vữa làm giảm dòng chảy của dịch lỏng chứa nước qua vữa tầng sâu, nghĩa là, độ thấm của vữa bị giảm. Liên kết giữa các hạt silicat và bề mặt của vữa tầng sâu cũng cho phép vữa chịu được áp suất cao hơn nhiều đồng thời duy trì độ thấm thấp hơn.

Là một ưu điểm của sáng chế, khi các phương pháp và chế phẩm theo sáng chế được sử dụng trong các vữa tầng sâu như các vữa cát-đá như thì độ thấm của vữa tầng sâu được giảm. Độ thấm của vữa tầng sâu giảm giúp ngăn dòng nước chảy qua vữa tầng sâu. Các phương pháp và chế phẩm theo sáng chế cũng làm cho các vữa tầng sâu chịu được áp suất lớn hơn so với việc không sử dụng chất phụ gia kiểm soát dòng nước theo sáng chế. Việc bổ sung hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân và natri silicat tan để kiểm soát dòng nước giải quyết được nhiều vấn đề như vấn đề đứt gãy và vỡ đi kèm với quá trình đông cứng khi chỉ sử dụng silicat và cũng làm tăng đáng kể áp suất đứt vỡ của hệ thống.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ dưới đây được đưa ra nhằm mục đích minh họa việc sử dụng các chế phẩm theo các phương án của sáng chế. Cần hiểu rằng đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này thì các kỹ thuật được mô tả trong ví dụ dưới đây là các kỹ thuật được các tác giả sáng chế phát hiện để thực hành tốt sáng chế. Tuy nhiên, người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này cần hiểu rằng, dựa vào phần mô tả sáng chế, các thay đổi có thể được tạo ra từ các phương án cụ thể đã mô tả nhưng vẫn tạo ra hoặc thu được kết quả giống hoặc tương tự, mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Trong ví dụ này, chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước được tạo ra với chất làm đông cứng (SilJel-HT™ do BJ Services Company cung cấp trên thị trường) được sử dụng làm natri silicat tan. Hóa chất dựa trên silan hữu cơ (FSA-1 do BJ Services Company cung cấp trên thị trường) được sử dụng làm hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân.

Tiến hành thử nghiệm các mẫu cát-đá để xác định ảnh hưởng của SilJel-HT™ khi có hoặc không có chất phụ gia mịn có tác dụng làm ổn định (FSA-1) ở 230°F (100°C). Mẫu cát-đá bao gồm chủ yếu là hạt thạch anh có kích thước trung bình đến thạch anh mịn và có độ thấm không khí là 250 md.

Tiến hành đánh giá từng mẫu và bão hòa bằng nước muối amoni clorua 2%. Nạp từng mẫu lên thủy động bộ phận giữ mẫu lõi dưới ứng suất tới hạn thực là 1000 psi (6894,757kPa). Bơm nước muối NH₄Cl 2% theo hướng ban đầu đi vào bất kỳ ngược ngược với áp suất đối là 200 psi (1378,951Kpa) khi nhiệt độ của hệ thống đạt 200°F. Theo dõi áp suất chênh lệch và tốc độ dòng và tính toán độ thấm riêng với nước muối.

Bơm khoảng 5 thể tích lỗ chất xử lý SilJel-HT™ theo hướng xử lý ngược với áp suất đối 200 psi (1378,951Kpa). Nhiệt độ của hệ thống tăng lên 230°F (100°C) trong khi vẫn giữ ứng suất tới hạn thực là 1000 psi (6894,757kPa). Cho phép dịch xử lý lưu trong không gian lỗ qua đêm (15 giờ).

Điều chỉnh dòng chảy theo hướng ban đầu đi vào. Theo dõi áp suất chênh lệch và tốc độ dòng và tính toán độ thấm riêng với nước muối. Ngoài ra, bơm nước muối ở áp suất tăng dần để xác định điểm, hoặc ngưỡng, áp suất đứt gãy của chất xử lý SilJel-HT™.

Như được thể hiện trong Fig.1, độ thấm riêng với nước muối là 104 md. Khoảng 5 thể tích lỗ chất xử lý SilJel-HT™ được bơm qua mẫu. Sau khi nhiệt độ tăng lên 230°F (100°C) và giữ qua đêm, đưa độ thấm riêng với nước muối trở lại giá trị 16,3 md. % khôi phục lại là 15,7%. Thử nghiệm áp suất ngưỡng cho thấy rằng một mình chất xử lý SilJel-HT™ không duy trì được mức giảm độ thấm ở áp suất bơm là 200 psi (1378,951Kpa).

