

## GIẢI PHÁP XỬ LÝ TÌNH TRẠNG MẤT ỔN ĐỊNH THÀNH GIẾNG KHOAN

Phạm Văn Hiếu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Dầu khí Gubkin

<sup>2</sup>Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"

Email: hieupv.dr@vietsov.com.vn

### Tóm tắt

Bài báo phân tích các nguyên nhân gây ra tình trạng mất ổn định thành giếng khoan từ quá trình thi công 250 giếng khoan tại các mỏ của Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" (với quỹ đạo, hệ dung dịch khoan và góc lệch khác nhau). Trên cơ sở đó, tác giả đề xuất các giải pháp xử lý tình trạng mất ổn định thành giếng khoan như doa lại thân giếng kết hợp với quét tạt dung dịch độ nhớt cao, xử lý dung dịch (tăng hàm lượng bôi trơn, hàm lượng ức chế sét, giảm độ thải nước của dung dịch tới mức tối thiểu cho phép), kết hợp tăng tỷ trọng dung dịch khoan trong giới hạn cho phép... Nghiên cứu cũng cho thấy việc đánh giá sự ảnh hưởng của các phương pháp khoan đến thời gian ổn định thành giếng giúp giảm thiểu các phức tạp, sự cố xảy ra trong quá trình khoan.

**Từ khóa:** Phức tạp, sự cố, mất ổn định thành giếng khoan, đặc tính cơ học đất đá, bó hẹp thành giếng.

### 1. Giới thiệu

Mất ổn định thành giếng khoan là hiện tượng xảy ra trong quá trình khoan, do sự chênh lệch đáng kể giữa đường kính của thân giếng khoan với đường kính của chông khoan và thành giếng không giữ được kết cấu ban đầu. Đặc biệt là khi khoan các giếng khoan định hướng với góc nghiêng lớn hoặc khi khoan qua các tầng đất đá có nhiều đứt gãy, tập trung ứng suất thì mất ổn định thành giếng khoan có thể xảy ra với mức độ nghiêm trọng, ảnh hưởng đến công tác khoan. Mất ổn định thành giếng khoan chủ yếu do tương tác hóa - lý và do sự thay đổi về mặt cơ học của đất đá.

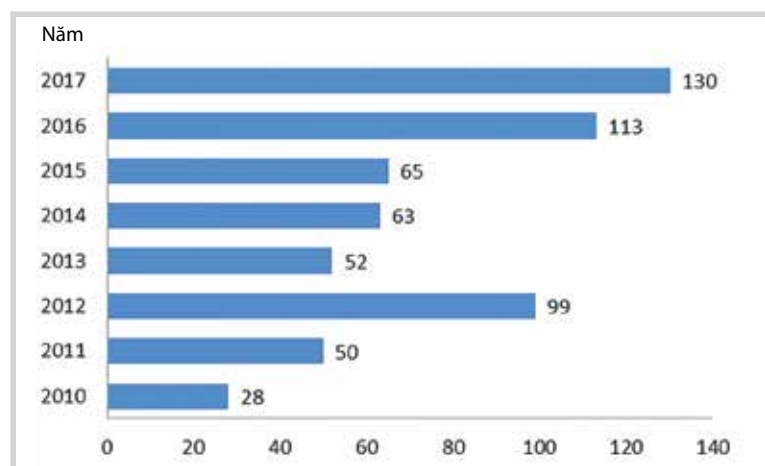
Hiện tượng mất ổn định thành giếng khoan gây ra việc tăng thời gian khoan, thậm chí phải hủy giếng khoan. Ước tính mỗi năm trên thế giới phải chi tới gần 500 triệu USD liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp tới vấn đề mất ổn định thành giếng khoan [1].

Bài toán phân tích các nguyên nhân gây ra tình trạng mất ổn định thành giếng khoan và giải pháp để xử lý các sự cố liên quan đến vấn đề này tại các mỏ của Liên doanh Việt - Nga

"Vietsovpetro". Đây là cơ sở quan trọng để triển khai công tác thiết kế thi công, tiết kiệm tối ưu chi phí trong công tác khoan - khai thác dầu khí. Ví dụ như kéo thả ống chống, thả thiết bị đo địa vật lý, thử vỉa trong thân trần, tính toán và thiết kế cột ống chống, tỷ trọng dung dịch và thời gian đảm bảo thi công an toàn giếng khoan, nghiên cứu các giải pháp ngăn ngừa hư hỏng ống chống và kiểm soát quá trình tạo hang hốc trên thành giếng khoan do bị sập lở.

