



Разработка и опыт применения гельцементного бурового раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ на Татышлинском месторождении Республики Башкортостан

В статье рассмотрен гельцементный буровой раствор ГЕЛЬ-ДРИЛЛ, образующий высокоструктурированный слой в зоне кольматации, а также приведен анализ его применения при строительстве скважины на Татышлинском месторождении.

Ключевые слова: гельцементный буровой раствор ГЕЛЬ-ДРИЛЛ, Татышлинское месторождение, скважина, ингибирующие и гидроизолирующие свойства, кольматационный слой, пластовый флюид

DEVELOPMENT AND EXPERIENCE OF THE CEMENT GEL MUD GEL-DRILL APPLICATION ON TATYSHLINSKAYA FIELD OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

The cement gel drilling fluid, the GEL-DRILL, forming a highly structured layer in the area of clogging, as well as the analysis of its application in well construction on Tatyshlinskaya field are in the article

Keywords: gel cement drilling fluid, the GEL-DRILL, Tatyshlinskiy field, well, inhibiting and waterproofing properties, colmatation layer, formation fluid

При бурении скважин на месторождениях Оренбургской области и Республики Башкортостан приходится сталкиваться с различного рода осложнениями: осыпями и обвалами пород, представленных неустойчивыми аргиллитами и хрупкими углями, поглощениями бурового раствора, водопроявлениями, углекислой агрессией. Для предупреждения всех этих проблем испытательной лабораторией буровых растворов ООО НПП «БУРИНТЕХ» предложен новый гельцементный буровой раствор ГЕЛЬ-ДРИЛЛ, обладающий высокими тиксотропными, ингибирующими и гидроизолирующими свойствами.

Создание непроницаемого экрана на границе «скважина – горная порода» является одной из задач, стоящей перед буровиками при строительстве скважины [1, 2]. Качественный кольматационный слой позволяет предотвратить поступление пластового флюида в скважину, поглощение промывочной жидкости и глубокое проникновение фильтрата бурового раствора, минимизировать дестабилизацию стенок скважины, а также обеспечить

После проведения всесторонних лабораторных исследований раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ были произведены промышленные испытания. Опытные-промысловые испытания бурового раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ проводились на скважине № 4503г Татышлинского месторождения при бурении интервала 536 - 1741 м под эксплуатационную колонну диаметром 168 мм.

более надежное крепление ствола скважины. В связи с этим предложена новая технология совместного применения кольмататора с гельцементным буровым раствором ГЕЛЬ-ДРИЛЛ [3], образующим высокоструктурированный слой в зоне кольматации.



Г.Г. ИШБАЕВ,
д.т.н., профессор, генеральный директор
bit@burinteh.com

М.Р. ДИЛЬМИЕВ,
начальник службы по разработке буровых и тампонажных растворов

А.А. МИЛЕЙКО,
заведующий испытательной лабораторией буровых растворов

О.Г. МАМАЕВА,
к.т.н., инженер-технолог 1-й категории

А.В. ГАРАЕВ,
инженер-технолог 1-й категории
ООО НПП «БУРИНТЕХ»

Р.В. ГАБДРАФИКОВ,
начальник технологического отдела
ООО «Башнефть-Добыча»

В.Н. ПОЛЯКОВ,
д.т.н., профессор, главный научный сотрудник

А.П. ЧИЖОВ,
к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник
ГАНУ ИСИ РБ

**G. ISHBAEV, M. DIL'MIEV,
A. MILEYKO, O. MAMAeva,
A. GARAYEV
NPP «BURINTEKH» LLC
R. GABDRAFIKOV,
«Bashneft-Dobycha» LLC
V. POLYAKOV, A. CHIZHOV,
GANU ICI RB**

Создание непроницаемого экрана на границе «скважина – горная порода» является одной из задач, стоящей перед буровиками при строительстве скважины. Качественный кольматационный слой позволяет предотвратить поступление пластового флюида в скважину, поглощение промывочной жидкости и глубокое проникновение фильтрата бурового раствора, минимизировать дестабилизацию стенок скважины, а также обеспечить более надежное крепление ствола скважины. В связи с этим предложена новая технология совместного применения кольмататора с гелецементным буровым раствором ГЕЛЬ-ДРИЛЛ, образующим высокоструктурированный слой в зоне кольматации.