Như được thể hiện trong Fig.2, độ thấm riêng với nước muối là 95 md. Khoảng 5 thể tích lỗ SilJel-HT™ + 5 gpt FSA-1 được bơm qua mẫu. Sau khi nhiệt độ tăng lên 230°F (100°C) và giữ qua đêm, đưa độ thấm riêng với nước muối trở lại giá trị là 0,396 md. % khôi phục lại là 0,42%. Thử nghiệm áp suất ngưỡng cho thấy rằng SilJel-HT™

+ 5 gpt FSA-1 duy trì được mức giảm độ thấm ở áp suất bơm nhỏ nhất là 1800 psi (12410,563kPa).

Như có thể thấy trong ví dụ này, việc bổ sung hợp chất silan hữu cơ gần như cải thiện được hoạt động của hệ thống so với khi chỉ dùng natri silicat tan. Khi không bổ sung hợp chất silan hữu cơ, hệ thống ngừng hoạt động ở áp suất bơm nước muối là 200 psi (1378,951Kpa). Khi bổ sung hợp chất silan hữu cơ, hệ thống vẫn hoạt động ở áp suất bơm nước muối 1800 psi (12410,563kPa). Sử dụng chế phẩm chất phụ gia kiểm soát dòng nước theo phương án theo sáng chế tạo ra sự giới hạn không gian lỗ hiệu quả hơn cho vỉa tầng sâu, tạo thành hàng rào kiên cố hơn chống lại dòng nước.

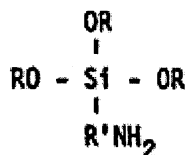
Tất cả các chế phẩm và/hoặc phương pháp được mô tả và yêu cầu bảo hộ có thể được tạo ra và thực hiện dựa vào phần mô tả của sáng chế mà không cần thử nghiệm thích hợp. Các chế phẩm và phương pháp theo sáng chế được mô tả theo các phương án được ưu tiên, tuy nhiên người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng các được phẩm và/hoặc các phương pháp và các bước hoặc trình tự các bước của phương pháp được mô tả ở đây có thể được thay đổi mà không tách rời phạm vi và định nghĩa của sáng chế. Cụ thể hơn, một số chất nhất định nhất định có liên quan đến nhau về mặt hóa học có thể được dùng để thay thế cho các chất khác được mô tả ở đây tuy nhiên vẫn cho các kết quả giống hoặc tương tự. Tất cả những thay thế và thay đổi tương tự này là đã được người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này biết rõ và cũng được coi là nằm trong phạm vi và định nghĩa của sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp xử lý vỉa tầng sâu để làm giảm dòng dịch lỏng chứa nước chảy qua vỉa tầng sâu bao gồm các bước sau:
 - a. bơm chế phẩm chất kiểm soát dòng nước vào vỉa tầng sâu thông qua giếng khoan, chế phẩm chất kiểm soát dòng nước này chứa natri silicat tan, chất hoạt hóa, và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được để tạo ra sản phẩm trung gian dễ phản ứng silanol;
 - b. cho phép natri silicat tan và chất hoạt hóa đông cứng và tạo ra nhiều hạt silicat để làm kín vỉa tầng sâu để ngăn việc tạo ra nước; và
 - c. cho phép sản phẩm trung gian dễ phản ứng silanol (1) ngưng tụ để tạo ra polysiloxan; (2) phản ứng với hạt silicat của vỉa để liên kết đồng hóa trị vỉa tầng sâu với các hạt silicat; và (3) liên kết hạt silicat thu được từ quá trình đông cứng natri silicat tan với nhau.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất silan tan trong nước và hợp chất silan hữu cơ thủy phân trong môi trường chứa nước để tạo thành silanol tan trong nước.
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất amin silan và hợp chất vinyl silan.
4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chế phẩm chất kiểm soát dòng nước còn chứa aldehyt, etanol, hoặc hỗn hợp của chúng.
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất hoạt hóa được chọn từ nhóm bao gồm axit, muối của kim loại kiềm thổ, muối nhôm, hợp chất hữu cơ, hoặc hỗn hợp của chúng.

