



## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПОЛИМЕРНОГО ЭМУЛЬСИОННОГО БУРОВОГО РАСТВОРА ПРИ БУРЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН НА КОШИЛЬСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Е.Ю.Липатов, Н.А.Аксенова\*

Тюменский индустриальный университет, Нижневартовск, Россия

### Experience of Application of Biopolymer Emulsion Drilling Mud While Drilling Horizontal Wells in the Koshilskoye Field

E.Y.Lipatov, N.A.Aksenova

Tyumen Industrial University (TIU), Nizhnevartovsk, Russia

#### Abstract

The article describes problems while construction of directional wells with horizontal ending on the Jurskiye deposits of the Koshilskoye field. It demonstrates effectiveness of modified biopolymer emulsion drilling mud. The proposed drilling mud has high rheological, lubricating and inhibiting properties, unique filtration and crust-forming characteristics, contributes to the preservation of the natural reservoir properties. Using the mud while drilling for liner allows to minimize the risk of fluid loss and stuck pipe and provides for trouble-free drilling.

#### Keywords:

Biopolymer emulsion drilling mud;  
Complications;  
Jurskiye deposits;  
Bazhenov suite;  
Directional well with horizontal ending; Liner.

© 2016 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Опыт бурения скважин на Кошильском месторождении свидетельствует о высокой степени сложности проводки скважин из-за наличия неустойчивых отложений нижнего мела и верхней Юры в интервале бурения под эксплуатационную колонну. Флюидоупор (Баженовская свита) при вскрытии юрских коллекторов длительное время находится в не обсаженном состоянии и подвергается множественным механическим и гидродинамическим воздействиям. Юрские отложения Кошильского месторождения представлены неравномерным чередованием аргиллитов, алевролитов, песчаников и углей. По всему разрезу породы обогащены углистым детритом, обломками древесины и обрывками корневой системы растений (рис.1, табл.1) [1].

Вскрытие потенциально неустойчивых пород Баженовской и Георгиевской свит совместно с продуктивным пластом Ю<sub>1</sub>, имеющим низкий коэффициент аномальности пластового давления (0.85-0.9), неоднородную по разрезу проницаемость (от 1÷2 до 15÷20 мД) и высокую трещиноватую пористость накладывает ряд серьезных ограничений на выбор типа буровой промывочной жидкости. Кроме того, содержащиеся в них глинистые минералы, представленные преимущественно гидрослюдой и смешанно-слоистыми минералами, а так же глинистый цемент с высоким содержанием каолинита требует комплексного подхода к ингибированию.

Применяющиеся при бурении скважин на Кошильском месторождении глинистые и полимерглинистые буровые растворы имеют слабую ингибирующую способность, низкие фильтрационные свойства и не способствуют предотвращению возникновения осыпей и обвалов пород.

Основными осложнениями при бурении скважин на Кошильском месторождении являются поглощения в интервале 2350-2380 м, обусловленные превышением плотности, вязкости и статического напряжения сдвига (СНС) бурового раствора с превышением плотности на 20% в связи с его плохой очисткой, а так же высоких скоростей спуска инструмента.

По всему разрезу возможно образование сальников и дифференциальных прихватов из-за отклонения параметров бурового раствора от проектных, неудовлетворительной очистки бурового раствора от шлама, несоблюдения регламента по предупреждению аварий, оставление бурильного инструмента без движения более 5 минут.

Основные способы предупреждения осложнений, связанных с осаждением шлама на нижней стенке искривленного участка ствола скважины, следующие: бурение с достаточной ско-

рости

\*E-mail: [na-acs@yandex.ru](mailto:na-acs@yandex.ru)

