

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ KIỂM SOÁT CÁT CHO ĐỐI TƯỢNG MIOCENE DƯỚI MỎ CÁ TẦM: ĐÁNH GIÁ KỸ THUẬT, HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG

Trần Lê Chiến, Bùi Khắc Hùng, Đồng Văn Hoàng, Lê Việt Hải, Nguyễn Quốc Dũng, Hoàng Văn Minh, Trần Thanh Nam

Liên doanh Vietsovpetro (Vietsovpetro)

Email: hungbk.rd@vietsov.com.vn

<https://doi.org/10.47800/PVSI.2025.04-02>

Tóm tắt

Trong quá trình khai thác dầu khí, áp suất vỉa suy giảm và độ ngập nước gia tăng dẫn đến giảm độ bền thành hệ, xuất hiện hiện tượng sinh cát. Tại mỏ Cá Tầm, vấn đề này còn nghiêm trọng hơn do thành hệ có tuổi địa chất trẻ và bờ rời, với giá trị áp suất vỉa tới ngưỡng sinh cát rất gần với áp suất vỉa ban đầu và áp suất đáy giếng ở ngưỡng rất cao. Hiện tượng sinh cát khiến sản lượng dầu thu hồi bị giảm đáng kể so với thiết kế, có thể dẫn đến tình trạng hư hỏng giếng khoan và hệ thống thiết bị bề mặt, ảnh hưởng đến an toàn khai thác khi cát phá hủy các cơ chế bảo vệ của giàn.

Bài báo giới thiệu cơ sở lý thuyết về hiện tượng sinh cát, kiểm soát cát và các vấn đề khai thác đặc trưng cho tầng Miocene dưới mỏ Cá Tầm, từ đó đề xuất giải pháp tối ưu để kiểm soát cát bằng thiết bị lọc cát sử dụng ống thép cuộn xoắn (coiled tubing).

Từ khóa: Sinh cát, độ bền thành hệ, Miocene dưới, mỏ Cá Tầm.

1. Giới thiệu

Tại bể Cửu Long, đối tượng chứa dầu chính gồm móng granite nứt nẻ và trầm tích. Tầng trầm tích được cấu thành từ các lớp cát, bột, sét có nguồn gốc sông hồ, đầm lầy và cửa biển. Các đối tượng này chủ yếu có tuổi địa chất trẻ (Cenozoic/Đệ Tam) và ở khu vực nước nông, đá có độ kết dính kém do liên kết xi măng giữa yếu.

Hiện tượng sinh cát trong giếng khai thác có thể làm tắc ống khai thác, ống chống, đường ống công nghệ và bình chứa trên bề mặt; gây ăn mòn các thiết bị dẫn tới mất kiểm soát giếng hoặc phát thải chất lưu không mong muốn. Việc sử dụng thiết bị lọc cát trong bộ thiết bị lòng giếng tạo ra lớp thiết bị lọc cát sẽ làm suy yếu năng suất của giếng, theo thời gian sẽ ngăn dòng vào giếng và để lại một lượng lớn dầu có thể thu hồi ngay bên ngoài lớp thiết bị lọc. Trong thực tế, kiểm soát hiện tượng sinh cát có thể ít tốn kém chi phí hơn, giúp thu hồi nhiều dầu hơn so với việc áp dụng các giải pháp chống trào cát.

Sinh cát trong các giếng khai thác là vấn đề đang được xử lý hàng ngày trên thế giới. Khối lượng cát sinh ra có thể từ vài lít đến vài trăm mét khối. Hiện tượng này thường xuất hiện tại các mỏ khai thác ở giai đoạn suy giảm áp suất, gia tăng độ ngập nước và là một trong những nguyên nhân chính gây dừng giếng, sửa chữa lớn giếng khoan. Sinh cát thường xảy ra do nhiều nguyên nhân [1], cụ thể:

- Các yếu tố địa chất như độ sâu tầng sản phẩm, áp suất vỉa, thành phần địa chất, mức độ liên kết của vỉa, độ thấm, cũng như đặc tính của tầng cát;
- Các yếu tố công nghệ như lưu lượng của giếng, chênh áp, suy giảm độ thấm, các vấn đề liên quan tới lực kết dính mao dẫn của cát;
- Các yếu tố kỹ thuật có thể liên quan tới cấu trúc đáy giếng, tình trạng khu vực đáy nơi dòng chảy qua: các thông số như khoảng mở vỉa, trạng thái kênh dẫn bản mìn.

2. Các yếu tố ảnh hưởng tới sinh cát và các phương pháp kiểm soát sinh cát theo thời gian khai thác

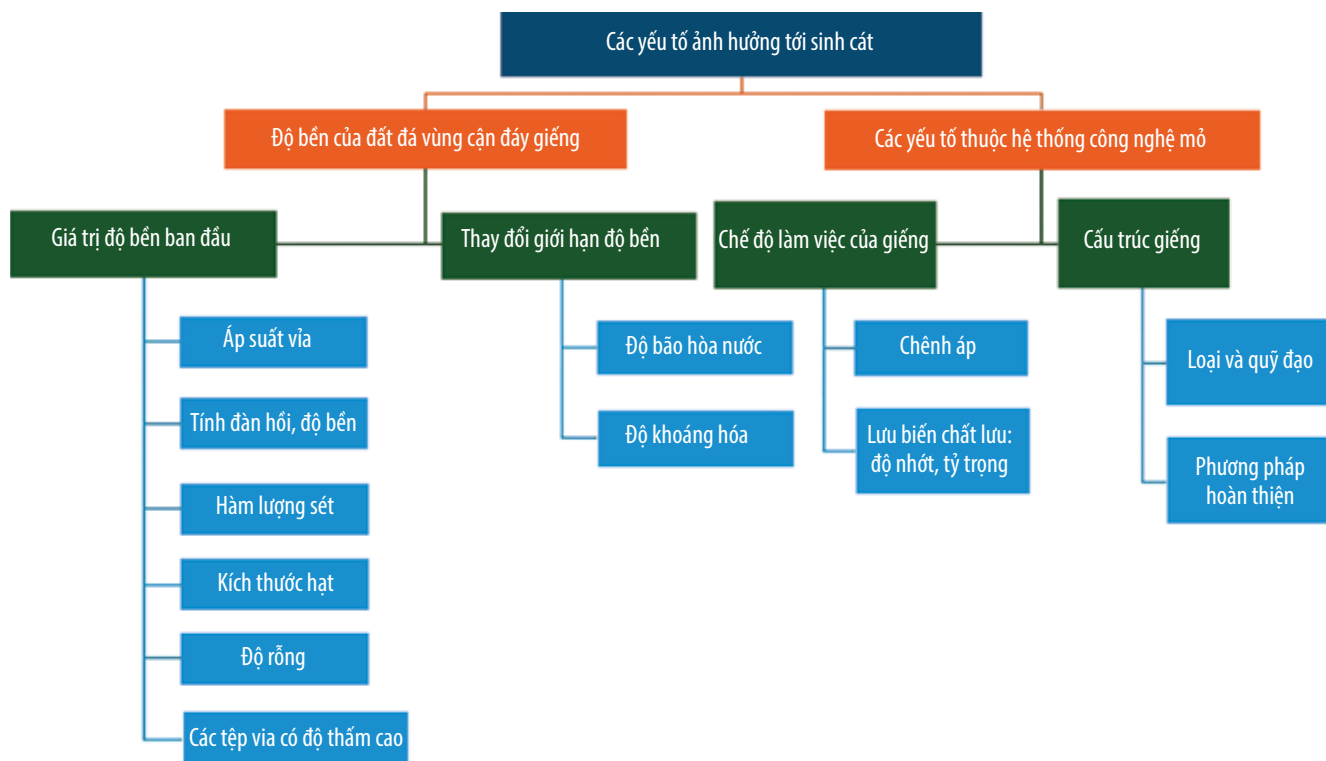
Các yếu tố ảnh hưởng tới việc sinh cát được trình bày trong Hình 1.