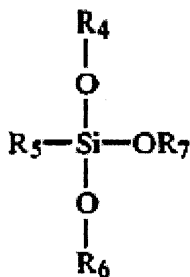
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được là trialkoxyorganosilan.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được có cấu trúc:



trong đó R và R' độc lập là nhóm alkyl, alkenyl, hoặc aryl có 1 đến 50 nguyên tử cacbon.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có cấu trúc:



trong đó R₄, R₅, và R₆ độc lập được chọn từ hydro và các nhóm hữu cơ có 1 đến 50 nguyên tử cacbon, với điều kiện không phải tất cả các nhóm trong số R₄, R₅, và R₆ đều là hydro, và R₇ nhóm hữu cơ có từ 1 đến 50 nguyên tử cacbon.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 gpt (0,5 L/m³) đến 50 gpt (50 L/m³) chế phẩm chất kiểm soát dòng nước.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vỉa tầng sâu là vỉa đá-cát.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chế phẩm chất kiểm soát dòng nước còn chứa chất liên kết ngang.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chế phẩm chất kiểm soát dòng nước chứa aldehyt, etanol, hoặc hỗn hợp của chúng và trong đó, chất hoạt hóa được chọn từ nhóm bao gồm axit, muối của kim loại kiềm thổ, muối nhôm, hợp chất hữu cơ, hoặc hỗn hợp của chúng.

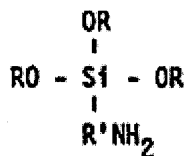
13. Phương pháp xử lý vỉa tầng sâu để kiểm soát dòng nước trong vỉa bao gồm các bước sau:

(a) cho natri silicat tan, chất hoạt hóa, và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được tiếp xúc với bề mặt khoáng silic của vỉa tầng sâu;

(b) làm đông cứng natri silicat tan để tạo ra rất nhiều hạt silicat;

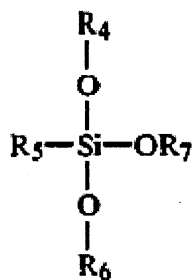
(c) thủy phân hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân được để tạo ra sản phẩm trung gian dễ phản ứng silanol và ngưng tụ sản phẩm trung gian dễ phản ứng silanol với nhau để tạo ra polysiloxan mà kết dính hoặc liên kết các hạt silicat được tạo ra với nhau.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có cấu trúc:



trong đó R và R' độc lập là nhóm alkyl, alkenyl, hoặc aryl có 1 đến 50 nguyên tử cacbon.

15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có cấu trúc:



trong đó R_4 , R_5 , và R_6 độc lập được chọn từ hydro và các nhóm hữu cơ có 1 đến 50 nguyên tử cacbon, với điều kiện không phải tất cả các nhóm trong số R_4 , R_5 , và R_6 đều là hydro, và R_7 nhóm hữu cơ có 1 đến 50 nguyên tử cacbon.

16. Phương pháp theo điểm 13, trong đó chế phẩm chất kiểm soát dòng nước còn chứa chất tăng tốc phản ứng, chất làm cứng, dung môi, chế phẩm liên kết ngang, hoặc hỗn hợp của chúng.
17. Phương pháp theo điểm 13, trong đó chế phẩm chất kiểm soát dòng nước chứa aldehyt, etanol, hoặc hỗn hợp của chúng và trong đó chất hoạt hóa bao gồm axit, kiềm thổ, muối nhôm, hợp chất hữu cơ, hoặc hỗn hợp của chúng.
18. Phương pháp theo điểm 13, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân là trialkoxyorganosilan.
19. Phương pháp theo điểm 13, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 gpt (0,5 L/m³) đến 50 gpt (50 L/m³) chế phẩm chất kiểm soát dòng nước.
20. Phương pháp theo điểm 13, trong đó vỉa tầng sâu là vỉa đá-cát.
21. Phương pháp xử lý vỉa tầng sâu để làm giảm dòng dịch chứa nước chảy qua vỉa tầng sau bao gồm các bước sau:

