

времени  $t_k$ . В случае постоянства или снижения давления в трубах  $\Delta P_r$  при одновременном увеличении расхода промысловой жидкости на выходе скважины  $\Delta Q$  определяется текущее газонасыщение промысловой жидкости, сравнивается с допустимым значением и выполняются технологические операции, предусмотренные методом регулирования давления в скважине путем изменения устьевого давления.

Все теоретические выводы, сделанные для бурения первого интервала пласта с притоком газа, справедливы и для бурения последующих «i-х» интервалов с притоком газа с соответствующей заменой параметров первого интервала на «i-й».

По сравнению с технологией бурения без притока газа очевидно повышение эффективности геолого-поисковых работ, улучшение качества вскрытия пласта за счет увеличения интервала вскрываемого пласта на депрессии и уменьшение репрессии на подошву пласта [3]. Также повышается безопасность процесса бурения за счет оперативности обнаружения притока газа в скважину и его количественной оценки по фактическим данным устьевой информации. Использование устьевого давления для регулирования дифференциального давления обеспечивает оперативность и простоту в реализации, т.к. не требуется существенных дополнительных затрат на приготовление утяжеленного раствора и изменение гидравлической программы промывки скважины.

Для достижения технологического эффекта при проведении опытно-промышленных испытаний и внедрении способа углубления скважины в условиях регулирования давления в скважине разработаны «Временная инструкция по технологии углубления скважин, обеспечивающая гибкое регулирование давления в системе «скважина-пласт» и рекомендации. Инструкция и рекомендации регламентируют основные положения и требования к производству буровых работ, последовательности их проведения. Даны указания по монтажу и эксплуатации специального технологического оборудования, программа обучения персонала и правила безопасного ведения буровых работ.

Усовершенствованная технология позволяет определить фактическое пластовое давление, состав пластового флюида и параметр продуктивности (коллекторские свойства) пласта непосредственно в процессе бурения, что обеспечивает достоверность величины давления, действующего на пласт, и способствует снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций. Целесообразно применять данную технологию при вскрытии газовых пластов с низкой проницаемостью и находящихся в неустойчивом гидродинамическом равновесии со скважиной.

#### Литература

1. Димитриади Ю.К. Вскрытие газоносного пласта бурением с управляемым притоком газа: Автореферат. Дис. ... канд. техн. наук. – Ставрополь, 2003 г. – 24 с.
2. Патент РФ № 2196869. Способ вскрытия продуктивного газоносного пласта бурением / ОАО «СевКавНИПИгаз» (РФ); Авт. изобрет.: Гасумов Р.А., Димитриади Ю.К., Тагирова А.М., Коршунова Л.Г. (РФ); Заявл. 17.08.2000.98; опубл. в ОБ №4, 2003 г.
3. Тагиров К.М., Гноевых А.Н., Лобкин А.Н. Вскрытие продуктивных нефтегазовых пластов с аномальными давлениями. – М.: Недр, 1996. – 183 с., ил.

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ «ЭКТА-СИЛ»

**М.В. Куделькин**

Научный руководитель: доцент М.А. Самохвалов

*Томский национальный исследовательский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Буровой раствор — сложная многокомпонентная дисперсная системасуспензионных, эмульсионных и аэрированных жидкостей, применяемых для промывки скважин в процессе бурения.

Существующие на данный момент пресные буровые растворы, не позволяют без дополнительной шаблонировки (отчистки, выравнивания ствола скважины) пробурить интервал, что ведет к потери дополнительного времени для проведение спуска-подъемных операций. Первоочередная задача, разработать пресную систему бурового раствора позволяющий за один рейс пробурить интервал (направление, кондуктор, эксплуатационная колона) при этом сохраняя устойчивость ствола при применении ингибированных систем на основе хлорида калия.

Система бурового раствора «ЭКТА-СИЛ» разработана для решения проблем при бурении высокоактивных сланцевых глин месторождений Западной и Восточной Сибири. Технологические решения, используемые в пресном стабилизированном полимер-малоглинистом буровом растворе «ЭКТА-СИЛ» являются идеальной основой при создании эффективных систем с усилением кольматирующих, ингибирующих, смазочных свойств и малым содержанием твердой фазы для бурения скважин и первичного вскрытия продуктивных пластов. По результатам анализа и оценки индивидуальности геологического разреза конкретного месторождения, «базовый» состав системы бурового раствора трансформируется с целью получения наиболее точных решений, обеспечивающих повышение скорости и надежности проводимых работ на протяжении всего срока строительства и дальнейшей эксплуатации скважины.

Эффективная стабилизация параметров системы «ЭКТА-СИЛ» создается за счёт оптимальных концентраций частично гидролизованых полимеров разной молекулярной массы, боросиликатного реагента и многофункциональных добавок на основе продуктов переработки природных углеводов.