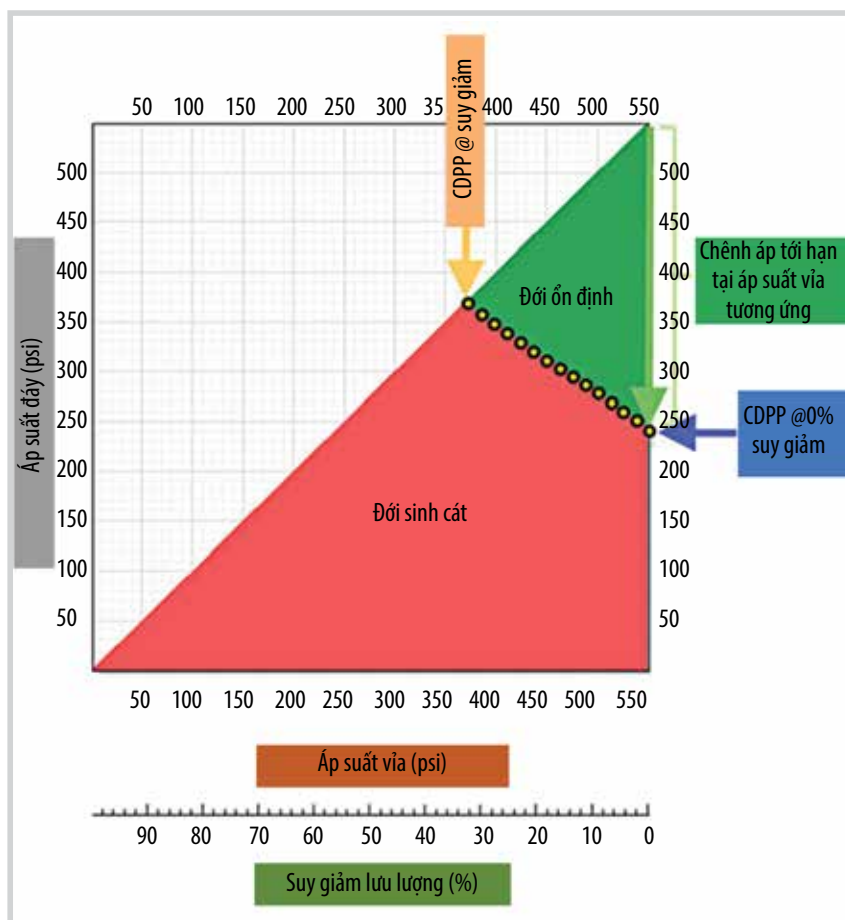
Ngày nhận bài: 10/7/2025

Ngày đánh giá và sửa chữa: 10/7 - 14/8/2025

Ngày duyệt đăng: 14/8/2025



Hình 1. Các yếu tố ảnh hưởng tới sinh cát.



Hình 2. Đồ thị chênh áp khai thác tới hạn.

Để xác định được ngưỡng sinh cát, đồ thị chênh áp khai thác tới hạn được xây dựng dựa trên các thí nghiệm địa cơ [2].

Ngưỡng sinh cát được xác định bằng tổ hợp UCS/triaxial (hiệu chỉnh c , ϕ) và thử HCST/TWC ở điều kiện T-P mở với mẫu lõi bảo tồn (brine tương đương). Onset được định nghĩa khi khối lượng hạt thoát ra ≥ 1 g/10 phút hoặc tín hiệu AE vượt ngưỡng; sanding bền vững khi dM/dt ổn định ≥ 15 phút. Đường bao CCDP theo depletion stress path được suy ra bằng hồi quy GLM; CI95% ước lượng bootstrap ($B = 1.000$). Độ lặp (repeatability): $RSD\% < 10\%$ cho đo triaxial/UCS; $< 15\%$ cho HCST/TWC [3].

Từ Hình 2 có thể nhận thấy được các điểm sau:

- Chênh áp tới hạn sinh cát phụ thuộc vào áp suất vỉa. Áp suất vỉa suy giảm trong quá trình khai thác sẽ dẫn đến giá trị chênh áp giới hạn bị thu hẹp, giếng sẽ phải giảm khai thác để đảm bảo không xảy ra hiện tượng sinh cát;

- Tại điểm giới hạn CDPP Depletion, cát sẽ sinh ra dưới mọi giá trị chênh áp, có nghĩa là sẽ xảy ra hiện tượng sinh cát với bất kỳ lưu lượng dòng chảy nào trong quá trình khai thác giếng;

- Điểm tới hạn thường sẽ ở rất gần điểm áp suất vỉa ban đầu với các giếng có thành hệ bờ rời, việc khai thác không có cát là gần như không thể.

Để đảm bảo giảm lượng cát sinh ra trong quá trình khai thác, đảm bảo an toàn hệ thống khai thác và nâng cao độ bền thành hệ, có thể áp dụng các phương pháp chính như Hình 3.

- Điều chỉnh giảm lưu lượng khai thác: Giảm lưu lượng khai thác sẽ giảm lực cản do tốc độ dòng chảy của chất lưu. Việc xác định lưu lượng khai thác tối đa không sinh cát là phức tạp và khó khăn do điều kiện vỉa thay đổi theo thời gian, đặc biệt khi xuất hiện nước trong chất lưu.