### 2. Khảo sát tình trạng mất ổn định thành giếng khoan tại Vietsovpetro trong giai đoạn 2010 - 2017

Việc nghiên cứu về tình trạng phức tạp và sự cố trong quá trình khoan và hoạt động khoan cắt thân tại Vietsovpetro trong giai đoạn 2010 - 2017 được tiến hành trên 250 giếng khoan với quỹ đạo, hệ dung dịch khoan và góc lệch khác nhau. Kết quả nghiên cứu cho thấy rất nhiều phức tạp và sự cố đã diễn ra trong giai đoạn này (Hình 1).



Hình 1. Kết quả nghiên cứu các phức tạp và sự cố xảy ra trong quá trình khoan trong giai đoạn 2010 - 2017

Như vậy, trên tổng số 190 giếng được thống kê và nghiên cứu có đến 62% số giếng khoan xảy ra tình trạng mất ổn định thành giếng khoan [2, 3].

Đặc biệt trong giai đoạn 2016 - 2017, 60% trường hợp xảy ra phức tạp sự cố (bao gồm kẹt dính, mất ổn định thành giếng, mất dung dịch, không thể thả thiết bị tới chiều sâu thiết kế, biểu hiện dầu khí nước) là do nguyên nhân phức tạp địa chất. Phức tạp địa chất chủ yếu gặp phải khi khoan thân giếng 215,9mm, qua khu vực chuyển tiếp giữa Miocene dưới và Oligocene trên hoặc đơn thuần Oligocene trên nơi thành phần đất đá chủ yếu là sét và sét kết (Hình 2 và 3).

Nghiên cứu được tiến hành trên 31 giếng khoan trong năm 2016 có đến 19 giếng khoan xảy ra sự cố điển hình như: Mất dung dịch khi khoan và bơm trám xi măng, mất ổn định thành giếng khoan, kẹt bộ khoan cụ, không thể thả thiết bị địa vật lý bằng cáp... (Hình 2).

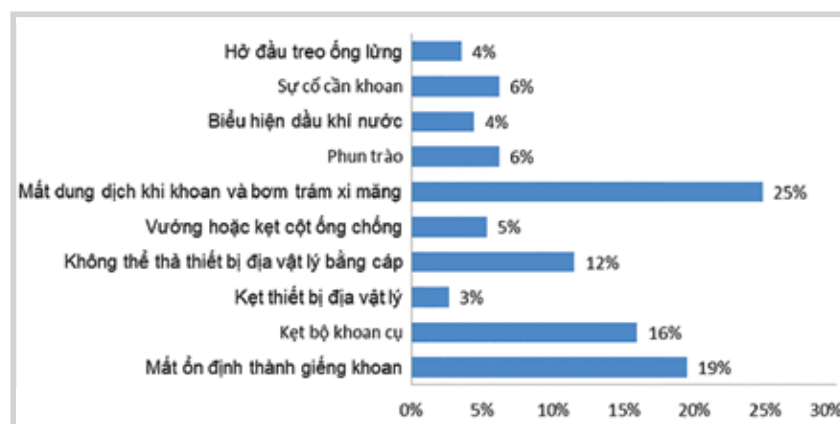
Kết quả thống kê và phân tích 35 giếng được khoan trong năm 2017 cho thấy 33 giếng khoan xảy ra sự cố: Mất ổn định thành giếng, mất dung dịch khi khoan và bơm trám xi măng, sự cố về cần khoan, kẹt bộ khoan cụ... (Hình 3).