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20170400328>

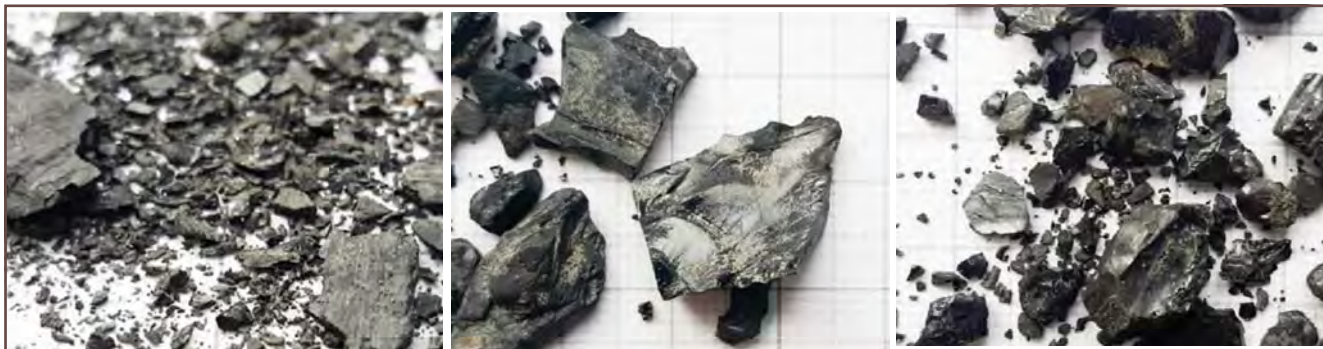


Рис.1. Фото шлама (уголь) из интервала 2824-2938 м (по стволу)

Таблица 1

## Состав биополимерного эмульсионного бурового раствора

Наименование реагента	Характеристика / Назначение
BARACARB 50	Молотый мрамор / Кольматант и регулятор плотности бурового раствора
BARACARB 5	
BARAFLAKE M	CaCO <sub>3</sub> хлопьевидный / Кольматант и регулятор плотности бурового раствора
BARAZAN D	Ксантановый биополимер / Регулятор реологических свойств, загуститель
BAROLIFT	Органическое волокно, улучшение очистки скважины (не растворимый)
BASE OIL	Углеводородный реагент минеральное масло АКС 5-10.
BDF-490-SHALE INHIBITOR	Асфальтен / Стабилизатор сланцев (микрокольматант)
BDF-590	Полеамины / Стабилизатор сланцев
BDF-911	Полеакрилад / Дефлокулянт
BXR L	Асфальто-углеводородная смола в глицириногликолевой основе / Ингибитор набухания сланцев
CALCIUM CARBONATE FINE	Карбонат кальция
CAUSTIC SODA	Каустическая сода / Регулятор pH/Pf/Pm
DEXTRID LTE	Модифицированный крахмал / Контроль фильтрации.
HYPERMER A70-LQ-(MV)	ПАВ / Эмульгатор масла в воде.
KCl	Хлорид калия / Ингибитор глин
MICROBIOCIDE REMACIDIVER	Бактерицид / Ингибитор деструкции биополимера
SODIUM CHLORIDE	Хлорид натрия / Ингибитор глин

ростью подъема восходящего потока, обеспечивающей вынос шлама и песка из скважины; поддержание оптимальной плотности раствора и низкой водоотдачи; обработка раствора ингибирующими глинистые минералы химическими реагентами [2,3].

Типовая конструкция скважины с горизонтальным окончанием на Кошильском месторождении включает направление, кондуктор, эксплуатационную колонну и хвостовик [1] (рис.2).

В интервале разбуривания горизонтального участка возможно повреждение продуктивного пласта (снижение природной проницаемости коллектора) под воздействием фильтрата и твердой фазы бурового раствора, вероятность затяжек, посадок бурильного инструмента из-за несоответствия свойств бурового раствора требо-

ваниям сохранения устойчивости стенок скважины и очистки ствола от выбуренной породы [4].

В настоящее время на Кошильском месторождении проходят испытание следующие буровые растворы: BARADRIL-N – безглинистая кислото-растворимая система для вскрытия продуктивного пласта, COREDRIL-N™ - система бурового раствора на углеводородной основе, BRINEDRIL-N® система бурового раствора на основе расолов высокой плотности [5]. Для строительства наклонно-направленной скважины с горизонтальным окончанием по пластам группы ЮВ<sub>1</sub> на Кошильском месторождении был использован модифицированный биополимерный эмульсионный раствор на основе химических реагентов. Состав и параметры раствора представлены в таблицах 1, 2.



