

К вопросу устойчивости ствола скважины при бурении в терригенных породах

Паршукова Л.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
parshukoval@tyuiu.ru

Аннотация

Проблема устойчивости стенок скважины была и остается актуальной. Постоянная смена объектов воздействия по глубине залегания, литологии, термобарическим условиям требует совершенствования представлений о процессах и механизмах стабилизации ствола скважины. Развиваются и углубляются знания по физико-химическим взаимодействиям, происходящим в системе «скважина — горная порода». Эти динамические процессы требуют постоянного совершенствования техники, технологии строительства скважины и применяемых буровых промывочных жидкостей.

Материалы и методы

Материалы:

- производственные данные по бурению скважины. Инцидент, связанный с прихватом эксплуатационной колонны, спускаемой в скважину;
- решение забурить боковой ствол;
- подготовка к бурению горизонтального ствола на растворе

на углеводородной основе (РУО).

Методы: анализ производственных данных с учетом применения в последующем РУО для бурения горизонтального окончания бокового ствола.

Ключевые слова

устойчивость ствола скважины, терригенные горные породы

Для цитирования

Паршукова Л.А. К вопросу устойчивости ствола скважины при бурении в терригенных породах // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 4. С. 28–31.
DOI: 10.24412/2076-6785-2024-4-28-31

Поступила в редакцию: 23.04.2024

DRILLING

UDC 622.248.5 | Original Paper

On the issue of borehole stability during drilling in terrigenous rocks

Parshukova L.A.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
parshukoval@tyuiu.ru

Abstract

The problem of well wall stability has been and remains relevant. The constant change of impact objects in terms of depth, lithology, and thermobaric conditions requires improved understanding of the processes and mechanisms of stabilization of the borehole. Knowledge on the physical and chemical interactions occurring in the borehole-rock system is developing and deepening. These dynamic processes require constant improvement of equipment, well construction technology and the drilling fluids used.

Materials and methods

Materials:

- production data on well drilling. An incident related to the seizure of an operational column being lowered into the well;
- the decision to drill the side barrel;
- preparation for drilling a horizontal shaft on a hydrocarbon-based solution.

Methods: Analysis of production data, taking into account the subsequent use of hydrocarbon-based solution for drilling the horizontal end of the side shaft.

Keywords

borehole stability, terrigenous rocks

For citation

Parshukova L.A. On the issue of borehole stability during drilling in terrigenous rocks. Exposition Oil Gas, 2024, issue 4, P. 28–31. (In Russ).
DOI: 10.24412/2076-6785-2024-4-28-31

Received: 23.04.2024

В работе кратко изложены основные требования к буровым растворам и проблемы бурения терригенных пород с точки зрения устойчивости ствола скважины.

Проблема устойчивости стенок скважин в процессе бурения и крепления скважин была и будет актуальной, так как постоянно меняются объекты воздействия (их литологическая характеристика, глубина залегания,

а следовательно, термобарические условия), совершенствуются представления о процессах и реагентах ингибирования, о механизме стабилизации стенок скважины при применении гидрофобизирующих, закупоривающих и других реагентах. Развивается и совершенствуется понимание физико-химических процессов, происходящих в системе «скважина — горная порода» с точки

зрения устойчивости и сохранения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), то есть это динамический процесс, требующий постоянного анализа с обязательным учетом всех современных наработок в области технологии буровых промывочных жидкостей (БПЖ).

Цель статьи: обосновать, что сохранение стабильности ствола снижает

непроизводительное время на устранение осложнений, связанных с устойчивостью стенок скважины, тем самым уменьшаются материальные, людские и временные затраты.

Представленный промысловый материал дает практическое решение проблемы устойчивости ствола на конкретной скважине.

Не существует универсальных буровых растворов, одинаково хорошо выполняющих гидродинамические, гидростатические функции, образующих тонкую прочную фильтрационную корку в интервале продуктивных пластов, обуславливающих физико-химическое равновесие в системе «скважина — горная порода» без нарушения целостности стенок скважины и не ухудшающих первоначальные (природные) ФЕС пласта-коллектора.