- a. bơm vào vỉa tầng sâu chế phẩm chứa natri silicat tan, chất hoạt hóa, và hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân thủy phân;
 - b. thủy phân hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân thành sản phẩm trung gian dễ phản ứng silanol và từ đây, tạo ra polysiloxan liên kết;
 - c. tạo ra các hạt silicat liên kết lỏng từ việc làm đông cứng natri silicat tan để tạo ra nút gel.
 - d. liên kết các hạt silicat liên kết lỏng với polysiloxan và với bề mặt hạt của vỉa tầng sâu để làm cứng thêm nút gel; và
 - e. làm giảm dòng dịch chứa nước chảy qua vỉa tầng sâu bằng cách tạo thành nút gel đã được làm cứng.
22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân là trialkoxyorganosilan.
23. Phương pháp theo điểm 21, trong đó hợp chất silan hữu cơ có thể thủy phân có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 gpt ($0,5 \text{ L/m}^3$) đến 50 gpt (50 L/m^3).
24. Phương pháp theo điểm 21, trong đó chế phẩm nêu trên còn chứa chất liên kết ngang.

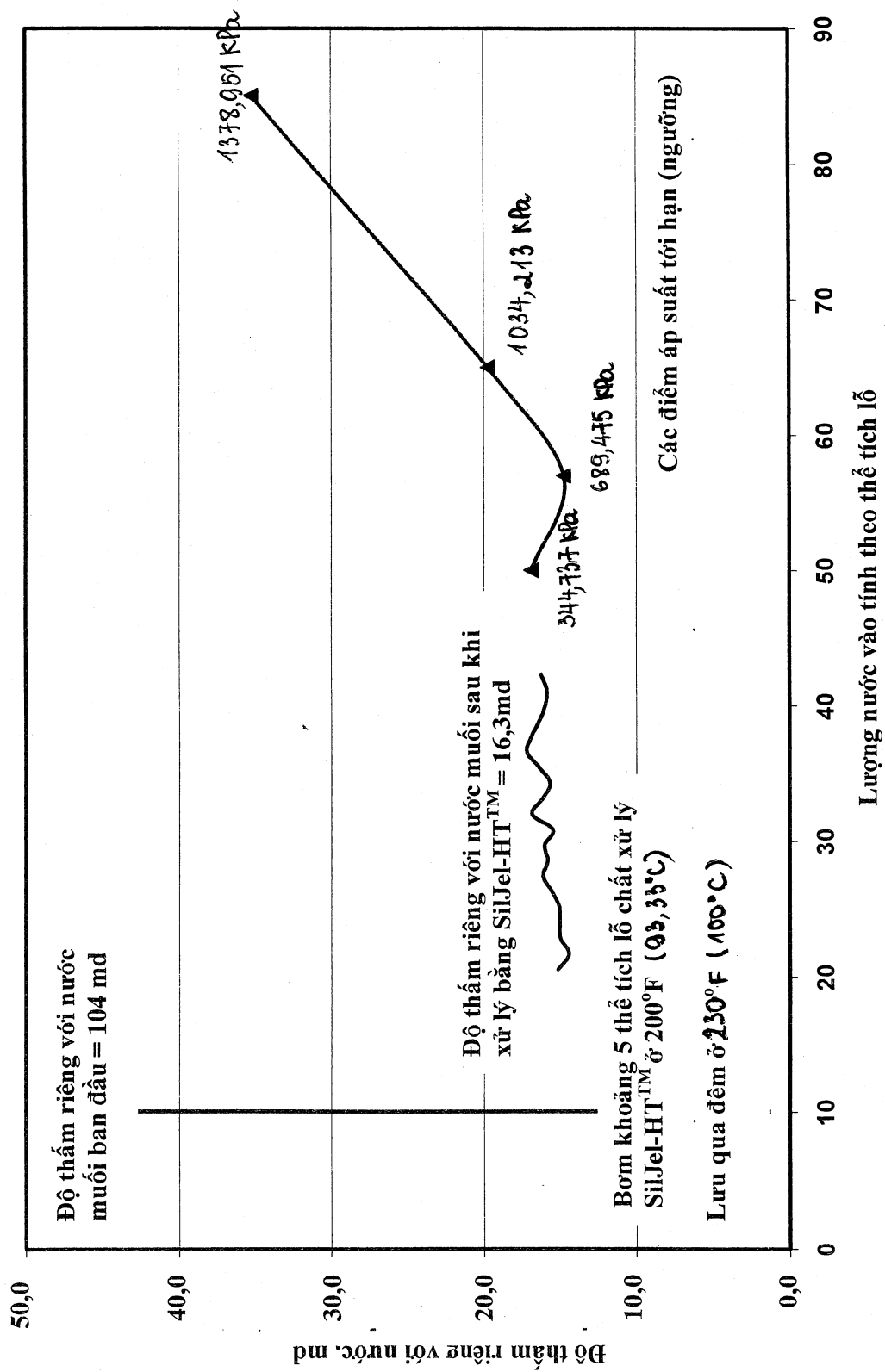


Fig.1

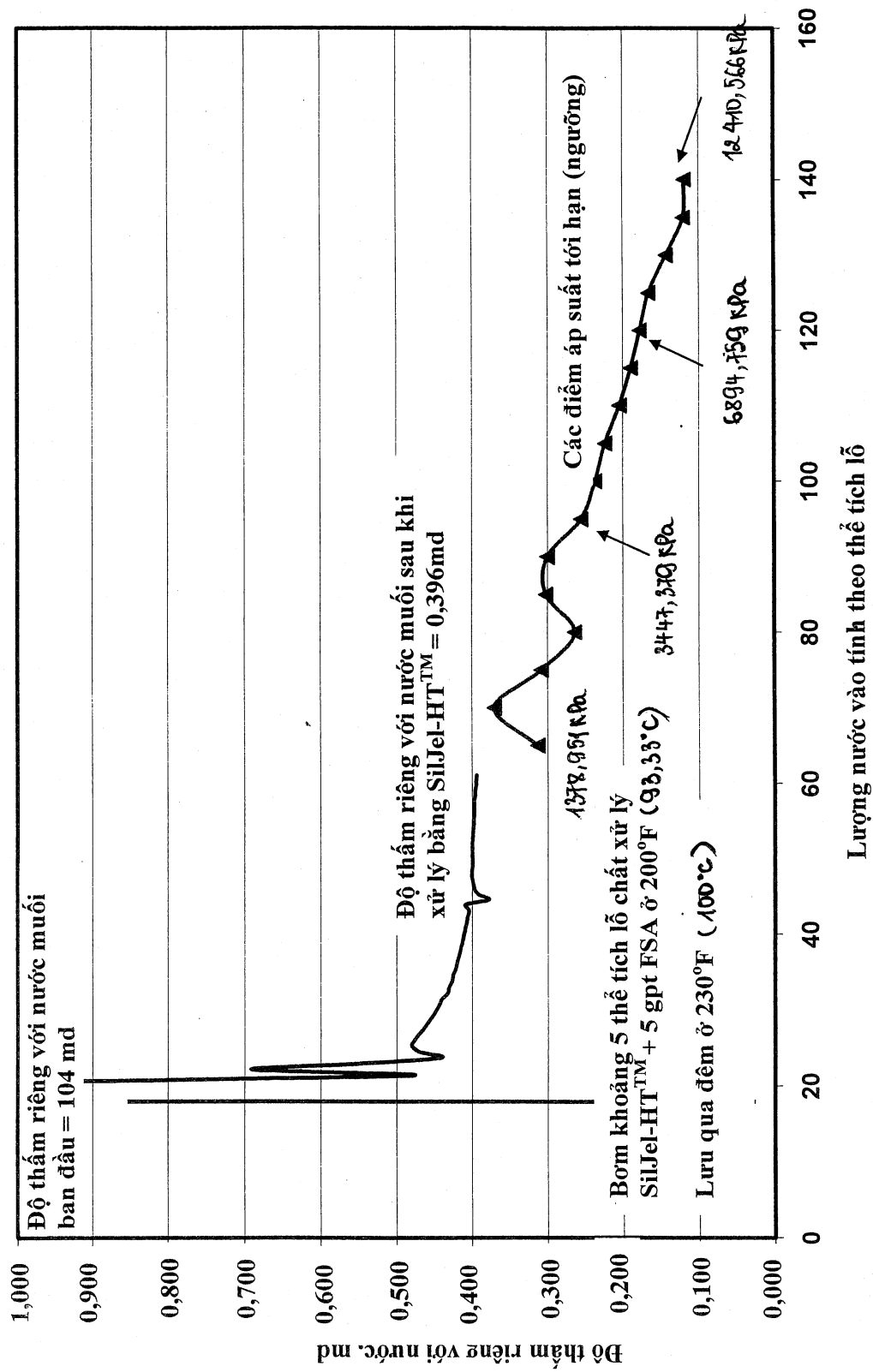


Fig.2