- Tăng tiết diện dòng chảy: Hiện tượng sinh cát trong các giếng chống ống có thể xử lý bằng cách tăng mật độ và kích thước của đàn. Điều này giúp giảm tốc độ dòng chảy trong giếng khoan xuống dưới giá trị ngưỡng sinh cát.

- Bắn mìn có chọn lọc: Phương pháp này chỉ đạt hiệu quả khi các vùng chắc chắn nhất của vỉa chứa được xác định chính xác bằng các phương pháp đo địa cơ học. Tuy nhiên, tất cả phương pháp này đều làm cho lưu lượng thu hồi bị giới hạn và mức độ bền vững của giải pháp kiểm

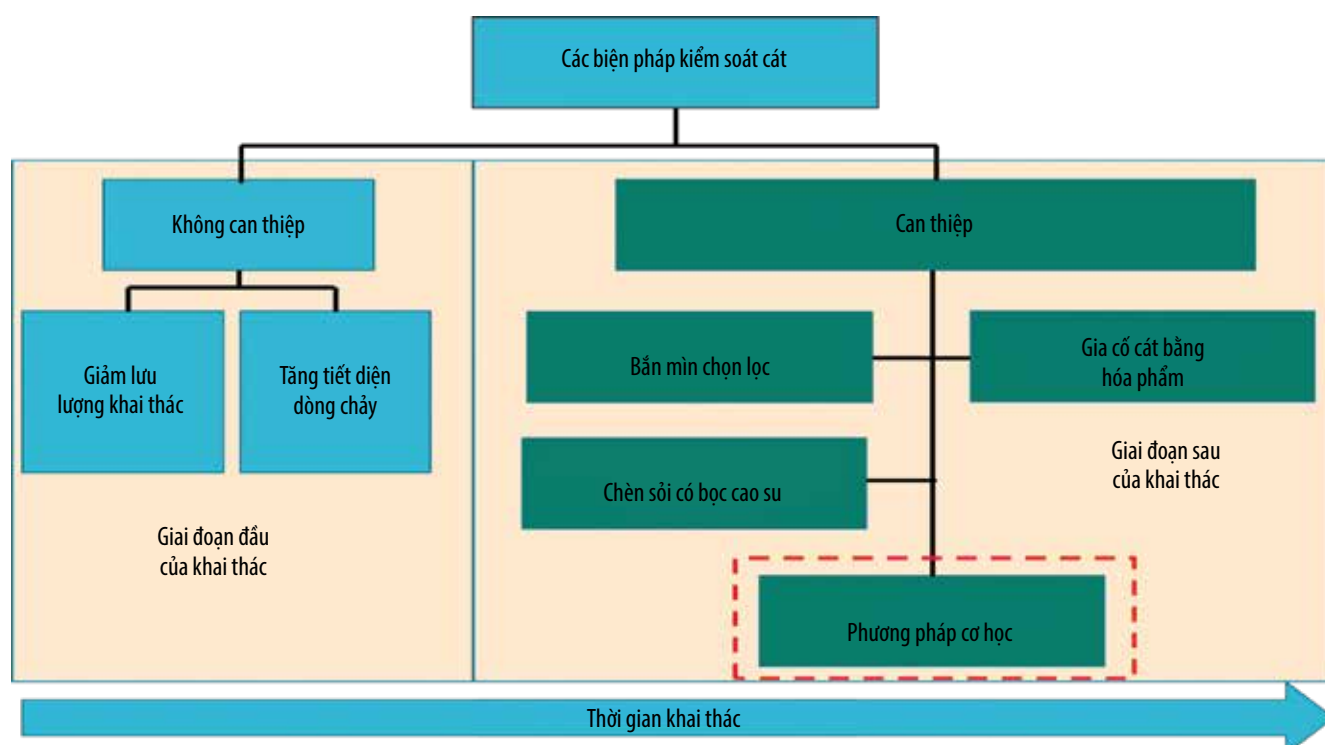
soát có thể bị suy giảm theo thời gian do các tính chất của vỉa thay đổi.

- Phương pháp kết dính cát tại chỗ: Các phương pháp này sử dụng chất kết dính nhân tạo và được ứng dụng từ những năm 1940. Phương pháp kết dính cát tại chỗ dựa trên sự phân tán của hóa chất (các loại nhựa - resins) trên toàn khu vực vỉa, đặc biệt phổ biến vào giai đoạn 1950 - 1960, khi phương pháp sử dụng thiết bị lọc chưa được hoàn thiện.

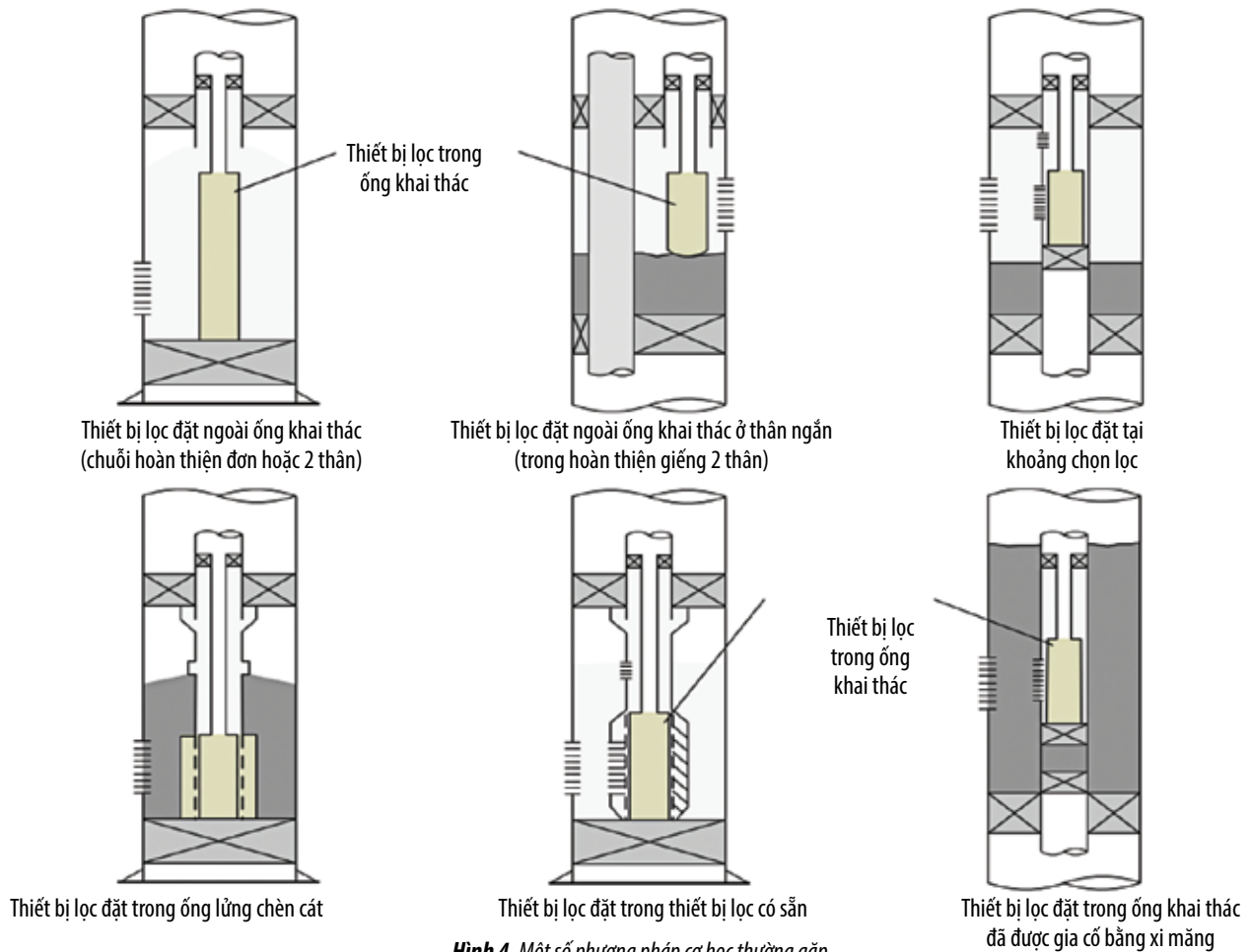
- Phương pháp thiết bị lọc chèn sỏi bọc nhựa (resin-coated gravel pack): Đây là biến thể/sự kết hợp giữa phương pháp kết dính cát bằng hóa chất và phương pháp sử dụng thiết bị lọc. Theo đó loại sỏi được bọc nhựa sẽ được bơm vào trong vỉa. Sau quá trình polymer hóa, vật liệu dư thừa trong giếng sẽ được khoan phá.