Основные проблемы при бурении скважин в терригенных разрезах Западной Сибири представлены осыпями, обвалами, прихватами, затяжками и посадками бурового инструмента (БИ), связаны с наличием глинистых пород.

Глинистые породы гидрофильны и, взаимодействуя с водным фильтратом бурового раствора, набухают, создается избыточное давление внутри породы и последующее разрушение. На устойчивость пород также влияют процессы диффузии и осмоса. Горно-геологические условия бурящихся скважин также обуславливают нестабильность стенок скважины из-за больших углов наклона пластов, пористости, трещиноватости, минералогического состава, термобарических условий, наличия тектонических деформаций [1–4].

Совершенствование техники и технологии бурения, особенно в части оптимизации рецептов БПЖ, безусловно благоприятно сказывается на результатах проводки скважины, но, как показывает практика, «совершенству нет предела», поэтому далее представлен производственный пример технического

расследования инцидента, произошедшего на конкретной скважине.

Вид инцидента: прихват эксплуатационной колонны (ЭК) 178 мм.

Глубина скважины: 3 522 м.

Конструкция скважины представлена в таблице 1.

Последняя колонна обсадных труб, спущенная в скважину: техническая колонна 245 мм, толщина стенки 8,9 мм, глубина спуска 0–1 499 м.

Табл. 1. Конструкция скважины
Tab. 1. Well design

| Наименование колонн | Проектная глубина, м | | Фактическая глубина, м | |
|-------------------------|----------------------|-------|------------------------|-------|
| | от | до | от | до |
| Кондуктор 324 мм | 0 | 360 | 0 | 365 |
| Техническая 245 мм | 0 | 1 498 | 0 | 1 499 |
| Эксплуатационная 178 мм | 0 | 3 516 | – | 3 476 |
| Хвостовик 114 мм | 3 451 | 4 426 | – | – |

Табл. 2. Параметры бурового раствора
Tab. 2. Drilling mud parameters

| Тип бурового раствора | Удельный вес, г/см ³ | Условная вязкость, сек | Пластическая вязкость, фунт/100 фут ² | ДНС, фунт/100 фут ² | СНС, фунт/100 фут ² | Песок, % | pH | Водоотдача, мл/30 мин | МВТ, кг/м ³ | Корка, мм | |
|-----------------------|---------------------------------|------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|----------|------|-----------------------|------------------------|-----------|--------------------|
| | | | | | | | | | | | Программные данные |
| Petro Com | 1,22–1,24 | 45–60 | 12–24 | 14–32 | 5–18/6–36 | <1 | 9–11 | <5 | 2–3 | <0,5 | |
| Фактические данные | | | | | | | | | | | |
| Petro Com | 1,23 | 52 | 20 | 17 | 8/15 | 0,3 | 11 | 4,5 | 2,5 | 0,3 | |

Буровая установка: БУ 250-МКС-4, Китай F-1600L — 2 шт.

Параметры бурового раствора на момент инцидента представлены в таблице 2.

Обстоятельства инцидента

Механическое бурение в интервале 3 381–3 522 м. Промывка на забое, приготовление ингибирующей пачки на основе бурового раствора в объеме 3 м³ (МСН-25 кг/м³ и Petro ASF-25 кг/м³) с добавлением