Высокая эффективность биополимерного эмульсионного раствора обусловлена способностью минимизировать загрязнение продуктивного коллектора из-за использования в его составе биополимера стабилизатора на основе ксантановой смолы - VARAZAN D способного придавать раствору такие свойства, как: низкая вязкость при высокой выносящей способности раствора; низкая водоотдача; достаточно высокие реологические свойства при малом содержании твердой фазы; хорошие смазывающие свойства; выгодный сдвигообразующий профиль с низкой пластической вязкостью (PV), высоким динамическим напряжением сдвига (YP) и плоским нарастающим СНС. Высокие вязкости при низких скоростях сдвига придают системе раствора отличные суспензионные свойства и хорошую очистку ствола скважи-

ны. Способность к сдвигообразованию обуславливает низкие потери давления в колонне буровых труб, на долоте и способствует увеличению скорости проходки. При остановке циркуляции структура быстро восстанавливается, но не продолжает нарастать. При возобновлении циркуляции структура раствора быстро и легко разрушается. Поскольку раствор обладает ингибирующими свойствами (предотвращает гидратацию глин), выбуренная порода практически не переходит в раствор, а также предупреждаются осложнения ствола скважины (осыпи, обвалы и т.п.).

Основным преимуществом биополимерного эмульсионного раствора является то, что частицы масла усиливают механизм гидрофобной коагуляции микротрещиноватых неустойчивых пород Баженовской и Георгиевской свит, а

Таблица 2

## Параметры биополимерного эмульсионного бурового раствора

Параметры API	Требования программы промывки	Свежеприготовленный перед началом бурения	При бурении интервала	По окончании бурения (на проработках)
Плотность раствора, кг/м <sup>3</sup>	1110±30	1070	1080-1120	1120-1130
Условная вязкость, сек/кварта	38-55	52	43-47	46-49
Пластическая вязкость, Па·с	≤20	13	11-13	11-12
Динамическое напряжение сдвига, дПа	76.6-119.7	81.4	81,4-110	91-110
СНС 10 сек/10 мин, Па	1-4/ 2-7	2.8/3.4	2.3-4.0/3.3-5.7	2.8-3.3/4.3-5.7
pH	8.5-10.5	10.5	8.5-10.5	8.0-10.5
Водоотдача (API), мл	≤5	2.6	1.9-2.8	1.8-2.8
Фильтрационная корка, мм	≤0.5	0.1	0.1-0.2	0.2
Содержание хлорид ионов, мг/л	≥40000-45000	59000	58000-49000	41000-50000
Жесткость по кальцию, мг/л	≤400	200	180-320	160-280
Содержание песка, %	≤0.5	0	0-0,3	0,2-0,4
Содержание смазки, %	10-20	17	16-13	12-14
МБТ, кг/м <sup>3</sup>	≤16	0	0-5	5.0-5.8
Содержание CaCO <sub>3</sub> , кг/м <sup>3</sup>	≥60-100	0	75-110	62-82

уникальные фильтрационные и коркообразующие свойства позволяют значительно снизить влияние дифференциальных сил и понижают трение металл-корка. Если рассматривать требования к плотности бурового раствора для обеспечения устойчивости пород, то для достижения должного эффекта вероятно применение минерализованного раствора с 10-15% базовой жидкости (минерального масла, жидких парафинов).

Для бурения горизонтального ствола в интервале по вертикали 2173-2414 м (2279-3083 м по стволу) на пласт ЮВ<sub>1</sub> Кошильского месторождения было приготовлено 80 м<sup>3</sup> раствора, всего приготовлено 180 м<sup>3</sup>. Одной из проблем при приготовлении данного раствора стало недостаточное количество пара для отогрева химических реагентов, что обусловлено особенностью модификатора HYPERMER A70-LQ-(MV) который и при +20 °С представляет собой не текучую жидкость, а в холодное время года - требует хорошего разогрева.