- Phương pháp cơ học: Sử dụng thiết bị lọc để giữ cát sinh ra từ vỉa (có thể cùng với sỏi) hoặc sử dụng sỏi để giữ cát vỉa (có thể cùng với thiết bị để giữ sỏi). Phương pháp thiết bị lọc có chèn sỏi (gravel packing) đang được sử dụng rộng rãi trong kiểm soát sinh cát. Trong thực tế, đó là đặt bộ lọc bằng sỏi vào khoảng không gian giữa vỉa chứa kém gắn kết và thiết bị lọc loại khe hoặc loại quần dây (Hình 4).

Ưu và nhược điểm riêng của từng phương pháp được thống kê trong Bảng 1.



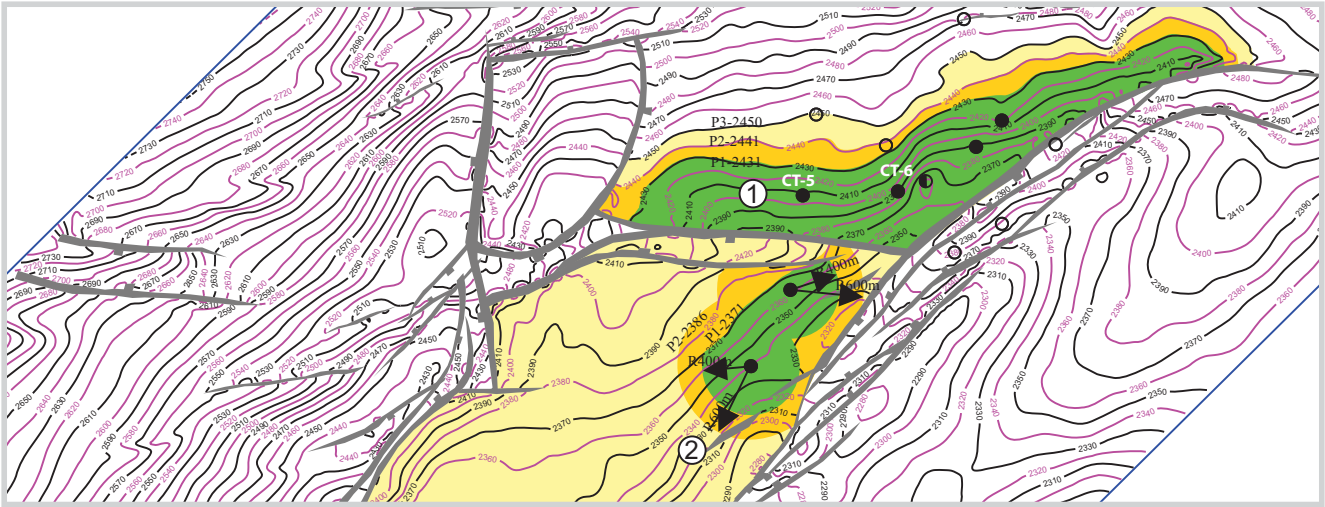
Hình 3. Các phương pháp kiểm soát sinh cát theo thời gian khai thác.



