

Оригинальная статья / Original article

УДК 550.822.7

<http://dx.doi.org/10.21285/2541-9455-2017-40-4-94-97>

## ЛИКВИДАЦИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

© С.А. Сверкунов<sup>а</sup>, А.Г. Вахромеев<sup>б</sup>, Н.Н. Мартынов<sup>с</sup>

<sup>а-с</sup>Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
Российская Федерация, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

<sup>а</sup>Институт земной коры СО РАН,  
Российская Федерация, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128.

**РЕЗЮМЕ.** Цель. Исследование и проведение анализа горно-геологических условий бурения глубоких скважин на нефть и газ на территории юга Сибирской платформы. Поиск решения существующих проблем ликвидации поглощений бурового раствора, а также осложнений, связанных с прихватами бурильной и обсадной колонны. **Методы.** Собраны производственные данные при бурении скважин в республике Саха (Якутия) и Иркутской области. Проведены их статистические исследования. **Результаты.** Сделан анализ данных, собранных с производственных объектов, и выбран наиболее эффективный способ борьбы с прихватами. **Выводы.** Ряд месторождений Восточной Сибири (в том числе Иркутской области, республики Саха (Якутия)) находится в геологических условиях, предрасположенных к возникновению дифференциальных прихватов. Прихваты бурильных и обсадных колонн возникают в таких геологических условиях систематически, что нарушает нормальный рабочий процесс бурения скважины, ведет к дополнительным затратам. При этом ликвидация данного вида прихвата крайне затратна и сложна, а иногда и невозможна. Все это приводит к существенным экономическим потерям в цикле бурения скважин на нефть и газ. Прогноз и профилактика дифференциальных прихватов существенно облегчат задачу эксплуатационного и разведочного бурения. Мероприятия, предложенные авторами, позволяют беспрепятственно производить спуск обсадной колонны в условиях аномально низких давлений в открытом стволе скважины. Также данные мероприятия позволяют непосредственно ликвидировать случившийся дифференциальный прихват с минимальными экономическими и временными потерями.

*Ключевые слова:* бурение, поглощение, дифференциальный прихват.

**Формат цитирования:** Сверкунов С.А., Вахромеев А.Г., Мартынов Н.Н. Ликвидация осложнений при бурении скважин на нефть и газ в сложных геологических условиях Восточной Сибири // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2017. Т. 40. № 4. С. 94–97. DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-4-94-97

## FIGHTING COMPLICATIONS ARISING WHEN DRILLING WELLS FOR OIL AND GAS IN COMPLEX GEOLOGICAL CONDITIONS OF EASTERN SIBERIA

S.A. Sverkunov, A.G. Vakhromeev, N.N. Martynov

Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russian Federation  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
128 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russian Federation

<sup>а</sup>Сверкунов Сергей Александрович, аспирант кафедры нефтегазового дела ИРНТУ, инженер лаборатории геологии нефти и газа ИЗК СО РАН, тел.: (3952) 798548, e-mail: dobro\_75@mail.ru

Sergey S. Sverkunov, Postgraduate of the Department of Oil and Gas Business INRTU, Engineer of the Laboratory of Oil and Gas Geology IEC SB RAS, tel.: (3952) 798548, e-mail: dobro\_75@mail.ru

<sup>б</sup>Вахромеев Андрей Гелиевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры нефтегазового дела, тел.: (3952) 798667, e-mail: andrey\_igr@mail.ru

Andrey G. Vakhromeev, Doctor of Geological and Mineralogical sciences, Professor of the Department of Oil and Gas Business, tel.: (3952) 798667, e-mail: andrey\_igr@mail.ru

<sup>с</sup>Мартынов Николай Никитович, аспирант кафедры нефтегазового дела, e-mail: martynovkoma@gmail.com  
Nikolay N. Martynov, Postgraduate of the Department of Oil and Gas Business, e-mail: martynovkoma@gmail.com