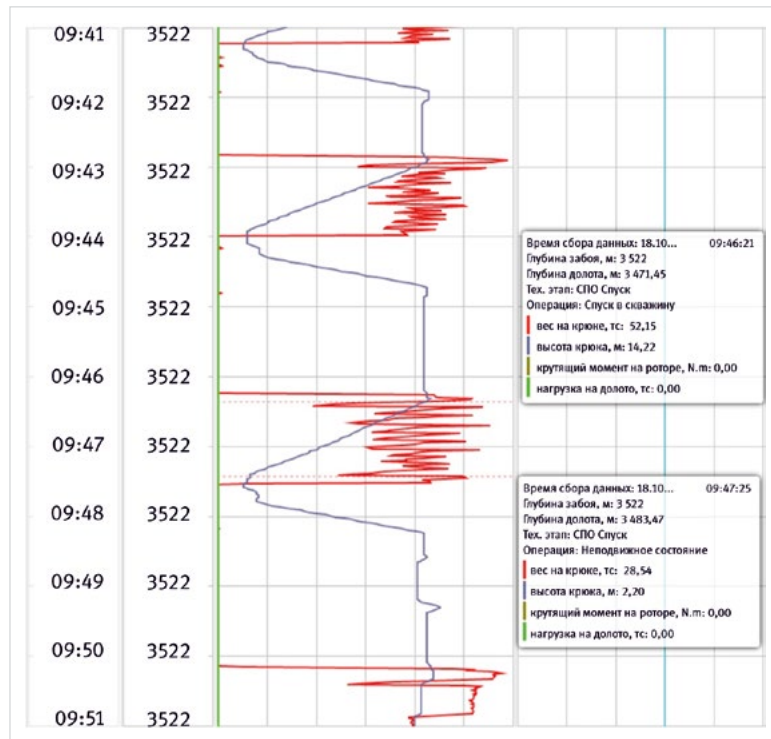


Рис. 1. Диаграмма возникновения прихвата (спуск с посадками, отсутствие циркуляции)

Fig. 1. The diagram of the occurrence of tack (descent with landings, lack of circulation)

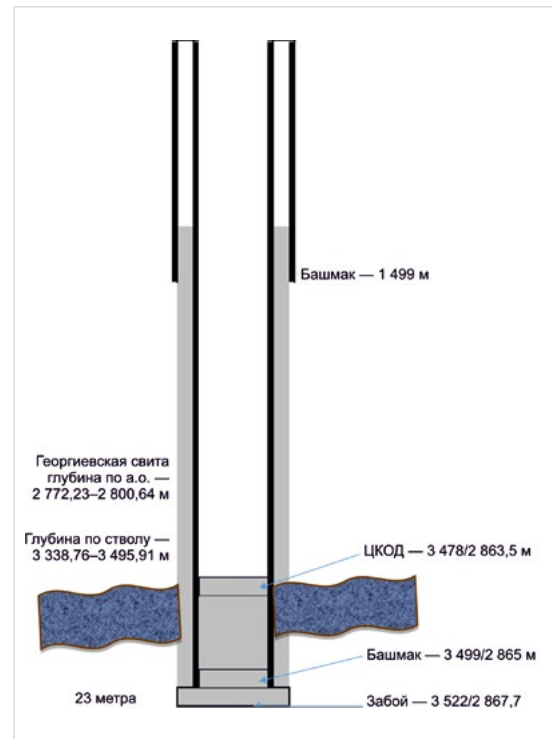


Рис. 2. Согласованная конструкция

Fig. 2. Consistent design

ранее приготовленной ингибирующей пачки 2 м³ и установка в интервале 3 200–3 308 м. Шаблонирование ствола скважины перед спуском обсадной колонны (ОК).

18.10.2023 г. — спуск эксплуатационной колонны 178 мм до глубины 3 499 м, разгрузка ЭК-178 мм до 21 т (рис. 1). Потеря подвижности ЭК-178 мм [3].

Работы, выполненные по ликвидации аварии:

- расхаживание колонны 178 мм на «вира» до 130 т (-) на «майна» до 5 т (-). Хождение эксплуатационной колонны отсутствует. Циркуляция полная Q-20-24 л/с; P-55-70 атм;
- установка нефтяной ванны в объеме 10 м³. Расхаживание ЭК, результат отрицательный. Вымыв нефтяной ванны.