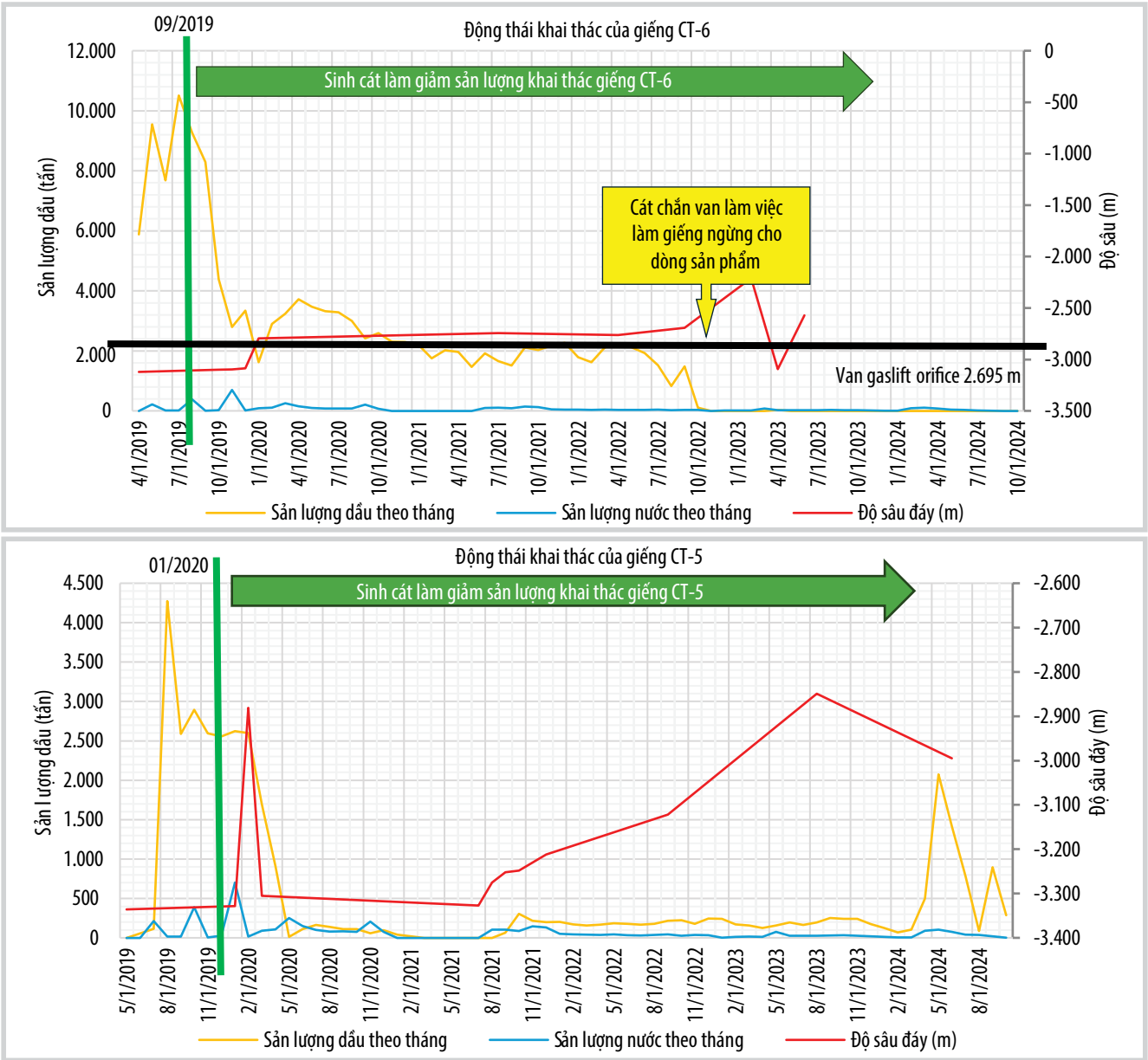
Hình 4. Một số phương pháp cơ học thường gặp.

Bảng 1. Đánh giá ưu và nhược điểm của các giải pháp kiểm soát cát

	Phương pháp	Giai đoạn	Khả năng triển khai	Kết quả	Khả năng thay thế	Giá thành
Không can thiệp	Điều chỉnh giảm lưu lượng khai thác	Giai đoạn đầu	- Triển khai tại chỗ - Thời gian thi công ngắn	Giảm sản lượng	Tự triển khai tại chỗ	Không có CAPEX/OPEX
	Tăng tiết diện dòng chảy	Giai đoạn đầu	- Triển khai tại chỗ - Cần đội bắn mìn - Thời gian thi công ngắn	Không giảm sản lượng	- Triển khai tại chỗ - Cần đội bắn mìn	CAPEX/OPEX trung bình
Can thiệp	Bắn mìn có chọn lọc	Giai đoạn sau	- Triển khai tại chỗ - Cần đội bắn mìn - Thời gian thi công ngắn	Không giảm sản lượng	- Triển khai tại chỗ - Cần đội bắn mìn	CAPEX/OPEX trung bình
	Phương pháp kết dính cát tại chỗ	Giai đoạn sau	- Triển khai tại chỗ - Thời gian thi công ngắn	- Có khả năng gây ra tình trạng tắc vĩa - Giảm sản lượng	- Triển khai tại chỗ - Cần hóa phẩm - Khó kiểm soát	OPEX trung bình
	Chèn sỏi bọc cao su	Giai đoạn sau	- Cần sửa giếng - Thời gian thi công dài	Có khả năng mất sản lượng do dung dịch dập giếng	Cần sửa giếng	CAPEX/OPEX cao
	Phương pháp cơ học Sửa giếng	Giai đoạn sau	- Cần sửa giếng - Thời gian thi công dài	Khả năng mất sản lượng do dung dịch dập giếng	Cần sửa giếng	CAPEX/OPEX cao
	Phương pháp cơ học Không sửa giếng	Giai đoạn sau	- Triển khai tại chỗ - Cần đội thực hiện - Thời gian thi công ngắn	Giảm sản lượng ít	Cần đội thực hiện	CAPEX/OPEX trung bình



Hình 5. Phân bố mạng lưới giếng khoan đối tượng Miocene dưới mỏ Cá Tầm.



Hình 6. Động thái khai thác của 2 giếng CT-5 và CT-6 mỏ Cá Tầm.

3. Nghiên cứu công nghệ kiểm soát cát cho đối tượng Miocene dưới, mỏ Cá Tầm

3.1. Phân tích ngưỡng sinh cát cho các giếng CT-5 và CT-6 mỏ Cá Tầm

Mỏ Cá Tầm (Lô 09-3/12, bể Cửu Long), có tổng diện tích 4.441 km², độ sâu mực nước biển 10 - 80 m.

Sản lượng tầng Miocene dưới của Cá Tầm suy giảm mạnh trong những năm gần đây [4]. Trong tháng 9/2025, chỉ còn giếng CT-5X đang hoạt động ở khu vực độc lập khỏi thân dầu chính của Miocene dưới. Nguyên nhân do ảnh hưởng của hiện tượng sinh cát ở tầng Miocene dưới [6], khiến các giếng CT-5, CT-6, CT-7 phải dừng hoạt động.

Nhóm tác giả tập trung phân tích 2 giếng có sản lượng lớn nhất trước khi mất dòng là giếng CT-5 và CT-6. Động thái khai thác các giếng CT-5, CT-6 và số liệu phân tích ngưỡng áp suất sinh cát cho các giếng CT-5, CT-6 được trình bày trong Hình 6 và Bảng 2.

Kết quả đánh giá cho các giếng CT-5 và CT-6 cho thấy

hiện tượng sinh cát xuất hiện từ năm 2019, ngay tại thời điểm bắt đầu đưa mỏ Cá Tầm vào khai thác. Các giá trị áp suất vỉa tới hạn rất gần với giá trị áp suất vỉa ban đầu; giá trị áp suất đáy tới hạn rất cao cho thấy độ bờ rời của các tập cát tại tầng này.

3.2. Lắp đặt thiết bị lọc cát sử dụng ống thép cuộn xoắn (coiled tubing) cho mỏ Cá Tầm

Kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy, các biện pháp sửa giếng, cắt thân đều có chi phí cao và khả năng tại điểm khoan cắt thân mới vẫn có thể gặp tập cát bờ rời, khiến vấn đề sinh cát không giải quyết được triệt để. Để giảm thiểu chi phí và khai thác tối ưu tầng Miocene dưới, nhóm tác giả đề xuất giải pháp lắp đặt thiết bị lọc cát trong ống khai thác (thru-tubing sandscreen) sử dụng ống thép cuộn xoắn (coiled tubing), không cần sửa giếng [5].