**ABSTRACT.** The **Purpose** of the paper is study and analysis of mining-and-geological conditions of drilling of deep wells for oil and gas in the South of the Siberian platform, the search for the solution of the existing problems associated with the elimination of drilling mud absorption and such complications as differential sticking of the drill string and casing string. **Methods.** Production data obtained at well-drilling in the Republic of Sakha (Yakutia) and the Irkutsk region have been collected. Their statistical researches have been conducted. **Results.** Having analyzed the data collected from production facilities the most effective method against differential sticking has been chosen. **Conclusions.** A number of fields of Eastern Siberia (including the Irkutsk region, the Republic of Sakha (Yakutia) are located in the geological conditions predisposed to the differential sticking occurrence. Differential sticking of drill and casing strings regularly arise in such geological conditions that break normal working process of well drilling and require additional costs. Moreover, the elimination of this type of sticking is extremely expensive and complicated, and even impossible sometimes. All these cause considerable economic losses in the cycle of well-drilling for oil and gas. The forecast and prevention of differential sticking will significantly facilitate the problem of development and prospecting drilling. The measures proposed by the authors will allow an unconstrained drill-string running in the conditions of abnormal low pressures in the open bore hole. They will also allow to liquidate an immediate differential sticking with minimum economic and temporary losses.

*Keywords: drilling, absorption, differential sticking*

**For citation:** Sverkunov S.A., Vakhromeev A.G., Martynov N.N. Fighting complications arising when drilling wells for oil and gas in complex geological conditions of Eastern Siberia. Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits, 2017, vol. 40, no. 4, pp. 94–97. (In Russian). DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-4-94-97

### Введение

Горно-геологические условия бурения глубоких скважин на нефть и газ на территории юга Сибирской платформы отличаются высокой сложностью проектирования и строительства. Осложняющим фактором является наличие в терригенных пластах зон аномально низких пластовых давлений, проявляющихся поглощениями бурового раствора, а также осложнениями, связанными с прихватами бурильной и обсадной колонны.

Основной проблемой, возникающей при бурении горизонтальных стволов большой протяженности и последующем креплении их посредством спуска обсадной в условиях коллектора с аномально низким пластовым давлением (АНПД), являются дифференциальные прихваты, появляющиеся либо во время спуска, либо во время процедуры наращивания обсадной колонны. Коэффициент аномальности в скважинах с АНПД может достигать 0,77. При этом бурение интервала производится на буровом растворе плотностью 960–1070 кг/м<sup>3</sup>.

Основными условиями возникновения дифференциальных прихватов является наличие фильтрационной корки на стенках скважины, а также разница между

значениями гидростатического и пластового давления [1].

Соответственно, методы борьбы с дифференциальными прихватами разделяются условно на две составляющие:

1. Регулирование и подбор оптимальных параметров бурового раствора.
2. Снижение разницы между значениями гидростатического и пластового давления.

### Известные технологические и технические решения

*Регулирование и подбор оптимальных параметров бурового раствора.* Основные направления по уменьшению рисков дифференциальных прихватов, связанные с буровыми растворами, заключаются в следующем:

1. Введение смазывающих добавок в буровой раствор.
2. Регулирование толщины фильтрационной корки за счет контроля содержания твердой фазы в буровом растворе (мелкого мраморного наполнителя). От количественного содержания мела в буровом растворе, прокаченных кольматационных пачек на меловой основе напрямую зависит толщина фильтрационной корки. Толстая фильтрационная корка увеличивает вероятность риска возникновения

дифференциального прихвата [2].

Снижение разницы между значениями гидростатического и пластового давления. Разница между гидростатическим и пластовым давлением обуславливается требованием правил промышленной безопасности нефтяной и газовой промышленности (ПБ НГП) от 2013 г. Эта разница варьирует от 5 до 10 % в зависимости от вертикальной глубины скважины. При этом в условиях АНПД пластов эта разница гораздо выше. Это связано с возможностями приготовления буровых растворов низкой плотности (до 850 кг/м<sup>3</sup>). Требование 5–10 % не касается технологии бурения скважин на «депрессии», что оговорено в правилах безопасности.

Таким образом, снижение разницы между гидростатическим и пластовым давлением достигается:

1. Снижением плотности бурового раствора до граничных значений, обозначенных в ПБ НГП.

2. Бурением скважин на депрессии с аэрацией бурового раствора.

Рассмотрим кратко бурение скважин на депрессии на примере способа вскрытия продуктивного пласта на депрессии (Патент РФ 2540701, кл. E21B21/14, 2013) [3]. В данном способе подробно описываются технические аспекты применения технологии бурения на «депрессии», такие как изменение пластового давления в процессе проводки ствола в условиях длительно разрабатываемых залежей нефти и газа, компенсирование давления на забое работой дросселя на устье скважины при различных технологических операциях. Этот способ имеет существенный недостаток, связанный с невозможностью спуска обсадной колонны в условиях депрессии на пласт. Технически не представляется возможным спуск обсадной колонны при загерметизированном устье. Элементы вращающего превентора не предназначены для пропускания обсадной колонны в условиях герметизации скважины.