Согласовано установить башмак эксплуатационной колонны на глубине 3 499 м для перекрытия георгиевской свиты (рис. 2) (глубина по а. о. 2 772,23–2 800,64 м, глубина по стволу 3 338,76–3 495,91 м).

Цементирование эксплуатационной колонны производится штатно (рис. 3).

Затем произведен демонтаж противобросового оборудования (ПВО). Оборудование устья.

Опрессовка эксплуатационной колонны произведена 24.10.2023 г. на 165 атм — герметично.

Возвращение к бурению скважины № 3032 — 08.11.2023 в 11:00.

Монтаж ПВО, опрессовка ПВО глухих плашек 165 атм. Падение давления за 16 мин на 35 атм — не герметично.

Спуск пакера до глубины 3 452 м, посадка с разгрузкой 3 т. Активация пакера на глубине 3 444 м с разгрузкой 10 т. Опрессовка затрубного пространства над пакером 165 атм — герметично. Опрессовка трубного пространства 165 атм — негерметично, падение давления 12 атм за 5 минут. Подъем и разборка бурового инструмента.

10.11.2023 г. сборка компоновки низа буровой колонны (КНБК) с телесистемой и спуск в интервале 0–3 452 м. Разбуривание оснастки и цемента произведено в интервале 3 452–3 473 м. Цементируемый клапан обратный дроссельный (ЦКОД) разбурен за 12 минут, потеря сигнала Т/С. ПР к подъему КНБК на ревизию. Разборка КНБК (отказ телесистемы). Сборка КНБК с телесистемой, спуск БИ свечами в интервале 30,0–3 473,0 м. Запись ГК Q = 14,5 л/сек, P = 196 атм. Разбуривание цементного стакана до глубины 3 499 м.

При подъеме инструмента потеря циркуляции на глубине 3 485 м. Расхаживание вес наверх 117–135 т. Восстановление циркуляции с вращением и расхаживанием на длину свечи Q = 14,5 л/сек, P = 195–205 атм, Nрот = 10 об/мин. Промывка на выходе цемента, подъем наверх до глубины 3 348 м с вращением, с циркуляцией с затяжками до 10 т.

По результату записи ГК — башмак эксплуатационной колонны спущен на глубину 3 476 м. Георгиевская свита не перекрыта [3].

Промывка, перевод скважины на новый буровой раствор. Спуск с циркуляцией СВП = 13 об/мин, Qвх = 16 л/с, Pвх = 140 атм, M = тонна-сила на глубине 3 478 м посадка, затяжки, потеря циркуляции, расхаживание. Подъем и разборка КНБК.

Сборка роторной КНБК. Спуск БИ до глубины 3 326 м. Промывка, утяжеление бурового раствора до 1,25 г/см³. Посадка до 8 т глубиной 3 326 м.

Проработка до глубины 3 478,0 м. Система верхнего привода (СВП) = 120 об/мин, Qвх = 20 л/с, Pвх = 170 атм, M = 2 тонна-сила. При подъеме затяжки — потеря циркуляции.

Утяжеление бурового раствора $\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$ до $\rho = 1,35 \text{ г/см}^3$.

При выходе в открытый ствол скважины рост давления до 210 атм, рост момента на роторе. На выходе 65 % аргиллит, 35 %

песчаник. Подъем БИ в интервале 3 478–0 м. Разборка роторной КНБК.

Спуск и установка цементных мостов в интервалах: 3 420–3 270 м; 3 220–3 070 м. Подъем и разборка инструмента.

Планируемые работы:

- подготовка буровой установки к бурению горизонтальных стволов на РУО по скважине № 3032;
- подготовка скважины к установке клин-отклонителя;
- установка клин-отклонителя (ориентирование при помощи Т/С);
- вырезка «окна» и углубление в породе.