Nghiên cứu về thời gian ổn định thành giếng khoan tính từ thời điểm khoan phá được tiến hành trên cơ sở số liệu báo cáo khoan của 30 giếng khoan trên mỏ Bạch Hổ (Hình 4). Kết quả phân tích cho thấy thời gian đất đá ổn định tính từ thời điểm khoan phá đạt giá trị lớn nhất là 7 ngày đối với

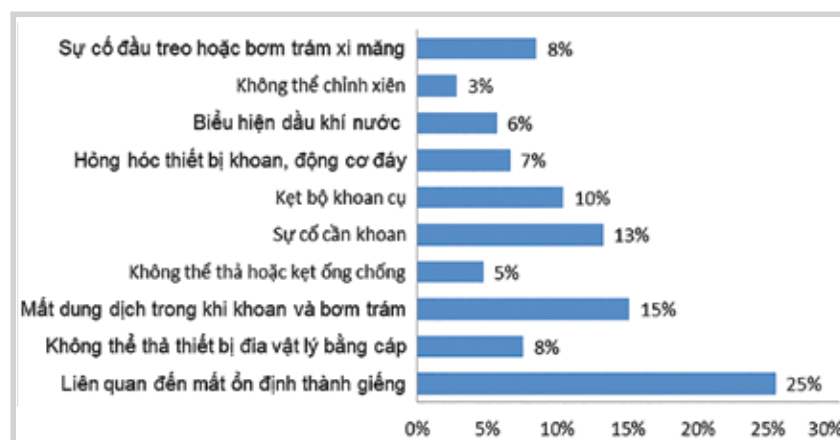
địa tầng Miocene dưới và 15 ngày đối với tầng Oligocene. Sau đó, các biểu hiện phức tạp tăng dần liên quan đến sự mất ổn định thành giếng khoan, bó hẹp thành giếng, sập lở với cường độ khác nhau. Thời gian trung bình thân giếng ổn định chỉ từ 3 - 5 ngày. Trong trường hợp tỷ trọng dung dịch không đủ để giữ áp suất thành hệ thì quá trình này diễn ra nhanh hơn, chỉ sau vài giờ đến một ngày. Biểu hiện mất ổn định thành giếng khoan chủ yếu xảy ra tại khoảng chiều sâu 2.100 - 4.000m và theo chiều sâu thẳng đứng, tương ứng với địa tầng Miocene dưới và Oligocene.

Thời gian giếng khoan trong trạng thái thân trần đóng vai trò quan trọng và ảnh hưởng tới hiện tượng mất ổn định thành giếng khoan, làm giảm đáng kể độ bền của đất đá, vì vậy cần tiến hành chống ống càng nhanh để đảm bảo an toàn cho thân giếng.

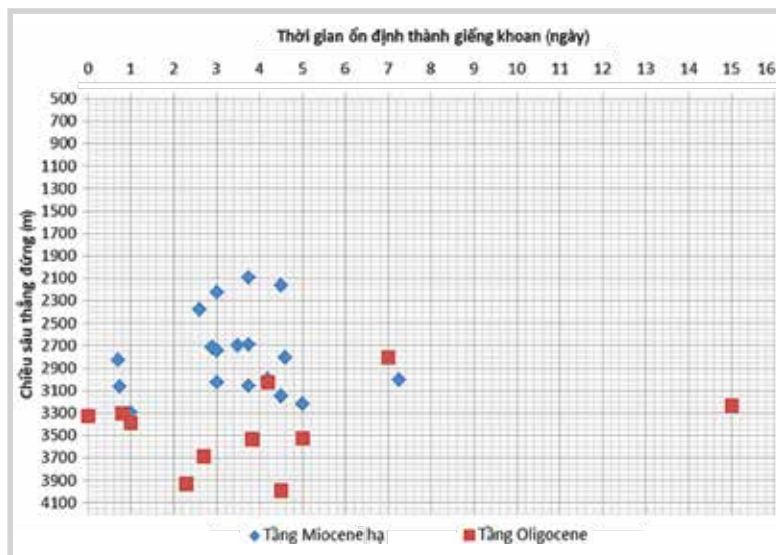
Việc tiến hành thống kê và phân tích thời gian thi công giếng khoan được áp dụng bằng các phương pháp khoan khác nhau. Ví dụ: khoan rotor, khoan bằng RSS, khoan bằng động cơ đáy. Thống kê được tiến hành trên 26 giếng khoan. Kết quả cho thấy thời gian thi công 1m khoan lần lượt là 0,143 giờ và 0,321 giờ đối với công đoạn 215,9mm và 311,15mm tương ứng với sử dụng công nghệ khoan RSS và động cơ đáy hoặc khoan rotor (Bảng 1). Thời gian từ khi khoan phá đến khi chống ống sử dụng công nghệ khoan RSS tiết kiệm được 3 - 4 ngày so với các phương pháp khoan còn lại. Trên 20 giếng được xem xét và đánh giá khi sử dụng phương pháp khoan RSS chỉ xảy ra 4 trường hợp phức tạp liên quan đến mất ổn định thành giếng. Trong năm 2011, Vietsovpetro lần đầu tiên sử dụng công nghệ khoan bằng RSS kết hợp với đo LWD. Việc áp dụng LWD trong khi khoan thân giếng 311,15mm và 215,9mm cho phép tiết