### Профилактические мероприятия при спуске обсадной колонны

Авторами предложен эффективный алгоритм спуска обсадной колонны в горизонтальные стволы большой протяженности в сложных геологических условиях, связанных с АНПД.

После достижения глубины башмака эксплуатационной колонны спуск обсадной колонны в интервал горизонтального ствола останавливают. Проводят промежуточную промывку буровым раствором с одновременным регулированием подачи азота до стабилизации значений гидростатического давления на уровне значений пластового давления, тем самым формируя равновесие в системе «скважина – пласт». Далее в условиях сформированного равновесия в интервале горизонтального ствола продолжается спуск обсадной колонны до планового забоя.

В случае возникновения дифференциального прихвата при спуске обсадной колонны описанные действия повторяют.

Задача предлагаемого алгоритма – поддержание значения текущего забойного давления в скважине с горизонтальным стволом при спуске обсадной колонны на уровне значений пластового давления. Обвязка скважины предусматривает противовыбросовое оборудование, которое позволяет обеспечить безопасность как в цикле бурения скважины с горизонтальным стволом, так и при спуске обсадной колонны с помощью транспортной колонны бурильных труб. При этом важно, что в случае начала проявления скважина глушит «сама себя» за счет поступления пластового флюида в ствол скважины. Плотность пластового флюида больше градиента пластового давления.

Рассмотрим горно-геологические условия и допустимые технологические диапазоны для выбранных условий (ботубинский песчаник с АНПД).

Глубина скважины – 3900 м (вертикальная глубина – 1900 м).

Глубина спуска эксплуатационной колонны ОК 178 – 3150 м.

Коэффициент аномальности в скважинах с АНПД может достигать 0,77. При этом бурение интервала производится на буровом растворе 0,96 г/см<sup>3</sup> (960 кг/м<sup>3</sup>).

Производят спуск хвостовика ОК-114 до башмака эксплуатационной колонны ОК 178. Далее в башмаке ОК 178 производится

промежуточная промывка на глубине 3150 м. Одновременно по циркуляции выполняется регулируемая подача азота до снижения гидростатического давления ниже пластового давления. После того как вся скважина заполнена азрированной жидкостью плотностью 0,77 кг/см<sup>3</sup>, производится спуск хвостовика ОК 114 до забоя.

### Библиографический список

1. Булатов А.И., Пеньков А.И., Проселков Ю.М. Справочник по промывке скважин. М.: Недра, 1984. 317 с.

2. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ: учебник для

вузов. М.: Недра, 1998. 440 с.

3. Пат. № 2540701 РФ. Способ вскрытия продуктивного пласта на депрессии / Д.Л. Бакиров, М.М. Фаттахов, Р.А. Исмаков, Ф.Н. Янгиров. Заявл. 05.02.2013, опубл. 10.02.2015. 10 с.

### References

1. Bulatov A.I., Penkov A.I., Proselkov Yu.M. *Spravochnik po promyvke skvazhin* [Reference book on well clean-out]. Moscow: Nedra, 1984, 317 p.

2. Kalinin A.G., Levitskiy A.Z., Nikitin B.A. *Tehnologiya bureniya razvedochnykh skvazhin na neft i gaz* [Technology of drilling exploratory wells for oil and gas]. Moscow:

Nedra, 1998, 440 p.

3. Bakirov D.L., Fattakhov M.M., Ismakov R.A., Yangirov F.N. *Sposob vskrytiya produktivnogo plasta na depressii* [The method of penetrating a productive formation on depression]. Patent RF, no. 2540701, 2015, 10 p. (In Russian).

### Критерии авторства

Сверкунов С.А., Вахромеев А.Г., Мартынов Н.Н. подготовили статью, имеют равные авторские права и несут одинаковую ответственность за плагиат.

### Authorship criteria

Sverkunov S.A., Vakhromeev A.G., Martynov N.N. have prepared the article for publication, have equal copyrights and bear equal responsibility for plagiarism.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.

Статья поступила 10.08.2017 г.

The article was received 10 August 2017