В ходе лабораторных испытаний, была подобрана оптимальная концентрация реагентов, технология регулирования общих характеристик и отдельных показателей системы «ЭКТА-СИЛ»[2].

*Особенности системы бурового раствора «ЭКТА-СИЛ»*

Система «ЭКТА-СИЛ» обладает следующими преимуществами, представленными на рис. 1, в сравнении с «традиционными» для Западной Сибири системами буровых растворов:



**Рис. 1. -Преимущества системы «ЭКТА-СИЛ»**

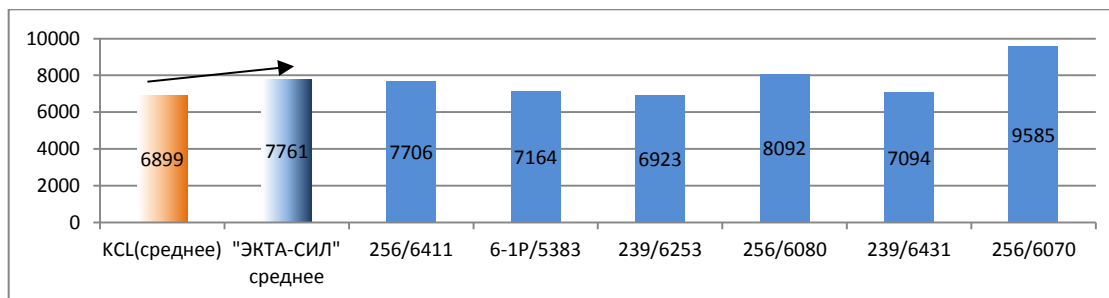
- Система обладает оптимальными реологическими параметрами, что обеспечивает отсутствие излишних гидродинамических нагрузок на ствол. Минимизированы технологические риски, вызванные потерей стабильности ствола.

- Обладает устойчивостью к загрязнению за счёт блокирования процесса диспергирования глин детально подобранным комплексом реагентов формирующих систему и максимальной сепарации выбуренного шлама на оборудовании очистки бурового раствора.

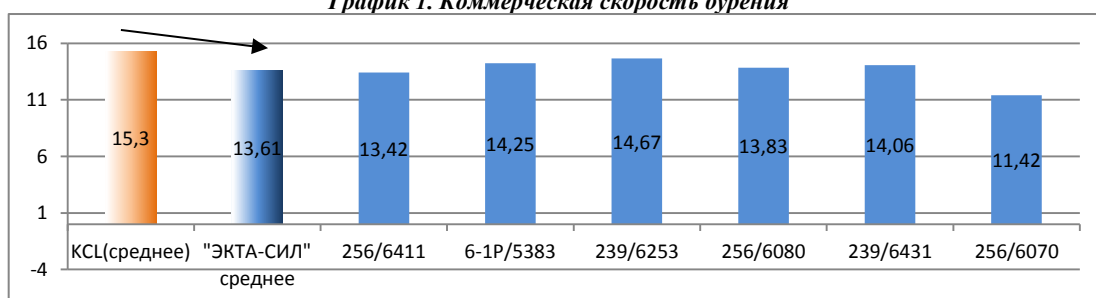
- Обладает способностью сохранять запроектированные характеристики при обработках объемами премиксов в количествах, равным объёмам раствора при углублении и потерям со шламом.

*Экономическая эффективность при использовании системы бурового раствора «ЭКТА-СИЛ» на Приобском и Приразломном месторождениях.*

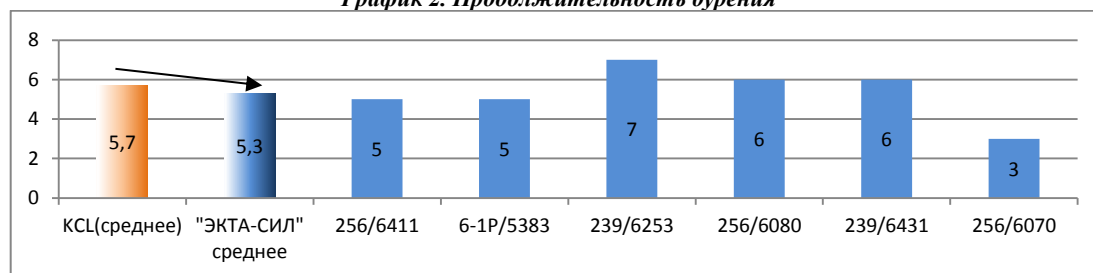
Экономическая эффективность при использовании системы бурового раствора «ЭКТА-СИЛ» представлена на графиках в виде коммерческой скорости бурения (График 1), продолжительностью бурения (График 2), количества долблений (График 3) и механической скорости бурения (График 4).