Причины:

- спуск колонны с посадками более 8 т без промывки в георгиевской свите;
- недоспуск эксплуатационной колонны 178 мм ввиду ошибки в мере на 23 м и перекрытия георгиевской свиты;
- нахождение в неперекрытой зоне георгиевской свиты раствора на водной основе в течение 20 суток во время бурения.

Итоги

Представленный в работе конкретный производственный материал доказывает, что потеря циркуляции БПЖ произошла в георгиевской свите, которая не была перекрыта из-за недоспуска эксплуатационной колонны. 20 суток раствор на водной основе находился в неперекрытой зоне неустойчивой георгиевской свиты, склонной к осыпям и обвалам. В результате было принято решение спустить и установить цементные мосты для установки клина-отклонителя и забуривания бокового ствола.

Выводы

Исходя из анализа произошедшего инцидента, было принято решение произвести подготовку буровой установки к бурению горизонтальных стволов из боковых стволов на растворах на углеводородной основе.

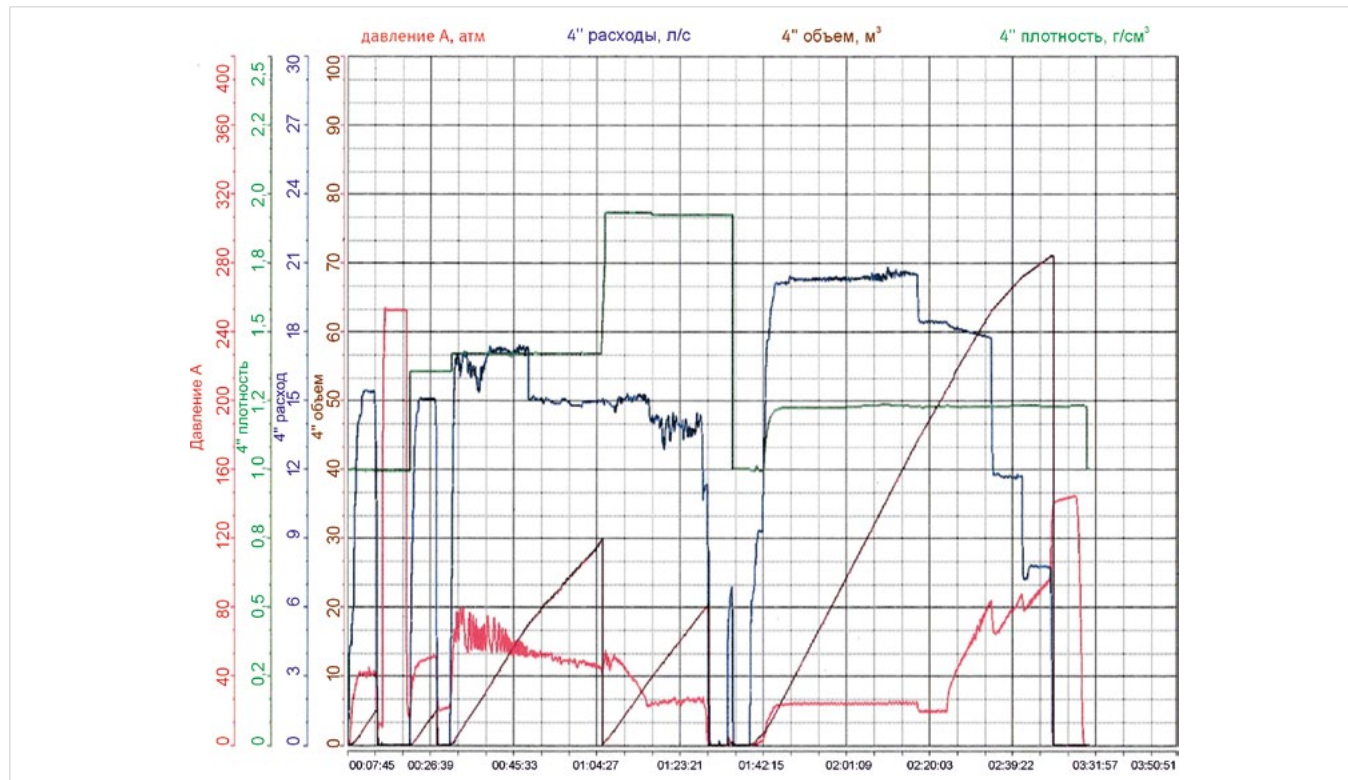


Рис. 3. Диаграмма цементирования эксплуатационной колонны
Fig. 3. The cementing diagram of the production column