Кроме того в процессе бурения наблюдалась незначительная наработка твёрдой фазы в растворе, рост удельного веса - снижение которого было возможно только разбавлением свежеприготовленным раствором. Снижение удельного веса при помощи центрифуги оказалось невозможным из-за низкой эффективности работы ввиду недостаточной скорости подачи. Также, из-за недостатков системы обвязки ёмкостей, возникали трудности с обработкой по циклу и одновременным центрифугированием рабочего раствора (одна линия сброса).

При слайдировании, в начале корректировки, интервал 2619-2630 м, наблюдалось подвигание инструмента (рис.3).

После увеличения времени расхаживания и промывки с 8 минут до 12-15 минут проблем не возникло (давление P = 16.2 МПа; расход - Q = 12.1 л/с; нагрузка - G = 3.5 т; при расхаживании скорость вращения - N - от 32 до 40 об/мин). При бурении в интервале 2824/2403-2950/2408 м на ситах обнаружен уголь (до 60% по шламограммы). Режим бурения в этом интервале: P = 15.0÷16.4 МПа; Q = 11.8 л/с; крутящий момент - M = 4.5÷5.2 кН·м; G = 4.9 т; N = 32 об/мин.

При дальнейших проработках и спуско-подъёмных операциях этот интервал проходили с особой осторожностью, а именно скорость спуска и подъёма была ограничена до 0.2 м/с (в колонне 0.6 м/с), никаких проработок и по возможности восстановления циркуляции на данном участке не проводилось. При глубине забоя 3083 м произвели промывку в течении 2-х циклов (Q = 12.2 л/с, P = 16.8 МПа, N = 32 об/мин, M = 4.8 кН·м).

Дополнительное ингибирование проводилось за 50 м до интервала Баженовской свиты по стволу 2559-2627 м (2353-2381 м по вертикали), ингибитор BDF-490 готовился заранее объём - 20 м<sup>3</sup> с концентрацией 39.7 кг/м<sup>3</sup>, настаивался в течении суток. Для поддержания концентрации кальматирующего материала производилась обработка бурового раствора по циркуляции CALCIUM CARBONATE FINE и BARCARB 5 и 50 мкм. ДНС поддерживалось реагентом BARAZAN D. Уровень щёлочности поддерживался вводом по циркуляции каустической соды. В целом, под-

