

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2020.1.44-55>

УДК 622.24

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И
ЛИКВИДАЦИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ
ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

Кузьмин В.Н.

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Институт нефти
и газа им. М.С. Гуцериева

**PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR THE PREVENTION AND
ELIMINATION OF GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL
COMPLICATIONS DURING WELL DRILLING**

V.N. Kuzmin

Udmurt state University", Institute of oil and gas name M.S. Gutserieva

E-mail: nf-kvn@udsu.ru

Аннотация. В данной статье представлены практические рекомендации (мероприятия) по предупреждению и ликвидации геолого-технологических осложнений, часто возникающих при бурении скважин под кондуктор и эксплуатационную колонну. Рекомендации учитывают многолетний опыт строительства скважин на месторождениях, расположенных на территории Удмуртской Республики и соседних регионов и на основе анализа осложнений и аварий возникавших при строительстве этих скважин.

Ключевые слова: *Бурение скважин, предупреждение и ликвидация геолого-технологических осложнений.*

Abstract. This article presents practical recommendations (measures) for the prevention and elimination of geological and technological complications that often occur when drilling wells for the conductor and production column. The recommendations take into account many years of experience in the construction of wells on fields located in the territory of the Udmurt Republic and neighboring regions and based on the analysis of complications and accidents that occurred during the construction of these wells

Keywords: *Well drilling, prevention and elimination of geological and technological complications.*

При строительстве скважин возникает множество различного рода инцидентов, осложнений и аварий (поглощения буровых промывочных жидкостей; флюидопроявления; сужения просвета ствола скважин; набухания, осыпи и обвалы стенок скважин; посадки, подлипания и прихваты бурильного инструмента, кавернообразование, сальникообразование и т.п.), возникающих по геологическим и/или технологическим причинам.

Возникновение этих инцидентов, осложнений и аварий можно свести к минимуму при соблюдении мер по их предупреждению. Ликвидация же последствий геолого-технологических осложнений тоже не будет носить катастрофический и затяжной характер, если заранее принять меры по обеспечению наличия на буровой необходимого оборудования и материала и обеспечить выполнение требований всех регламентирующих документов в области сферы деятельности [1 - 5].

Мероприятия по предупреждению и ликвидации геолого-технологических осложнений при бурении скважин под кондуктор и эксплуатационную колонну рекомендуются для практического применения на основании многолетнего опыта строительства скважин на территории Удмуртской Республики и на основе анализа осложнений и аварий возникавших при строительстве этих скважин, а также на основании эффективного практического применения, указанных ниже мероприятий, с целью профилактики возникновения, а при возникновении - ликвидации подобного рода инцидентов.

Многолетний опыт работы автора данной статьи накоплен в результате непосредственного осуществления трудовой деятельности в составе бурового предприятия «ЗАО «Удмуртнефть-Бурение» (инженерное сопровождение буровых промывочных растворов), а затем в составе ООО «СамараНИПИнефть» (выездной аудит в рамках авторского надзора за строительством скважин на месторождениях ОАО «Удмуртнефть») [6].

В частности, за период осуществления выездного аудита в рамках авторского надзора за строительством скважин на месторождениях ОАО «Удмуртнефть (2011-2016 г.г.), неоднократно выявлялись инциденты и осложнения (поглощения буровых промывочных жидкостей; водопроявления; осыпи и обвалы стенок скважин; посадки, подлипания и прихваты бурильного инструмента, кавернообразование, сальникообразование, отклонения параметров тампонажных и буровых растворов от требований регламентирующих документов и т.п.).

В связи с этим, были поставлены задачи улучшить ситуацию, поскольку эти инциденты приводили к существенному увеличению непроизводительного времени в цикле строительства скважин. В рамках авторского надзора был скрупулёзно проведён анализ причин возникновения инцидентов, вызванных геолого-технологическими условиями и разработаны мероприятия по их профилактике и ликвидации.