При вскрытии интервалов с поглощающими или водопроявляющими пластами, благодаря формированию гидроизолирующего кольматационного слоя, ГЕЛЬ-ДРИЛЛ создает непроницаемый экран на границе «скважина – пласт». При бурении неустойчивых глинодержающих пород это обеспечивает стабильность ствола скважины вследствие физико-химической кольматации и изменения обменной емкости глин. Высокое содержание свободной извести (до 20 кг/м³) предотвращает дестабилизацию бурового раствора при попадании в него углекислого газа.

Особенности раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ:

- в состоянии покоя приобретает свойства твердого тела;
- создает непроницаемый кольматационный экран при вскрытии интервалов с поглощающими, газонефтеводопроявляющими пластами и склонными к гидроразрыву горными породами;
- предотвращает осыпи и обвалы неустойчивых пород вследствие образования высокоструктурированного кольматационного слоя;

Табл. 1. Параметры бурового раствора во времени

| Параметр | Время | | |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|----------------|
| | Сразу после приготовления | Через 15 суток | Через 30 суток |
| ПФ, мл/30 мин. | 4,2 | 4,4 | 4,4 |
| pH | 11 | 12 | 12 |
| 600RPM | 93 | 78 | 77 |
| 300RPM | 58 | 52 | 50 |
| 6RPM | 5 | 10 | 11 |
| ПВ, мПа·с | 35 | 26 | 27 |
| ДНС, фунт/100фут ² | 23 | 26 | 23 |
| СНС _{10 сек. / 10 мин.} фунт/100фут ² | 4/23 | 7/43 | 8/41 |

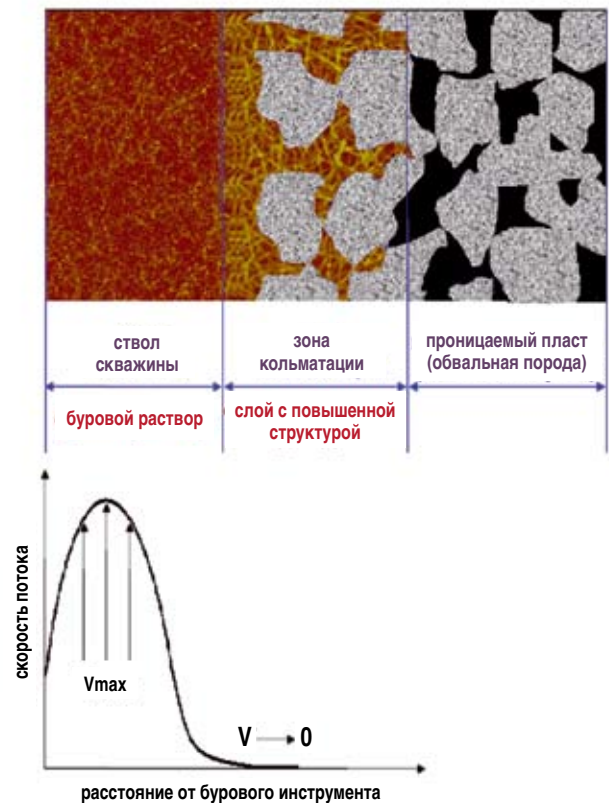


Рис. 1. Распределение скорости потока бурового раствора в скважине

• за счет уникальных реологических свойств требует минимальных затрат энергии на прокачивание раствора с одновременным созданием высокоструктурированного пристенного слоя в зоне кольматации (рис. 1);

• возможно применение совместно с кольмататором.

Преимущества раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ:

- Высокое качество очистки ствола скважины;
- Высокая ингибирующая способность;
- Предотвращает эрозию стенок скважины, так как скорость потока раствора вблизи стенок скважины равна нулю;
- Длительная устойчивость к биодеструкции;
- Повышенная удерживающая способность в статическом состоянии;
- Высокое удельное сопротивление фильтрата позволяет качественно проводить ГИС ($R > 0,4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$);
- Относительно низкая стоимость;
- Использование экологически безопасных реагентов.