Quy tắc lựa chọn kích thước trong thiết kế bộ lọc/sỏi dựa theo Saucier (1974). Kích thước trung bình của sỏi được lựa chọn xấp xỉ bằng 6 lần D50 của cát vỉa và kích thước khe lọc gần bằng D10 của cát vỉa (được điều chỉnh

Bảng 2. Phân tích ngưỡng sinh cát cho các giếng CT-5 và CT-6 mỏ Cá Tầm

Áp suất vỉa của giếng CT-6 so sánh với áp suất ngưỡng						
Áp suất được tính theo mốc 2.420 mTVDSS (at)						
Thời gian	Áp suất vỉa thực tế	Áp suất đáy thực tế	0/180		90/270	
			Áp suất vỉa ngưỡng	Áp suất đáy ngưỡng	Áp suất vỉa ngưỡng	Áp suất đáy ngưỡng
1/4/2019			187		204	
1/5/2019	228	228	187	146	204	180
1/6/2019	208	73	187	167	204	201
1/11/2019	138	57	187	138	204	138
Áp suất vỉa của giếng CT-5 so sánh với áp suất ngưỡng						
Áp suất được tính theo mốc 2.420 mTVDSS (at)						
1/4/2019			197		221	
1/5/2019	228	228	197	127	221	228
1/6/2019			197		221	
1/7/2019	188	93	197	188	221	188
1/12/2021	178	114	197	178	221	178
1/9/2022	171	104	197	171	221	171

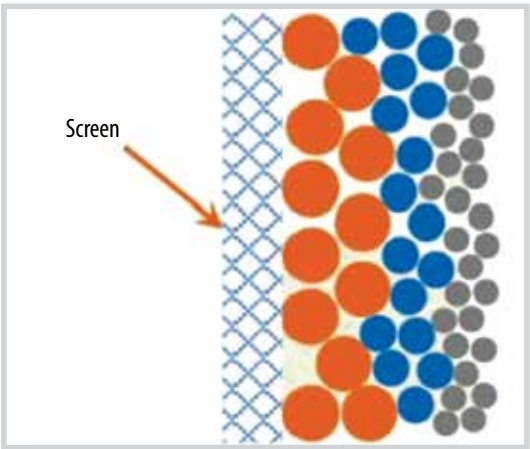
Bảng 3. Quy tắc lựa chọn loại thiết bị lọc cát dựa trên phân bố kích thước hạt (PSD) [1]

Kiểu thiết bị lọc	Loại thiết bị lọc	Thành phần hạt mịn (%)		Kích thước thiết bị lọc (dựa trên đường kính cát nhỏ nhất)	
		Phương pháp đo laser	Phương pháp đo quang học	Phương pháp đo laser	Phương pháp đo quang học
Thiết bị lọc đơn thuần	Xẻ rãnh	25	12	D10	D10
	Quấn	12	5	D20 - D30	D10
Thiết bị lọc phức hợp	Chèn sỏi	> 25	> 12	6 × D50	6 × D50
	Thiết bị lọc giãn nở			D10	D5-10

theo độ mịn và độ phân loại của cát) [7, 8]. Phân bố kích thước hạt (PSD) được đo bằng kết hợp giữa nhiễu xạ laser (0,02 - 2.000 μm) và sàng ướt (63 - 2.000 μm); mỗi mẫu được đo lặp 3 lần để xác định D10, D50, D90, mode, span và RSD%. Kích thước thiết bị lọc được lựa chọn trình bày trong Bảng 3.

Thiết bị lọc sẽ chặn 90% lượng cát xâm nhập vào đáy giếng, cho 10% thành phần mịn nhất đi qua, sẽ được cuốn theo dòng chảy đưa lên bề mặt [10]. Các hạt cát sẽ xếp lớp ở ngoài thiết bị lọc theo thứ tự từ to đến nhỏ, tạo thành rào cản tự nhiên ngăn không cho thành hệ sạt lở như cấu trúc trong Hình 7.

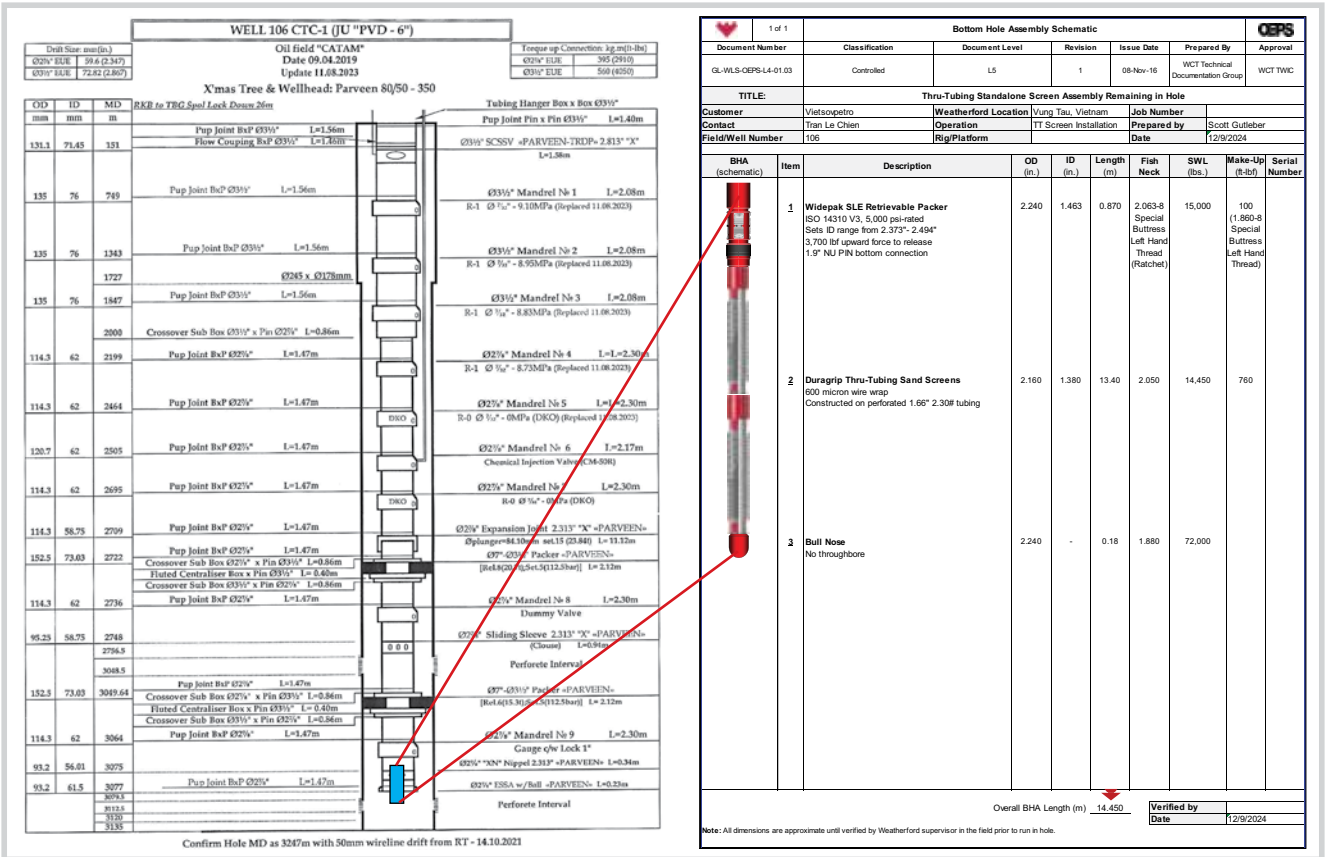
Đối với giếng khoan CT-5, CT-6, phân tích phân bố kích thước độ hạt có giá trị trình bày trong Bảng 4.