Литература

1. Паршукова Л.А., Дерябин А.В., Нагорный И.А. Тектонические процессы и устойчивость стенок скважины // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 2. С. 33–37.
2. Дерябин А.В. Оценка влияния тектонических нарушений на аварийность скважин // Технологические

решения строительства скважин на месторождениях со сложными геолого-технологическими условиями их разработки. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. С. 109–112.

3. Паршукова Л.А. Промысловый опыт промывки скважин на месторождениях Сургутского свода // Булатовские чтения.

2021. Т. 1. С. 364–366.

4. Паршукова Л.А., Дерябин А.В. Вопросы устойчивости стенок скважины при бурении. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. 83 с.

ENGLISH

Results

The specific production material presented in the work proves that the loss of drilling flushing fluid circulation occurred in the geologic suite, which was not blocked due to the lack of access to the production column. For 20 days, the water-based solution was in the uncovered zone of the unstable St. George formation, prone to scree and landslides. As a

result, it was decided to lower and install cement bridges for installing a deflector wedge and drilling the side trunk.

Conclusions

Based on the analysis of the incident, it was decided to prepare the drilling rig for drilling horizontal shafts from side shafts on hydrocarbon-based solutions.

References

1. Parshukova L.A., Deryabin A.V., Nagorny I.A. Tectonic processes and stability of borehole walls during drilling. Exposition Oil Gas, 2023, issue 2, P. 33–37. (In Russ).
2. Deryabin A.V. Assessment of the influence of tectonic disturbances on the accident

rate of wells. Collection of technological solutions for the construction of wells in fields with complex geological and technological conditions. Materials of the MNP. Tyumen: Industrial University of Tyumen, 2022, P. 109–112. (In Russ).

3. Parshukova L.A. Field experience of well

washing in oil fields Surgut arch. Readings of A.I. Bulatov, 2021, Vol. 1, P. 364–366. (In Russ).

4. Parshukova L.A., Deryabin A.V. Issues of stability of well walls during drilling. Tyumen: Industrial University of Tyumen, 2020, 83 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Паршукова Людмила Александровна, к.т.н., доцент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Для контактов: parshukoval@tyuiu.ru

Parshukova Lyudmila Aleksandrovna, ph.d. of engineering sciences, associate professor of the department “Drilling of oil and gas wells”, Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
Corresponding author: parshukoval@tyuiu.ru



15–19 ИЮЛЯ 2024, г. ТЮМЕНЬ,
отель «ЛЕТОЛЕТО»,
конференц-зал «ИюньИюль»

«Инновационные технологические решения при эксплуатации и ремонте скважин»

09–13 СЕНТЯБРЯ 2024, г. ВЛАДИВОСТОК

«Бурение, освоение, испытания, ремонт и эксплуатация горизонтальных скважин. Инновации в области добычи нефти и газа. Промышленная безопасность на ОПО нефтегазовой отрасли»

07–11 ОКТЯБРЯ 2024, г. ТЮМЕНЬ,
отель «DOUBLE TREE BY HILTON TYUMEN»,
конференц-зал «Diamond», конференц-зал «Golden»

«Кадровый ресурс – потенциал повышения эффективности и безопасности компании. Оценка квалификаций и развитие персонала»

+7 3452 520-958

бронирование участия в конференциях
academy.intechnol.com

Генеральный информационный партнер

**ЭКСПОЗИЦИЯ
НЕФТЬ ГАЗ**