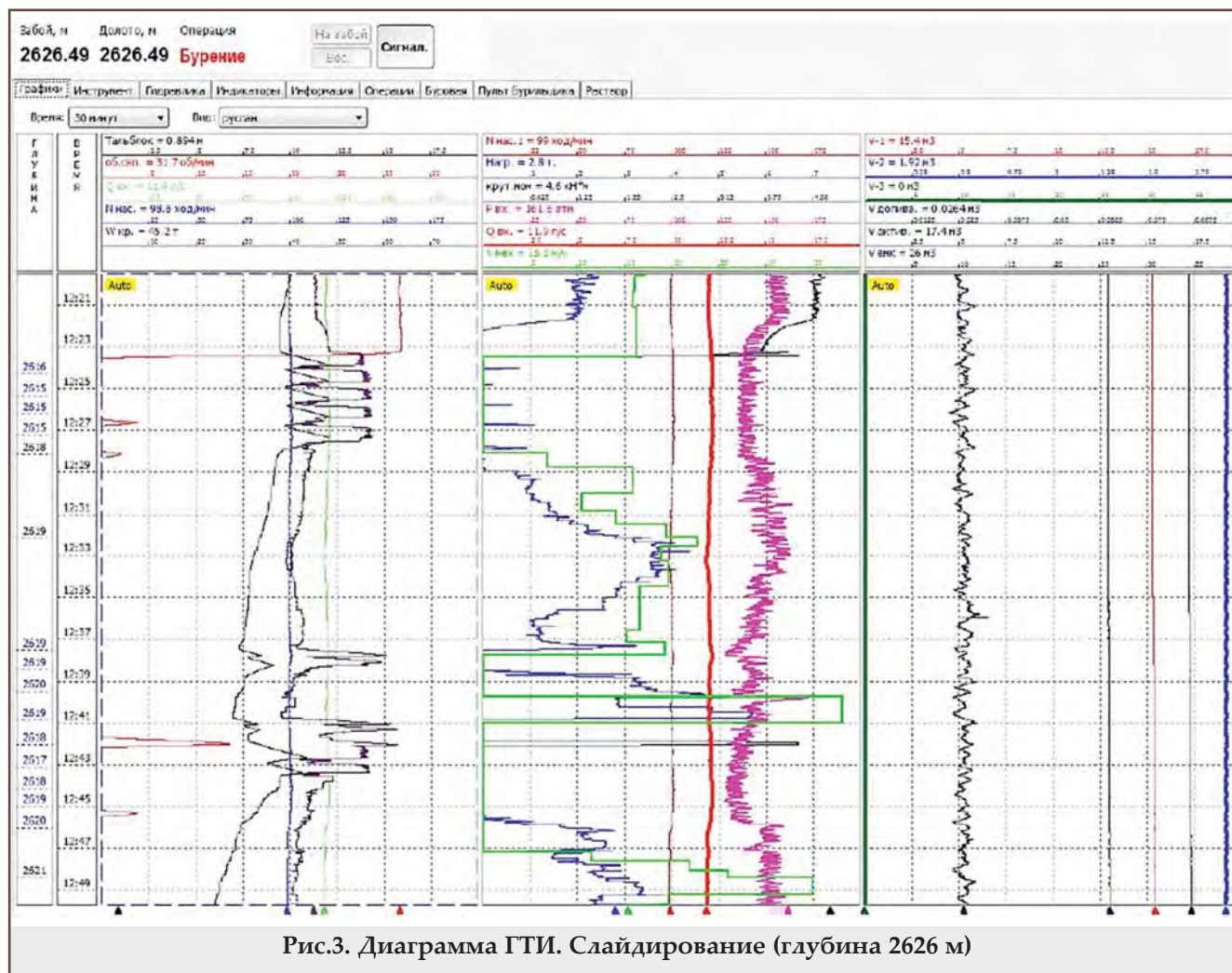


Рис.3. Диаграмма ГТИ. Слайдирование (глубина 2626 м)

держание параметров раствора согласно программы промывки трудностей не вызывало. Для заканчивания скважины было приготовлено 47 м<sup>3</sup> рассола плотностью 1080 кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, опыт применения модифицированного биополимерного эмульсионного раствора на Кошильском месторождении при бурении горизонтального ствола показал его высокую эффективность. Минимизирован риск возникновения поглощений и загрязнения продуктивного пласта. Вскрытие продуктивного пласта в целом прошло без осложнений. Опыт применения раствора позволил сделать следующие рекомендации по прохождению интервалов углей и Баженовской свиты:

- подъём и спуск БК во время шаблонирования необходимо проводить с минимальной скоростью;
- исключить проработки, восстановление

циркуляции и другие действия, которые могут привести к дестабилизации стенок скважины;

- в случае возникновения затяжек и посадок в этих интервалах произвести спуск / подъем колонны ниже (выше) зоны залегания Баженовской свиты и углей, плавно восстановить циркуляцию и промыть скважину с прокачкой пачки с волокнистым материалом BAROLIFT до полного вымыва шлама;
- расхаживать инструмент при промывке следует с минимальной скоростью;
- при возникновении повторной затяжки попытаться расходить бурильный инструмент «на сухую», не превышая затяжки 2-3 т, к проработке интервала приступить только в крайнем случае.