Выявлено, что гелецементный буровой раствор сохраняет свою стабильность в течение нескольких недель (табл. 1).

После всесторонних лабораторных исследований свойств раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ были проведены промышленные испытания. Опытные-промысловые испытания бурового раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ проводились на скважине № 4503г Татышлинского месторождения при бурении интервала 536 – 1741 м под эксплуатационную колонну диаметром 168 мм. Наиболее проблемными участками при бурении данного интервала считаются горизонты со следующими видами осложнений: ассельско-сакмарский – водопроявление;



Табл. 2. Проектные и фактические (усредненные) параметры бурового раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ при бурении интервала под эксплуатационную колонну

| Параметр | Единицы измерения | Интервал по стволу | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|-------|-----------|-------|-----------|------|
| | | 540-1430 | | 1430-1610 | | 1610-1747 | |
| | | проект | факт | проект | факт | проект | факт |
| Плотность | г/см ³ | 1,16 | 1,185 | 1,24 | 1,255 | 1,27 | 1,27 |
| Условная вязкость | с/кварта | 70 – 100 | 82,5 | 80 – 120 | 84 | 80 – 120 | 93 |
| ПВ | мПа·с | 30 – 45 | 34 | 35 – 50 | 38 | 35 – 50 | 46 |
| ДНС | фунт/100фут ² | 20 – 40 | 38,5 | 20 – 40 | 34,5 | 20 – 40 | 38 |
| СНС _{10с} | фунт/100фут ² | 8 – 18 | 12 | 8 – 18 | 8,5 | 8 – 18 | 8 |
| СНС _{10мин} | фунт/100фут ² | 40 – 80 | 35 | 40 – 80 | 37 | 40 – 80 | 38 |
| ПФ | см ³ /30мин. | <5,0 | 4,9 | <5,0 | 5,0 | <5,0 | 4,6 |
| pH | -- | 11 – 12 | 11,9 | 11 – 12 | 12 | 11 – 12 | 12 |
| Содержание свободной извести | кг/м ³ | >20 | 16,6 | >20 | 10,6 | >20 | 9,2 |
| Ca ²⁺ | мг/л | 500 – 800 | 1888 | 500 – 800 | 1438 | 500 – 800 | 1240 |
| Тв.фаза | % | ≤24 | 15 | ≤24 | 16 | ≤24 | 18 |
| Смаз. добавка | % | 2 – 4 | 2 | 2 – 4 | 3,5 | 2 – 4 | 5 |
| МВТ | кг/м ³ | 30 – 50 | 45,9 | 30-50 | 35 | 30-50 | 35 |

Табл. 3. Влияние промывочной жидкости на качество цементирования обсадной колонны 168 мм

| Характер контакта | 4503г (система ГЕЛЬ-ДРИЛЛ) | | 4504г (*) | |
|-------------------|----------------------------|------|---------------------------|------|
| | Цемент-порода | | Цемент-порода | |
| | м | % | м | % |
| | Интервал (535 – 1712,0 м) | | Интервал (544 – 1800,5 м) | |
| Частичный | 1025,6 | 87,1 | 1207,5 | 96,1 |
| Неопределенный | 33,4 | 2,8 | 49,0 | 3,9 |
| Сплошной | 118,0 | 10,1 | 0,0 | 0,0 |
| Отсутствует | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Плохой | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

* 544-1071м – минерализованная вода; 1071-1209 – полимер-глинистый; 1209-1351м – минерализованная вода; 1351-1810м – гелево-эмульсионный МУЛЬТИБУР

Табл. 4. Ожидаемый и фактический коэффициент каверности на скважине № 4503г и 4504г

| Наименование горизонта | Литология (описание пород) | Возможные осложнения | Козф-т каверн. | | |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------|-------|------|
| | | | ожидаемый | факт. | |
| | | | 4503 | 4504 | |
| Подольский горизонт | Известняки с прослоями доломитов кристаллич., плотных | | 1,1 | 1,00 | 1,08 |
| Каширский горизонт | Известняки тонкокрис. с просл. доломитов, включ. кремния | Водопроявления, нефтепроявления | 1,1 | 1,00 | 1,05 |
| Верейский горизонт | Известняки кристаллич., плотные с прослоями аргиллитов. | Газопроявления, нефтепроявления, осыпи и обвалы | 2,2 | 1,09 | 1,22 |
| Башкирский ярус | Известняки кристаллические, прослоями органогенные, иногда глинистые, местами сильнодоломитизированные, участками пористо-кавернозные | Нефтепроявления, поглощения бурового раствора | 1,15 | 1,00 | 1,02 |