**График 1. Коммерческая скорость бурения**



**График 2. Продолжительность бурения**



**График 3. Количество долблений**

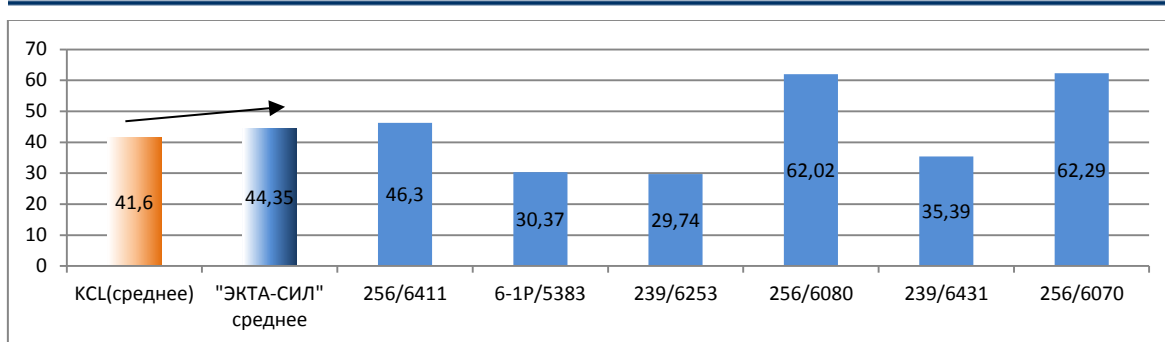


График 4. Механическая скорость бурения

Коммерческая скорость бурения (График 1) является обобщающим показателем, характеризующим эффективность всего процесса буровых работ, определяется делением проходки за месяц на количество станком-месяцев бурения в данном месяце.

В условиях Западной и восточной Сибири наиболее распространённым является система растворов с ингибированием KCL. Рассмотрим анализ применения системы "ЭКТА-СИЛ" и "KCL".

Таблица 1

Анализ применения системы "ЭКТА-СИЛ" и "KCL"

Система БР	м/р	Куст	№ скв.	Смещение, м	Глубина кондуктора, м	Глубина скв, м	Начало бурения	Конец бурения	Время бурения, сут	Уком скважина, м/ст.мес	Объем утилизируемых отходов, м <sup>3</sup>	Осложнения в процессе бурения под колонну	Тоннаж на скважину, тн
KCL	Приобское	256	6415	1987,7	1575	3552	12.08.09	28.08.09	16	6771	984	Без осложнений	58
KCL	Приобское	256	6414	1765	1530	3425	13.10.09	27.10.09	14	7462	950	Проработка 3 часа	58
KCL	Приобское	256	6413	1610	1607	3391	30.11.09	16.12.09	16	6464	940	Без осложнений	58
Экта-Сил	Приобское	256	6411	1624,4	1575	3390	13.01.10	26.01.10	13,42	7706	708	Без осложнений	30
Экта-Сил	Приразломное	6-1р	5383	1719,5	1447	3347	27.01.10	10.02.10	14,25	7164	660	Без осложнений	30
Экта-Сил	Приразломное	239	6253	1792	1563	3329	04.02.10	19.02.10	14,67	6923	698	Без осложнений	30

Экономический эффект системы представлен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Затраты на строительство скважины № 6415 на системе KCL

Стоимость химреагентов, затраченных на строительство скв, руб	1 187 569,35р.
Стоимость инженерного сопровождения, руб	15 913,26р.
Стоимость аренды оборудования системы очистки, руб	22 007,70р.
Суточная ставка работы буровой бригады, руб	460 000,00р.
Стоимость вывоза (утилизации) 1м <sup>3</sup> бурового шлама, руб	424,00р.
Транспортные затраты (доставка х/реагентов на скв), руб	82 669,60р.

Итого стоимость скважины на биополимерной основе составляет 9654190,31 руб.

Таблица 3

Затраты на строительство скважины № 6411 на системе "ЭКТА СИЛ"

Стоимость химреагентов, затраченных на строительство скв, руб	1 072 585,00р.
Стоимость инженерного сопровождения, руб	15 913,26р.
Стоимость аренды оборудования системы очистки, руб	22 007,70р.
Суточная ставка работы буровой бригады, руб	460 000,00р.
Стоимость вывоза (утилизации) 1м <sup>3</sup> бурового шлама, руб	424,00р.
Транспортные затраты (доставка х/реагентов на скв), руб	49 601,76р.

Итого стоимость скважины на системе «ЭКТА-СИЛ» составляет 8102818,31 руб.

Экономическая эффективность приведена в таблицах 2 и 3, из которых можно увидеть, что использование системы буровых растворов «экта-сил», выгоднее по сравнению с системой растворов с ингибированием KCL на 1 551 372 рублей.