После внедрения указанных ниже мероприятий в практическую деятельность, в течение 2017-2018 г.г. была отмечена существенная положительная динамика снижения непроизводительного времени в цикле строительства скважин, по причине сокращения случаев возникновения технологических осложнений и времени на их ликвидацию.

Внедрение мероприятий по предупреждению и ликвидации осложнений при строительстве скважин в практическую деятельность способствовало тому, что, в среднем (по ряду различных видов технологических осложнений и инцидентов, вызванных геолого-технологическими факторами), непроизводительное время в цикле строительства скважин сократилось на 15-20 %.

Мероприятия по предупреждению осложнений в интервале спуска кондуктора:

1. Обязательное наличие в составе рецептов буровых промывочных жидкостей реагентов, снижающих фильтратоотдачу и регулирующих

структурно-механические свойства буровых промывочных жидкостей, ингибирующих глины, препятствующих сальникообразованию (детергентов) и снижающих коэффициенты трения и липкости фильтрационной корки (лубрикантов);

2. Перед спуском кондуктора - дополнительная обработка буровых промывочных жидкостей детергентом - в концентрации не менее 0,2 % к общему объёму бурового раствора циркуляционной системы;
3. Обязательное наличие запаса на буровой: бикарбоната кальция и лимонной кислоты (для регулирования свойств буровых промывочных жидкостей при возникновении цементной агрессии) и карбоната кальция (для нейтрализации карбонатной жёсткости, как следствия солевой агрессии минерализованных карбонатных пластовых вод);
4. Поддержание значения фильтратоотдачи промывочной жидкости на уровне не более 10-12 см³/30 мин по API.

Мероприятия по предупреждению осложнений в интервале спуска эксплуатационной колонны

1. Обработка естественной промывочной жидкости или пластовой воды естественной минерализации полиакриламидом для улучшения процессов агглютинации и флокуляции коллоидных частиц выбуренной породы, с дальнейшим усилением эффективности очистки буровых растворов от выбуренной породы при прохождении их через систему очистки;
2. Размещение на забое перед проведением геофизических исследований скважин и спуском эксплуатационной колонны «пачек» (порций малых объёмов) бурового раствора вязко-упругой смеси или полисахаридного бурового раствора, загущенного биополимером до условной вязкости не менее 120 секунд (с целью профилактики осложнений из-за осыпания терригенных пород);

3. Поддержание концентрации смазочной добавки в буровых промывочных жидкостях в концентрации - не менее 1,5 % в составе минерализованного крахмально-биополимерного*¹ и не менее 2 % в составе биополимерно-карбонатного*² буровых растворов;

** - название типа бурового раствора может носить довольно разнообразный характер, но в любом случае, это полисахаридные буровые растворы на водной основе, основными компонентами которых являются крахмальный модифицированный реагент и биополимер (как правило это ксантановая камедь), разница будет лишь в концентрациях основных компонентов и в наличии в составе рецептур буровых растворов тех или иных модифицирующих добавок, улучшающих свойства буровых промывочных жидкостей, при этом, в обязательном порядке во втором случае (то есть когда применяется биополимерный буровой раствор, концентрация биополимера-структурообразователя, естественно должна быть выше, чем в первом случае, то есть в крахмально-биополимерном буровом растворе);*

4. Применение биополимера с высокими структурообразующими свойствами, в концентрации - не менее 0,3 % в составе минерализованного крахмально-биополимерного и не менее 0,5 % в составе биополимерно-карбонатного буровых растворов.