каширский – водопроявление, нефтепроявление; верейский – газопроявление, нефтепроявление, осыпи и обвалы аргиллитов; башкирский – нефтепроявление, поглощение промывочной жидкости, серпуховский – водопроявление, поглощение промывочной жидкости; бобриковский – нефтепроявление, осыпи и обвалы аргиллитов и каменного угля. Кроме того, на протяжении всего интервала присутствует углекислая агрессия. С применением раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ скважина

успешно пробурена, без существенных осложнений, за исключением водопроявления в каширском горизонте, что связано с недостаточной проектной плотностью бурового раствора (табл. 2).

Сравнительный анализ технико-экономических показателей пробуренного интервала на скважине № 4503г с аналогичным интервалом ранее пробуренной соседней скважины № 4504г на данной площади показал высокую эффективность системы ГЕЛЬ-ДРИЛЛ. В частности, на скважине № 4504г вскрытие верейского горизонта осуществляли на полимерглинистом растворе, что в дальнейшем приводило к дестабилизации ствола скважины и требовало установки укрепляющего цементного моста в этом интервале. При бурении на растворе ГЕЛЬ-ДРИЛЛ проблем удалось избежать и, соответственно, исключить установку цементного мос-

При вскрытии интервалов с поглощающими или водопроявляющими пластами, благодаря формированию гидроизолирующего кольматационного слоя, ГЕЛЬ-ДРИЛЛ создает непроницаемый экран на границе «скважина – пласт». При бурении неустойчивых глиносодержащих пород это обеспечивает стабильность ствола скважины вследствие физико-химической кольматации и изменения обменной емкости глин. Высокое содержание свободной извести (до 20 кг/м³) предотвращает дестабилизацию бурового раствора при попадании в него углекислого газа.

та в данном интервале, что существенно сократило время на строительство скважины. Кроме того, на скважине № 4504г проводку интервала осуществляли с применением нескольких типов промывочных жидкостей (минерализованная вода, полимер-глинистый, гелево-эмульсионный – МУЛЬТИБУР), и для перевода скважины с одного типа промывочной жидкости на другой требовалось дополнительное время, что также увеличивало срок строительства скважины.

При бурении интервала 556 – 1431 м скважины № 4503г в состав КНБК входил кольматационный переводник ПК – 172 с гидромониторной насадкой 7,9 мм. Применение кольматационного переводника улучшило качество сцепления тампонажного цемента с породой, по сравнению с аналогичным интервалом бурения без кольматирующего переводника на скважине № 4504г Татышлинского месторождения (табл. 3).