Hình 2. Phân bố các dạng phức tạp sự cố trong năm 2016



Hình 3. Phân bố các dạng sự cố phức tạp trong năm 2017



Hình 4. Thời gian ổn định thành giếng sau khi khoan phá tại mỏ Bạch Hổ

Bảng 1. So sánh thời gian thi công 1m khoan bằng các phương pháp khác nhau

TT	Giếng khoan	Khoảng khoan		Chiều dài khoảng khoan	Thời gian chi tiết cho các công việc (giờ)						
		Từ	Đến		Khoan	Bộ khoan cụ	Bơm rửa	Kéo thả	Doa	Tổng thời gian	Thời gian 1m khoan
<b>Sử dụng công nghệ khoan của Barker Hughes</b>											<b>0,143</b>
1	125 BK-15	1.310	3.096	1.786	203,5	10,5	43,5	91,5	17	366	0,205
2	BC-A-1X	1.290	3.222	1.932	155,5	3	9,75	77,75	4,25	250,25	0,130
3	506 RC-5	1.200	2.791	1.591	89	13	7,25	48	0,5	157,75	0,099
4	GT-5XP	1.257	3.342	2.085	116,5	12,5	13	61		203	0,097
5	GT-6P	1.409	3.627	2.218	129	17	24,5	160,5	2,5	333,5	0,150
6	1212 BK-14	1.732	4.070	2.338	129,25	9,75	47,75	104,75	12,25	303,75	0,130
7	1216 BK-14	1.729	3.378	1.649	77,75	10,25	28	47,75	7	170,75	0,104
8	ThT 4XP	1.404	3.757	2.353	157	21,75	66,75	77,75		323,25	0,137
9	ThT 6P	2.321	3.536	1.215	109	13,5	60	71,5	1,5	255,5	0,210
10	70 RC-7	1.288	3.426	2.138	116,75	17	54,5	95	79,25	362,5	0,170
<b>Sử dụng công nghệ khoan của Schlumberger</b>											<b>0,202</b>
1	129 BK-15	1.325	3.070	1.745	137	15,5	38	77	4,5	272	0,156
2	131 BK-15	1.357	3.211	1.854	170	12	25	64,5	3	274,5	0,148
3	407 RC-DM	1.992	3.456	1.464	201	17,5	19,25	81,5		319,25	0,218
4	R-24	1.745	3.214	1.469	215,75	16,75	27,75	78,5	19,75	358,5	0,244
5	ThT 3X	2.277	3.798	1.521	158,5	34,5	61	182	121,5	557,5	0,367
6	1706 BK-17	1.424	3.538	2.114	122,75	21,5	28,25	70	78,5	321	0,152
7	423 RC-4	2.207	3.988	1.781	189,5	19	27,25	91	8,75	335,5	0,188
8	510 RC-5	1.250	2.812	1.562	99,5	24	16,5	78,5	6,5	225	0,144
9	1713 BK-17	1.508	2.812	1.304	147	12,5	38,5	81	49,5	328,5	0,252
10	ThT 5P	2.348	3.674	1.326	97,75	16,25	24,5	58	8	204,5	0,154
<b>Phương pháp khoan bằng động cơ đáy hoặc rotor thực hiện bởi Vietsovpetro</b>											<b>0,321</b>
1	10006 BK-10	1.300	3.375	2.075	259,33	53,5	47,33	160,5	9,67	530,33	0,256
2	1203 BK-14	1.257	3.278	2.021	281,5	80,5	29,75	161	7	559,75	0,277
3	R-19	1.330	2.932	1.602	187,2	36,25	34,5	115,7	41,5	415,15	0,259
4	2004 BK-2	2.184	3.258	1.074	174,5	37,5	33,5	116	112	473,5	0,441
5	R-29	2.097	3.166	1.069	244,2	11	43	157	16,75	471,95	0,441
6	8003 BK-8	1.381	3.755	2.374	353,75	41,25	25,5	150,5	28	599	0,252

kiệm thời gian thi công từ 1 - 2 ngày so với các phương pháp khoan thông thường. Sự kết hợp RSS và LWD cho phép giảm nguy cơ phức tạp liên quan đến mất ổn định thành giếng khoan.