*Литература*

1. Групповой рабочий проект на строительство наклонно-направленных эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола по пласту ЮВ1 Кошильского месторождения. Нижневартовск: ООО «СИБТЕХНОБУРПРОЕКТ», 2012.
2. В.П.Овчинников, Н.А.Аксенова. Буровые и промывочные растворы. Учебное пособие. Тюмень: Экспресс, 2011.
3. В.П.Овчинников, Р.А.Исмаков, А.В.Оганов и др. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Тюмень: ТюмГНГУ, 2017.
4. Н.А.Аксенова, А.Е.Анашкина, В.А.Федоровская. Технология и технические средства для вскрытия продуктивных пластов. Тюмень: ТюмГНГУ, 2015.
5. В.П.Овчинников, Н.А.Аксенова, О.В.Рожкова, Т.А.Грошева. Современные составы буровых растворов. Тюмень: Экспресс, 2013.

*References*

1. Gruppovoy rabochiy proekt na stroitelstvo naklonno-napravlennykh ekspluatatsionnykh skvazhin s gorizontalnym okonchaniem stvola po plastu YuV1 Koshil'skogo mestorozhdeniya. Nizhnevartovsk: OOO «SIBTEHNOBURPROEKT», 2012.
2. V.P.Ovchinnikov, N.A.Aksenova. Burovye i promyvochnye rastvory. Uchebnoe posobie. Tyumen: Ekspress, 2011.
3. V.P.Ovchinnikov, R.A.Ismakov, A.V.Oganov i dr. Tehnologiya bureniya neftya-nyh i gazovyh skvazhin. Tyumen: TyumGNGU, 2017.
4. N.A.Aksenova, A.E.Anashkina, V.A.Fedorovskaya. Tehnologiya i tehicheskie sredstva dlya vskrytiya produktivnyh plastov. Tyumen: TyumGNGU, 2015.
5. V.P.Ovchinnikov, N.A.Aksenova, O.V.Rozhkova, T.A.Grosheva. Sovremennye sostavy burovyh rastvorov. Tyumen: Ekspress, 2013.

**Опыт применения биополимерного эмульсионного бурового раствора при бурении горизонтальных скважин на Кошильском месторождении**

*Е.Ю.Липатов Н.А.Аксенова*

Тюменский индустриальный университет, Нижневартовск, Россия

**Реферат**

В статье рассмотрены осложнения, возникающие при строительстве наклонно-направленных скважин с горизонтальным окончанием на юрские отложения Кошильского месторождения, показана эффективность применения модифицированного биополимерного эмульсионного раствора. Предлагаемый буровой раствор имеет высокие реологические, смазывающие и ингибирующие свойства, уникальные фильтрационные и коркообразующие показатели, способствует сохранению естественных коллекторских свойств пласта. Применение раствора при бурении под хвостовик позволило минимизировать риск возникновения поглощений и прихватов и пробурить скважину без осложнений.

**Ключевые слова:** биополимерный эмульсионный раствор; осложнения; юрские отложения; Баженовская свита; наклонно-направленная скважина с горизонтальным окончанием; хвостовик.

**Koşil yatağında üfüqi quyuların qazılmasında biopolimer emulsiya qazıma məhlulunun tətbiqi**

*Y.Y.Lipatov, N.A.Aksenova*

Tümen Sənaye Universiteti (TIU), Nijnevartovsk, Rusiya

**Xülasə**

Məqalədə Koşil yatağının yur çöküntülərində üfüqi sonluqlu maili-istişamətli quyuların tikintisi zamanı yaranan mürəkkəbləşmələrə baxılmış, modifikasiya olunmuş biopolimer emulsiya məhlulunun tətbiqinin effektivliyi göstərilmişdir. Təklif edilən qazma məhlulu yüksək reoloji, yağlayıcı və inhibitorlayıcı xassələrə və unikal süzülmə və qabıq əmələ gətirmə göstəricilərinə malikdir, layın təbii kollektor xassələrinin qorunub saxlanılmasına imkan yaradır. Qazıma vaxtı məhlulun quyruq altında tətbiqi udulmaların və tutulmaların yaranma riskini minimallaşdırmağa və quyunun mürəkkəbləşmələrsiz qazılmasına imkan verir.

**Açar sözlər:** biopolimer emulsiya məhlulu; mürəkkəbləşmələr; yur çöküntüləri; Bajenovskiy lay dəstələri; horizontal sonluqlu maili-istişamətli quyu; quyruq.