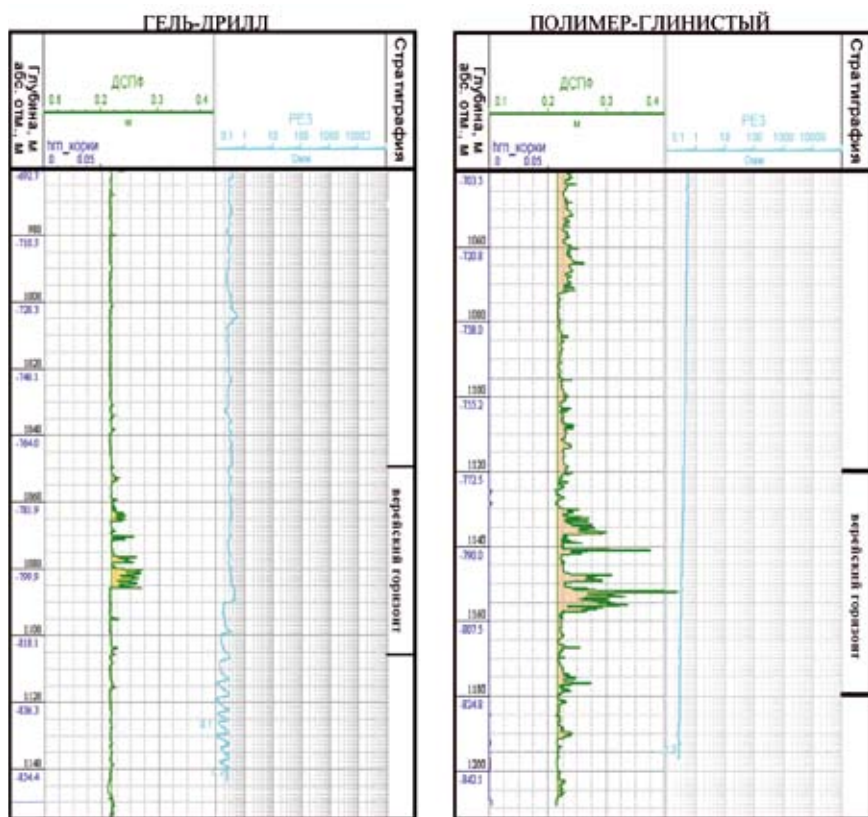


Рис. 2. Кавернограмма ствола скважины № 4503г и 4504г Татышлинского месторождения



Данные кавернограммы и сравнение фактических коэффициентов кавернозности при бурении скважин на растворе ГЕЛЬ-ДРИЛЛ и ПОЛИМЕР-ГЛИНИСТОМ показывают, что применение раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ на скважине № 4503г обеспечило значительную стабильность ствола скважины в интервале верейского горизонта, который склонен к осыпям и обвалам (табл. 4, рис. 2).

При использовании раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ были достигнуты следующие технико-экономические показатели:

- увеличена техническая скорость бурения на 8,65 %;
- увеличена коммерческая скорость бурения на 6,5 %;
- снижены коэффициенты кавернозности в среднем на 6,2 %;
- снижена себестоимость 1 м³ раствора на 12 %.

Раствор ГЕЛЬ-ДРИЛЛ позволил исключить установку цементного моста в интервале верейского горизонта.

Данные выводы о свойствах бурового раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ и эффективности применения кольматационного переводника предварительны и требуют проведения дальнейших промысловых испытаний разработанной технологии. Несомненным фактом

является то, что применение раствора ГЕЛЬ-ДРИЛЛ ООО НПП «БУРИНТЕХ» на скважине № 4503г Татышлинского месторождения позволило качественно осуществить проводку ствола скважины под эксплуатационную колонну и увеличить коммерческую скорость строительства.

Литература

1. Ахметзянов З.К., Сурков В.Т., Воронцова Д.С. и др. Промысловые жидкости с тампонирующими свойствами на цементной основе / Труды конференции по вопросам технологии цементирования скважин. М.: ВНИИОЭНГ, 1970. С. 199 – 203.
2. Поляков В.Н., Вяхирев В.И., Ипполитов В.В. Системные решения технологических проблем строительства скважин / Под. общ. ред. В.Н. Полякова. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. 240 с.
3. Решение о выдаче пат. № 2015155242/03(085207). Способ обработки ствола скважины: / Ишбаев Г.Г., Поляков В.Н., Чижов А.П., Дильмиев М.Р., Ишбаев Р.Р., Христенко А.В., Мамаева О.Г.; заявл. 22.12.15; Приоритет от 22.12.15 (RU). 8 с.

Literature

1. Akhmetzhanov Z.K., Surkov V.T., Vorontsova D.S., etc. Washing fluid with plugging properties based on cement / Proceedings of the conference on technology of cementing. M.: VNIIOENG. 1970. Pp. 199 – 203.
2. Polyakov V.N., Vyakhirev V.I., Ippolitov V.V. System solutions of technological problems for the wells construction / under the general editorship of V.N. Polyakov. M.: «Nedra-Biznessentr» LLC, 2003. P. 240.
3. The decision of patent No. 2015155242/03(085207) issuance. A method of processing borehole: / Ishbaev G.G., Polyakov V.N., Chizhov A.P., Dil'miev M.R., Ishbaev R.R., Khristenko A.V., Mamaeva O.G.; application dd. 22.12.15; Priority dd. 22.12.15 (RU). P. 8.