Заинтересованность Заказчиков (ООО «Газпромнефть-Хантос», ООО «РН-Юганскнефтегаз») в системе «ЭКТА-СИЛ» оправдана и выражается в:

- Сокращении цикла строительства скважин. Система «ЭКТА-СИЛ» позволяет за один рейс пробурить интервалы под: направление, кондуктор, эксплуатационную колонну, при этом не затрачивая дополнительное время на спуска-подъёмные операции и на дополнительную шаблонировку.

- Снижении объемов утилизации отходов бурения. Применение системы «ЭКТА-СИЛ», обладающей высоко-ингибирующими свойствами, предоставляет один из вариантов решения проблемы наработки бурового раствора, что подтверждается достаточно высоким показателем эффективности работы оборудования очистки количеством использованного раствора при бурении скважин. Это может быть достигнуто при использовании комплекта состоящего из: двух линейных вибростов; осушающего вибростова; песко – илоотделителя, двух центрифуг, и обязательно, блока химического усиления центрифуг.
- Увеличением площади охвата осваиваемого продуктивного пласта при разбуривании скважин с одного кустового основания, особенно в экологически чувствительных местах.  
*По итогам использования системы «ЭКТА-СИЛ» при бурении скважин, отмечено:*
- Экономическая эффективность при использовании системы буровых растворов «экта-сил», выгоднее по сравнению с системой растворов с ингибированием КС1 на 1 551 372 рублей.
- Отсутствуют осложнения связанные с сальникообразованием, стабильностью ствола скважины, что обеспечивает бурение скважин, отличающиеся повышенной сложностью пространственных характеристик, длительными долблениями по 50 и более часов.
- Система обладает оптимальными реологическими параметрами, хрупким СНС, что обеспечивает отсутствие излишних гидродинамических нагрузок на ствол при бурении, СПО, вызове циркуляции.
- Характеристики и параметры системы «ЭКТА-СИЛ», легко подвергаются необходимой трансформации в зависимости от состояния ствола скважины или геологического интервала. По результатам бурения трёх скважин намечены необходимые изменения концентраций и ожидаемого расхода реагентов для составления «Программ промывки при бурении скважин» на Крапивинском месторождении, без повышения общей стоимости системы раствора «ЭКТА-СИЛ».[3]

#### Литература

1. Чубик П.С. Практикум по тампонажным материалам. - Томск: Изд. ТПУ, 1999.- 82 с.
2. Протокол №39 по использованию раствора Экта-СИЛ первая скважина для РН-ЮНГ, ФБР ЗАО ССК, 23.04.2013г.
3. Отчет по промышленным испытаниям системы ЭКТА-СИЛ, ФБР ЗАО ССК, 12.02.2013г.
4. Нефтегазовый форум // URL: <http://www.oilforum.ru> (дата обращения: 26.02.2014).

### АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСЕВОЙ НАГРУЗКИ НА ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ

А.В. Кузнецов, А.В. Епихин

Научный руководитель: ассистент А.В. Епихин

**Томский национальный исследовательский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Эффективность процесса разрушения горной породы бурением характеризуется величиной механической скорости, которая обусловлена выбором оптимальных технологических условий, называемых параметрами режима бурения. Традиционно основными параметрами режима бурения принято считать: осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент, частоту вращения инструмента, а также расход промывочной жидкости. При правильном их расчете и выборе соотношения между ними достигаются высокие объемы разрушения горной породы в единицу времени, качественная очистка забоя и незначительная степень износа бурового оборудования по сравнению с объемом выполняемой полезной работы. Таким образом, верный выбор параметров режима бурения позволяет повысить коэффициент полезного действия процесса бурения.

Одним из ключевых параметров режима бурения с позиции деструктивного воздействия на горную породу является осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент. Именно она иллюстрирует теоретические представления о разрушении горной породы методом вдавливания в нее индентора. Поэтому расчет осевой нагрузки на прямую связан площадью контакта с горной породой, а также ее физико-механическими свойствами, ключевым из которых является твердость (1).

$$P = F_k \times p, \quad (1)$$

где  $F_k$  — площадь контакта долота с породой, мм<sup>2</sup>;

$p$  — твердость горных пород или предел текучести для пород, не дающих хрупкого разрушения, МПа.

В свою очередь механическая скорость определяется следующим выражением (2):

$$V_{\text{мех}} = \frac{h}{t} \quad (2)$$

где  $h$  — величина проходки (м) за заданное время  $t$  (с).

Оценивая соотношения (1) и (2) можно предположить, что при прочих равных условиях значение механической скорости должно постоянно увеличиваться при аналогичном росте осевой нагрузки. Данный вывод сделан из следующих соображений: превышение предела прочности горной породы должно обеспечить резкое увеличение объема разрушения, а в целом и проходки в единицу времени. Но на практике это условие не может быть соблюдено по нескольким причинам. Во-первых, чрезмерное увеличение осевой нагрузки может