Hình 7. Cơ chế làm việc của thiết bị lọc.

Bảng 4. Phân bố kích thước độ hạt và phương pháp thiết bị lọc đề xuất cho giếng CT-5, CT-6

Giá trị	Giếng CT-5	Giếng CT-6
D10	7,57 μm	132 μm
D50	42,1 μm	485 μm
D90	171 μm	986 μm
Mod	53,8 μm	599 μm
Kích thước	Rất nhỏ	Lớn
Thành phần hạt mịn	57%	8,6%
Độ chọn lọc	Rất kém	Tốt
Phương pháp đề xuất	Thiết bị lọc phức hợp chèn sỏi	Thiết bị lọc đơn thuần



Hình 8. Sơ đồ lắp đặt thiết bị lọc đơn thuần trong giếng CT-6.

[illegible]

Hình 9. Sơ đồ lắp đặt thiết bị lọc phức hợp chèn sỏi trong giếng CT-5.

Bảng 5. Biện pháp xử lý rủi ro trong quá trình vận hành và thi công

Rủi ro	Phương pháp phòng tránh, xử lý
Hình thành nút cát khi bơm hạt chèn trong coiled tubing	Kiểm soát nồng độ cát theo thiết kế, theo dõi áp suất bơm, khi có dấu hiệu tăng áp suất bơm đột ngột cần xem xét hiệu chỉnh lại chương trình bơm (giảm nồng độ, bơm đẩy...).
Chiều cao cột cát bơm vào cao hơn thiết kế	Sử dụng coiled tubing để làm sạch tới Frac Valve stinger.
Thiết bị lọc bị tủng do khai thác	Gọi dòng bằng việc tạo chênh áp nhỏ, tăng chênh áp từ từ kèm với kiểm soát chất lưu bề mặt, tránh trình trạng để nồng độ cát trong sản phẩm quá nhiều.
Xói mòn đường ống bề mặt	Kiểm soát chế độ khai thác, theo dõi nồng độ hạt rắn trong sản phẩm ($< 0,1\%$).
Giếng dừng khai thác do thiết bị lọc bị tắc	Lập kế hoạch rửa định kỳ theo thực tế sản lượng của giếng, không để đến mất dòng mới thay thiết bị lọc có thể dẫn đến cát mịn lấp hoàn toàn thiết bị lọc.

Trên cơ sở đó với giếng CT-5 (57% mịn) chọn thiết bị lọc phức hợp + chèn sỏi; còn giếng CT-6 chọn thiết bị lọc đơn thuần. Quy trình thực hiện giải pháp như sau:

Trong trường hợp sử dụng thiết bị lọc đơn thuần cho giếng CT-6:

- Rửa cát tới đáy, hoặc ít nhất là tới độ sâu 3.079 m;
- Thả chuỗi thiết bị đáy theo Hình 8. Lắp đặt upper Widepack SLE Retrievable packer ở độ sâu 3.170 m sử dụng thiết bị lắp đặt thủy lực hoặc tại 3.075 m vào XN nipple profile. Thiết bị lọc sẽ nằm trong khoảng 3.076 -

3.090 m (độ sâu có thể được điều chỉnh dựa trên việc gia/giảm số lượng thiết bị lọc);

- Kéo ống thép cuộn (CTU) và gọi dòng giếng.

Trong trường hợp sử dụng thiết bị lọc phức hợp có chèn sỏi:

- Rửa cát tới đáy của thiết bị lọc sơ cấp, hoặc ít nhất tới độ sâu 3.000 m;
- Thả chuỗi thiết bị đáy như Hình 9. Đặt upper Widepack SLE Retrievable packer ở độ sâu 2.875 m sử dụng thiết bị lắp đặt thủy lực. Thiết bị lọc sẽ nằm tại độ

Bảng 6. So sánh chi phí của các phương pháp phục hồi giếng khai thác tại mỏ Cá Tầm

Phương pháp	Giếng CT-5	Giếng CT-6
Phương pháp sử dụng giàn khoan (lắp đặt thiết bị lọc cùng tubing/cắt thân)	1.717.117 USD (tương đương giếng 7/CTC-01)	2.159.455 USD
Phương pháp lắp đặt thiết bị lọc sử dụng coiled tubing	600.000 USD	550.000 USD
Tiết kiệm	1.117.117 USD	1.609.455 USD

sâu 2.884 m (độ sâu có thể được thay đổi dựa trên việc gia/giảm số lượng ống nối dài). Tại thời điểm này van Gravel Pack High-Rate Frac Valve (khoanh tròn) đang ở trạng thái mở;

- Thả CTU, kết nối đầu bơm vào upper Widespack SLE Retrievable packer. Bơm gel với nồng độ cát cao vào vỉa sản phẩm qua Frac Valve. Thể tích hạt chèn cần bơm phải được tính toán để nóc cột hạt chèn không quá cao;
- Thả CTU để làm sạch phần hạt chèn còn sót lại trên Frac Valve stinger;
- Kết nối stinger sử dụng Flow release Gravel Pack Stinger Retrievable tool như Hình 9. Khi Stinger được thu hồi, Frac port sẽ đóng lại, cho phép dòng sản phẩm chảy qua thiết bị lọc;
- Kéo CTU và gọi dòng giếng.

Rủi ro và quy trình xử lý rủi ro được trình bày trong Bảng 5.