### 3. Nguyên nhân và các biện pháp xử lý tình trạng mất ổn định thành giếng khoan

Nguyên nhân gây ra hiện tượng mất ổn định thành giếng khoan do nhiều yếu tố, có thể được phân loại theo khả năng kiểm soát (Bảng 2).

Dấu hiệu nhận biết tình trạng mất ổn định thành giếng khoan là nguyên nhân chính dẫn đến sập lở thành giếng hoặc bó

hẹp ống chống trong quá trình khoan, hoàn thiện giếng và khai thác được thể hiện trong Bảng 3. Những dấu hiệu được chia làm 2 nhóm cơ bản: dấu hiệu trực tiếp và dấu hiệu gián tiếp [4, 5]. Dấu hiệu trực tiếp của mất ổn định thành giếng dễ nhận thấy nhất là sự thay đổi đường kính thân giếng, qua kết quả đo địa vật lý đường kính thân giếng bằng phương pháp Caliper.

Một số biện pháp để xử lý hiện tượng mất ổn định thành giếng khoan tại Vietsovpetro:

- Doa lại thân giếng và bơm kết hợp quét tạt dung dịch độ nhớt cao.
- Doa lại thân giếng kết hợp xử lý dung dịch: tăng hàm lượng bôi trơn, hàm lượng ức chế sét, giảm độ thải nước của dung dịch tới mức tối thiểu cho phép.
- Doa lại thân giếng kết hợp tăng tỷ trọng dung dịch khoan trong giới hạn cho phép.

Theo kết quả thống kê và phân tích khi áp dụng những phương pháp trên cho thấy phương pháp tăng tỷ trọng cho mức độ hiệu quả cao. Thống kê tại Vietsovpetro cho thấy có 69 trường hợp trên tổng số 114 trường hợp hiện tượng mất ổn định thành giếng được xử lý thành công bằng phương pháp tăng tỷ trọng, đạt 61%.

Việc giảm thiểu ảnh hưởng của các yếu tố địa chất lên sự mất ổn định thành giếng khoan trong quá trình thi công giếng khoan cần thực hiện các giải pháp đồng bộ:

- Tăng cường độ chính xác dự đoán áp suất vỉa, áp suất lỗ rỗng cũng như xác định chính xác ranh giới các địa tầng.
- Tăng cường kiểm soát địa chất trong quá trình thiết kế và thi công giếng khoan.
- Khi thiết kế giếng khoan cần cân nhắc việc ảnh hưởng của các khu vực đứt gãy địa chất, tránh đi qua các khu vực đứt gãy.
- Áp dụng các biện pháp công nghệ giúp đo được áp suất vỉa trong quá trình khoan.
- Tăng cường chất lượng dung dịch khoan bằng việc sử dụng các hệ dung dịch có hàm lượng ức chế sét cao, phù hợp với địa tầng của vùng mỏ.
- Việc tăng tỷ trọng dung dịch trong giới hạn cho phép giúp tăng áp lực lên thành giếng khoan, giúp kiểm soát thân giếng tốt hơn, vì vậy cần nghiên cứu tìm ra cửa sổ dung dịch phù hợp.
- Tăng cường nghiên cứu về tính chất cơ lý đất đá để xác định cửa sổ dung dịch khoan chính xác.

**Bảng 2.** Nguyên nhân gây ra tình trạng mất ổn định thành giếng khoan

Yếu tố không kiểm soát được	Yếu tố kiểm soát được
Khu vực nứt nẻ, đứt gãy	Áp suất đáy giếng
Ứng suất do kiến tạo địa chất	Góc lệnh và góc phương vị
Ứng suất tự nhiên lớn	Địa tầng chuyển tiếp
Địa tầng đất đá di chuyển	Phản ứng cơ hóa giữa đất đá và nước từ dung dịch khoan
Thành hệ kém bền vững	Cột cần khoan bị rung động
Tầng sét phiến dị thường áp suất cao	Xói mòn thành giếng do chế độ bơm rửa
	Thay đổi nhiệt độ