Мероприятия по предупреждению и ликвидации осложнений, общие для интервалов спуска кондуктора и эксплуатационной колонны

1. Постоянный контроль соответствия свойств буровых промывочных жидкостей требованиям группового/индивидуального рабочего проекта, геолого-технического наряда и программы промывки,
2. Поддержание силы потока буровых промывочных жидкостей на эффективном уровне гидравлических расчётов (фактическая производительность насосов не менее 45 л/сек.);
3. С целью минимизации рисков прихвата компоновки низа бурильной колонны – наличие на буровой химических реагентов (смазочная добавка, биополимер, крахмальный реагент, утяжелитель) - для

приготовления и прокачки через скважину разных по плотности и вязкости пачек и улучшения смазывающей способности бурового раствора;

4. Наличие на буровой площадке 25 %-го «аварийного запаса» химических реагентов, особенно: смазочной добавки, биополимера, крахмального реагента, утяжелителя;
5. С целью исключения осложнений в стволе скважины во время проведения геолого-физических исследований - закачивание на забой вязкоупругой смеси в объёме 3 м³;
6. Проведение спускоподъёмных операций строго с доливом буровой промывочной жидкости, соответствующей буримому интервалу и находящейся непосредственно в данный момент в системе циркуляции;
7. При спуске бурильного инструмента - проведение промежуточных промывок продолжительностью не менее 1-2 цикла;
8. Перед подъемом бурильного инструмента после окончания долбления - проведение промывки скважины до прекращения интенсивного выноса шлама и ликвидации остаточного давления с постоянным расхаживанием инструмента на длину ведущей трубы;
9. В интервалах проницаемых пластов, где бурение проходит при высоких механических скоростях (более 15 м/час), перед наращиванием инструмента - промывка скважины в течение 10-15 минут, после чего проведение шаблонировки пробуренного интервала без промывки;
10. С целью профилактики флюидопроявлений (газонефтеводопроявлений) - недопущение создания условий, когда давление пластового флюида превышает гидростатическое давление. В случае возникновения флюидопроявлений - проведение классических мероприятий: повышение плотности бурового раствора, снижение структурно-реологических, механических и фильтрационных свойств бурового

раствора, использование дегазатора и обработка бурового раствора пеногасителем; при дальнейшем ухудшении ситуации - герметизация устья и глушение скважины;

11. При поглощениях буровых промывочных жидкостей:
 - 11.1. Для профилактики и ликвидации поглощений малой и средней интенсивности - наличие специальных кольматирующих добавок;
 - 11.2. Для ликвидации поглощений средней и высокой интенсивности - наличие план-программы по борьбе с поглощениями и материалов: цемент, глинопорошок, кольматанты-наполнители (резиновая крошка, кордное волокно, древесная стружка и т.п.);
 - 11.3. Для ликвидации катастрофических поглощений - проведение мероприятий по тампонированию, при отсутствии ожидаемого результата - установка профильного перекрывателя;
12. Применение реагентов (особенно понизителей фильтратоотдачи), устойчивых к высокой солевой агрессии, с широким диапазоном работы относительно водородного показателя ($pH = 5-10$). При невозможности применения реагентов с широким диапазоном работы относительно водородного показателя для нейтрализации воздействия поступающих пластовых флюидов - применение гидроксида кальция (гашёной извести);
13. Постоянный контроль седиментационной устойчивости буровых промывочных жидкостей в условиях покоя, без вибрации и встряхивания (в вагон-лаборатории) в тесте «суточный отстой»;
14. Наличие запаса эффективного регулятора пластических и реологических свойств бурового раствора (особенно понизителей пластических и реологических свойств);
15. При работе с буровым раствором с высоким содержанием твёрдой фазы (более 10-15 %) - поддержание концентрации биополимера в буровом растворе не менее 0,4-0,5 %;