3.3. Đánh giá hiệu quả kinh tế

Để phục hồi được các giếng sinh cát, có thể lựa chọn giải pháp sửa giếng dùng giàn tự nâng hoặc giải pháp lắp đặt thiết bị lọc bằng coiled tubing. Qua so sánh cho thấy phương pháp sử dụng coiled tubing có ưu điểm vượt trội (Bảng 6):

- Chi phí thấp;
- Không phức tạp như trong quá trình sửa giếng, chi phí phát sinh không quá nhiều (thực tế cho thấy khi sửa các giếng Miocene của Cá Tầm thường phát sinh chi phí lên tới 30% so với dự toán do phải xử lý các phức tạp liên quan đến thành hệ;
- Thiết bị lọc lắp đặt bằng coiled tubing cho phép rửa định kỳ và thay thế, trong khi đó sử dụng thiết bị lọc thả cùng ống khai thác chỉ có thể thay thế bằng giàn khoan tự nâng;
- Thời gian thi công ngắn hơn 50% so với phương pháp sử dụng giàn tự nâng;
- Không gây nhiễm bẩn vỉa do các quá trình đập giếng, sửa giếng.

Như vậy, giải pháp chống trào cát bằng phương pháp lắp đặt thiết bị lọc sử dụng coiled tubing cho hiệu quả kinh tế vượt trội, tiết kiệm từ 1 - 1,5 triệu USD so với phương pháp sử dụng giàn khoan truyền thống.

4. Kết luận và kiến nghị

Sinh cát là hiện tượng phổ biến đối với các mỏ đã khai thác lâu năm, có thành hệ bờ rời và áp suất vỉa suy giảm. Cát sinh ra gây nhiều ảnh hưởng tiêu cực tới sản lượng dầu khí, độ an toàn của các thiết bị trong lòng giếng và bề mặt, chi phí sửa chữa và vận hành tăng cao... Việc áp dụng các biện pháp chống trào cát phù hợp với điều kiện mỏ cần được thực hiện sớm trước khi hiện tượng sinh cát xuất hiện.

Công nghệ lắp đặt thiết bị lọc cát trong ống khai thác sử dụng coiled tubing có hiệu quả vượt trội, giúp tiết giảm chi phí sửa giếng và phục hồi sản lượng khai thác trong thời gian ngắn. Các ưu điểm của phương pháp này gồm: Chi phí thấp, chỉ bằng 30% so với chi phí sửa giếng; thời gian thi công ngắn, chỉ bằng 50% so với sửa giếng; có thể thay thế định kỳ; giảm tối thiểu tình trạng nhiễm bẩn vỉa và giảm rủi ro khi thi công.

Phương pháp này được áp dụng nhiều trên thế giới, đặc biệt ở các khu vực mỏ sinh cát mạnh như Brunei, Malaysia. Thời gian khai thác trung bình của các giếng trước khi cần thay thiết bị lọc cát đều kéo dài từ 9 tháng - 3 năm, sản lượng khai thác ổn định. Đối với yếu tố địa chất và quy mô của mỏ Cá Tầm, phương pháp này được xem là tối ưu nhất để có thể tận thu hồi dầu khí của mỏ, cũng như tiết giảm tối đa chi phí đầu tư cho các bên tham gia dự án.

Tài liệu tham khảo

- [1] Le Viet Hai, "Investigate solutions to effective exploitation of lower Miocene reservoir at Beluga", 2024.
- [2] Nguyễn Văn Hùng, "Công nghệ tính toán, ngăn ngừa và xử lý trào cát vỉa trong các giếng khai thác", 2024.
- [3] Arman Salahi, Ali Naghi Dehghan, Seyed Jamal Sheikhzakariaee, and Afshin Davarpanah, "Sand production control mechanisms during oil well production and construction", *Petroleum Research*, Volume 6, Issue 4, pp. 361 - 367, 2021. DOI: 10.1016/j.ptlrs.2021.02.005.

[4] Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI), “FDP mỏ Cá Tầm”, 2023.

[5] Nicholas Moses, “Ca Tam sand control completion study for Vietsovpetro”, 2023.

[6] SLB, “Geomechanical modeling of the lower Miocene Reservoir in Ca Tam field & application for completion”, 2023.

[7] R.J. Saucier, “Considerations in gravel pack design available to purchase”, *Journal of Petroleum Technology*, Volume 26, Issue 2, pp. 205 - 212, 1974. DOI: 10.2118/4030-PA.

[8] Giin-Fa Fuh and Nobuo Morita, “Sand production prediction analysis of heterogeneous reservoirs for sand control and optimal well completion design”, *International*

Petroleum Technology Conference, Beijing, China, 26 - 28 March, 2013. DOI: 10.2523/IPTC-16940-MS.

[9] Siti Aishah Mohd Hatta, Irzee Zawawi, Anish Gupta, M. Safwan Ahmad Nadzri, Nurfarah Izwana Salleh, Suzanna Juyanty Jeffry, Natasha Md Sharif, Izza Hashimah Ishak, and M. Azuwan Maoinsar, “Sand prediction for a cost-effective marginal green field development”, *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Brisbane, Australia, 23- 25 October 2018*. DOI: 10.2118/192090-MS.

[10] Y. Wang, “Sand prediction by different criteria and validation through a hollow cylinder test”, *46th U.S. Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, Chicago, Illinois, 24 – 27 June 2012*.

STUDY ON SAND CONTROL TECHNOLOGY FOR LOWER MIOCENE RESERVOIR IN CA TAM FIELD: TECHNICAL ASSESSMENT, ECONOMIC EFFICIENCY AND APPLICATION POTENTIAL

Tran Le Chien, Bui Khắc Hưng, Dong Van Hoang, Le Viet Hai, Nguyen Quoc Dung, Hoang Van Minh, Tran Thanh Nam

Vietsovpetro Joint Venture (Vietsovpetro)

Email: hungbk.rd@vietsov.com.vn

Summary

During oil and gas production, reservoir pressure depletion and increasing water cut lead to weakened wellbore mechanical strength, resulting in the onset of sand production. At the Ca Tam field, this issue is even more severe because the formation is geologically young and poorly consolidated; the critical sand-production threshold pressure is very close to the initial reservoir pressure, while the bottomhole pressure remains at a very high level. Sand production significantly reduces the actual oil recovery compared to the design expectation, and may cause wellbore damage, surface facility failures, and safety risks due to erosion of the platform's protective systems.

This paper presents the theoretical basis of sand production and sand control, and analyzes production challenges in the Lower Miocene reservoir of the Ca Tam field. Based on this analysis, an optimal solution is proposed - the installation of sand-control screens using coiled tubing without the need for a conventional drilling rig.

Key words: Sand production, wellbore mechanical strength, Lower Miocene, Ca Tam field.