**Bảng 3.** Dấu hiệu nhận biết biểu hiện tình trạng mất ổn định thành giếng khoan

Dấu hiệu trực tiếp	Dấu hiệu gián tiếp
Tăng đường kính thân giếng	Moment quay lớn, lực ma sát lớn
Bó hẹp thân giếng	Bị vướng, treo khi thả cần khoan, ống chống và các thiết bị đo địa vật lý
Lượng mùn khoan lớn hơn bình thường	Tăng áp suất bơm
Lượng mảnh vỡ đất đá lớn	Kẹt cần khoan
Mảnh vỡ đất đá trên sàn rung	Tăng mức độ rung lắc cột cần
Mùn khoan bị lắng tại đáy giếng sau khi kéo thả	Hư hỏng cần khoan
Cần bơm lượng xi măng nhiều hơn trong khi bơm trám	Khó khăn chỉnh xiên khi khoan
	Không thể thả thiết bị đo địa vật lý
	Chất lượng đo địa vật lý kém
	Xuất hiện khí vánh xuyên do chất lượng trám xi măng kém
	Tạo lòng máng
	Cường độ tăng góc lớn

#### 4. Kết luận

- Việc xử lý vấn đề mất ổn định thành giếng khoan được Vietsovpetro ưu tiên hàng đầu. Trong đó, việc tạo áp lực cần thiết lên thành giếng khoan là giải pháp cơ bản để kiểm soát tình trạng mất ổn định thành giếng khoan.

- Thời gian ổn định của đất đá tại các khoảng chiều sâu khác nhau. Việc xác định cường độ trương nở, bó hẹp thành giếng rất cần thiết giúp cho thiết kế xây dựng giếng khoan cũng như áp dụng các giải pháp công nghệ phù hợp. Tại tầng Miocene dưới của mỏ Bạch Hổ, thời gian ổn định thành giếng từ 3 - 7 ngày chưa tính đến ảnh hưởng của các thông số khác của dung dịch lên độ bền đất đá.

- Việc sử dụng công nghệ khoan RSS kết hợp với LWD cho phép giảm thời gian thi công giếng khoan, góp phần giảm thiểu các sự cố liên quan đến tình trạng mất ổn định thành giếng khoan.

- Tăng cường nghiên cứu về độ bền cơ học, thông số cơ lý đất đá, áp suất lỗ rỗng. Trên cơ sở đó, xác định cửa sổ dung dịch khoan phù hợp.

#### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Hùng, Trịnh Quang Trung, Lương Hải Linh. *Phát triển phần mềm phân tích trạng thái ứng suất xung quanh thành giếng khoan trong ứng dụng bài toán địa cơ học*. Tạp chí Dầu khí. 2017; 4: trang 24 - 36.
2. Vietsovpetro. *Các tài liệu tổng kết phức tạp sự cố trong quá trình thi công giếng khoan tại Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" giai đoạn 2010 - 2017*.
3. Vietsovpetro. *Báo cáo khoan tại Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" giai đoạn 2010 - 2017*.
4. Borivoje Pašić, Nediljka Gaurina-Međimurec, Davorin Matanović. *Wellbore instability: causes and consequences*. Rudarsko-geološko-naftni zbornik. 2007; 19(1): p. 87 - 98.
5. В.С.Войтенко. *Управление горным давлением при бурении скважин*. Москва: Недра. 1985.

## SOLUTIONS TO HANDLE WELLBORE INSTABILITY

Pham Van Hieu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Gubkin State University of Oil and Gas (National Research University)

<sup>2</sup>Vietsovpetro

Email: hieupv.dr@vietsov.com.vn

### Summary

This paper analyses the causes of wellbore instability from the process of drilling 250 wells on offshore fields of Vietsovpetro (with different trajectory, drilling muds and deviation). On that basis, the author proposes solutions to handle the condition of wellbore instability, e.g. reaming and back reaming with high-viscosity sweep, mud condition, increasing of mud weight in allowable mud weight window. The research also shows the appraisal of drilling method's influence on the duration of wellbore stability helps reduce well problems and accidents during the drilling process.

**Key words:** Drilling problem and accident, wellbore instability, mechanical properties of rock, wellbore swelling.