16. В случае вынужденного (по геологическим причинам) утяжеления полисахаридного бурового раствора кальцием хлористым, во избежание температурной деструкции биополимера - утяжеление объёма бурового раствора всей циркуляционной системы тяжёлыми свежими «пачками» бурового раствора, при этом, прежде чем ввести биополимер в хлоркальциевую дисперсионную среду, дожидаться остывания дисперсионной среды до 60-40°C. В готовый буровой раствор кальций хлористый, во избежание деструкции биополимера - не вводить.
17. С целью предупреждения прихватов бурильного инструмента или обсадных колонн (при их спуске) - обработка бурового раствора модифицирующими добавками, улучшающими триботехнические и ингибирующие свойства буровых растворов (лубриканты, ингибиторы глин, детергенты). В случае возникновения прихвата – ликвидация его установкой нефтяной ванны или ванны с добавлением высоких концентраций смазочных добавок, с последующей установкой (при необходимости и целесообразности) кислотных ванн и расхаживанием инструмента;
18. Сочетанное применение ингибиторов гидратации глин неорганического происхождения с органическими ингибиторами глин, с вводом в состав буровых промывочных жидкостей одновременно 2-3 ингибиторов гидратации глин [7].
19. Прокачивание «тандемных пачек» (чередование порционной прокачки малых объёмов бурового раствора высокой и низкой плотности для создания вихревых потоков, способствующих улучшению поднятию осевшего шлама) с целью улучшения выноса шлама на дневную поверхность;
20. Поддержание работоспособности системы очистки буровых промывочных жидкостей на высоком уровне эффективности, с применением четырёхступенчатой системы очистки:

- 20.1. Установка размерностей ячеек ситовых панелей, исходящая из:
- фракционного состава выносимой выбуренной породы;
 - оптимального расхода промывочной жидкости;
 - структурно-механических и пластико-вязкостных свойств применяемого в данном разрезе бурового раствора;
- 20.2. Поддержание потока на первичной ступени системы очистки бурового раствора, так, чтобы были установлены ситовые панели, максимально удовлетворяющие конкретным условиям бурения (размерность ситовых панелей должна быть подобрана таким образом, чтобы площадь их покрытия буровой промывочной жидкостью составляла не менее 2/3);
- 20.3. Поддержание давления на манифольдах системы очистки буровых растворов на уровне 2,5-3 атмосферы;
- 20.4. Систематический контроль плотности пульпы, отделяющейся с песко и илоотделителя и с центрифуги (плотность пульпы с пескоотделителя должна быть не менее чем на 0,25 г/см³ больше плотности бурового раствора, а с илоотделителя – не менее чем на 0,3-0,4 г/см³, с центрифуги – не менее чем на 0,5 г/см³);
- 20.5. Постоянный контроль проходимости выходных отверстий гидроциклонов, а также характера истечения (выброса) пульпы (необходимо поддерживать выброс пульпы в виде «зонтика»);
- 20.6. Установка угла наклона вибрации 45-55°;
- 20.7. Установка угла наклона виброрама от -3 до +5° в зависимости от модели вибросит гидроциклонных сепараторов, выхода раствора и степени осушения шлама (наиболее эффективная степень очистки достигается при угле наклона виброрама от 0 до +2°).
21. Сброс «контактных пачек» бурового раствора (объёма бурового раствора, контактировавшего с «активным» цементом), в объёме не менее 3 – 5 м³, в шламовый амбар (либо в сбросовую ёмкость) после разбуривания цементных стаканов.

Заключение

Применение указанных выше мероприятий позволит с высокой долей вероятности, подкреплённой уже полученными в практической деятельности эффективными результатами, избежать подобного рода инцидентов, либо успешно ликвидировать их.

Представленные в данной статье мероприятия по профилактике и ликвидации различного рода инцидентов, осложнений и аварий, возникающих по технологическим и геологическим причинам, рекомендуются для месторождений, расположенных на территории Удмуртской Республики, Республики Татарстан, Самарской области, Пермского края и других регионов со схожими горно-геологическими условиями.

Список литературы

1. "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ №101 от 12.03.2013г., с дополнениями в редакции от 12.01.2015г., приказ Ростехнадзора № 1.
2. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. - М.: Недра, 2006. - 680 с.
3. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. - Оренбург: Летопись, 2005. – 664 с. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы. - М.: Недра, 1999. - 424 с.
4. Ангелопуло О.К., Подгорнов В.М., Аваков В.Э. Буровые растворы для осложненных условий. - М.: Недра, 1988. - 135 с.
5. Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Токунова Э.Ф. Химия тампонажных и промывочных растворов. - СПб.: Недра, 2011. - 268 с.
6. Кузьмин В.Н., Абашев А.Г. Авторский надзор за строительством эксплуатационных и поисковоразведочных скважин на месторождениях нефти ОАО «Удмуртнефть» // Современные технологии извлечения нефти и газа. Перспективы развития минерально-сырьевого комплекса (Российский и мировой опыт): материалы Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием, в честь 25-летия высшего нефтяного образования Удмуртской Республики. – Ижевск: 2018. - С. 289-294.
7. Кузьмин В.Н. Ингибирование глин и предотвращение образования сальников при бурении под кондуктор // Современные технологии извлечения нефти и газа. Перспективы развития минерально-сырьевого комплекса (Российский и мировой

опыт): материалы Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием, в честь 25-летия высшего нефтяного образования Удмуртской Республики. – Ижевск: 2018. - С. 283-288.

References

1. *Pravila bezopasnosti v neftyanoy i gazovoj promyshlennosti* [Safety regulations for oil and gas industry]. Order No.101 of 12.03.2013, Rostekhnadzor Order No.1. (in Russian)
2. U.M. Basarygin, A.I. Bulatov, U.M. Proselkov *Oslozhneniya i avarii pri burenii neftnyanym i gazovym skvazhin* [Oil and gas well drilling hazards]. Moscow: Nedra Publ, 2006, 680 p (in Russian)
3. Ya.A. Ryazanov *Enciklopediya po burovym rastvoram* [Encyclopedia of drill muds]. Orenburg: Letopis Publ, 2005, 664 p. A.I. Bulatov, P.P. Makarenko, U.M. Proselkov *Burovye promyvochnye i tamponazhnye rastvory* [Drill muds and cement slurries]. Moscow: Nedra Publ, 1999, 424 p (in Russian)
4. O.K. Angelopulo, V.M. Podgornov, V.E. Avakov *Burovye rastvory dlya oslozhnennykh uslovij* [Drill muds for abnormal conditions]. Moscow: Nedra Publ, 1988, 135 p (in Russian)
5. F.A. Agzamov, B.S. Iz mukhambetov, E.F. Tokunova *Himiya tamponazhnykh i promyvochnykh rastvorov* [Chemistry of cement slurries and drilling fluids]. St-Petersburg: Nedra Publ, 2011, 286 p (in Russian)
6. V.N. Kuzmin, A.G. Abashev *Avtorskij nadzor za stroitel'stvom ekspluatatsionnykh i poiskovo-razvedochnykh skvazhin na mestorozhdeniyah nefti OAO «Udmurtneft'»* [Supervision of production and exploratory wells construction in Udmurtneft's fields] State-of-the-art technologies of oil and gas production. Outlook for the development of mineral resources sector: Proceedings of National Research-to-Practice Conference. Izhevsk, 2018, pp.289-294 (in Russian)
7. V.N. Kuzmin *Ingibirovanie glin i predotvrashchenie obrazovaniya sal'nikov pri burenii pod konduktor* [Shale inhibition and prevention of balling-up during surface hole drilling]. State-of-the-art technologies of oil and gas production. Outlook for the development of mineral resources sector: Proceedings of National Research-to-Practice Conference. Izhevsk, 2018, pp. 283-288 (in Russian)

Сведения об авторах

Кузьмин Вячеслав Николаевич, кандидат наук, заведующий кафедрой БНГС, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Институт нефти и газа им. М.С. Гупериева, г.Ижевск, Российская Федерация
E-mail: nf-kvn@udsu.ru, yakvn72@yandex.ru

Authors

V.N. Kuzmin, candidate Sciences, head of department Department of BNGS, of the "Udmurt state University", Institute of oil and gas name M.S. Gutserieva, Izhevsk, Russian Federation
E-mail: nf-kvn@udsu.ru, yakvn72@yandex.ru

Кузьмин Вячеслав Николаевич
426034, Российская Федерация
г. Ижевск, ул. Университетская 1
Тел.: +7 912 745 45 11
E-mail: nf-kvn@udsu.ru