УДК 622.24.06

# СОВРЕМЕННЫЕ СМАЗОЧНЫЕ ДОБАВКИ В БУРОВЫХ РАСТВОРАХ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ЗБС НА КУБАНИ

# MODERN LUBRICANTS IN WATER-BASED DRILLING FLUIDS FOR ZBS IN KUBAN

**Марусов М.А.**
кандидат химических наук,
начальник СБР ООО «Сервис Пром Комплектация»

**Ярыш А.А.**
исполнительный директор ООО «АВ-СпецКомплектация»

**Ченикова Н.А.**
кандидат технических наук,
заведующая лабораторией
ООО «АВ-СпецКомплектация»

**Мойса Ю.Н.**
кандидат химических наук,
директор ООО «НПО «Химбурнефть»

**Аннотация.** Проведены сравнительные испытания эффективности современных смазочных добавок по ГОСТ Р 56946-2016 в водных и буровых растворах плотностью 1,214 г/см$^3$ на водной основе для бурения скважин методом ЗБС. Установлено, что при обработке бурового раствора скв. № 1884-2 Анастасиевско-Троицкого месторождения смазочными добавками в концентрациях от 2,0 до 4,0 %об. снижение динамического коэффициента трения происходит незначительно до Ктр = 0,252–0,253. При этом коэффициент трения (липкости) глинистой корки измеренный на приборе КТК снизился до 0,057–0,070.

**Ключевые слова**: буровой раствор, зарезка боковых стволов (ЗБС),смазочные добавки, коэффициент трения в жидкой среде, технологические параметры, долотная программа.

**Marusov M.A.**
Candidate of Chemical Sciences,
Head of the SBR
«Service Prom Komplektacya» LLC

**Yarysh A.A.**
Executive Director
«AV-SpecKomplektacya» LLC

**Chenikova N.A.**
Candidate of Technical Sciences,
Head of laboratory,
«AV-SpecKomplektacya» LLC

**Moisa Yu.N.**
Candidate of Chemical Sciences,
Director, «NPO «Himburneft» LLC

**Annotation.** Comparative tests of the effectiveness of modern lubricants in aqueous and water-based drilling fluids with a density of 1.214 g/cm3 for drilling wells using the ZBS method according to GOST R 56946-2016 have been carried out. It was found that during the treatment of drilling mud from the Anastasievsko-Troitskoye field № 1884-2 with lubricants in concentrations from 2.0 to 4.0 % vol. The dynamic coefficient of friction decreases slightly to Ktr = 0.252–0.253. At the same time, the coefficient of friction (stickiness) of the clay crust measured on the KTK device decreased to 0.057–0.070.

**Keywords**: drilling mud, cutting of side shafts (ZBS), lubricants, coefficient of friction in a liquid medium, technological parameters, chiseling program.

На нефтегазовых месторождениях Кубани находящихся на завершающей стадии эксплуатации в последнее время актуальным является доразработка промысла методом зарезки боковых стволов (ЗБС) в эксплуатируемом фонде ранее построенных нефтегазовых скважин.

При таких буровых работах возникают повышенные требования к технологическим и смазочных свойствам буровых растворов ввиду сложной траектории проводки бокового ствола и применения компоновок технологического оборудования малых диаметров. В большинстве случаев бурение методом ЗБС осуществляется на небольших глубинах в интервалах залегания майкопских глин. Что диктует необходимость применения ингибированных буровых растворов с малыми значениями по показателю фильтрации,высокими значениями реологических параметров бурового раствора и улучшенными смазочными свойствами.

В лабораторных условиях проведены сравнительные испытания смазочных свойств современных смазочных добавок: LEMA SLIDE D, РХТ-СБМ, ФК-Н, Glidex M.2 в дистиллированной воде при 1% об. концентрации на машине трения EP/ Lubricity Tester (OFI Testing Equipment Inc,США) во всем диапазоне нагрузок прижатия пары «металл-металл» до величины 67,8 Нм (600 фунтов-силы х дюйм; lbs·inch; inch-pounds) при скорости вращения вала 60 об/мин. Графические завимости крутящего момента от нагрузки прижатия пары «металл-металл» в среде 1 %-ных водных растворов смазочных добавок приведены на рисунке 1.

Коэффициент трения (Ктр) в соответствии ГОСТ Р 56946-2016 [1] измерялся для 1 %-ных водных растворов смазочных добавок при нагрузке прижатия призмы равной 16,95 Нм (150 фунтов-силы·дюйм) и для всех сравниваемых смазочных добавок был в диапазоне от 0,02 до 0,04.

**Рисунок 1** – Зависимость крутящего момента от нагрузки прижатия пары «металл-металл» для 1 %-ных водных растворов смазочных добавок: LEMA SLIDE D, РХТ-СБМ, ФК-Н, Glidex M.2

Однако в зависимости от нагрузки прижатия пары «металл-металл» смазочные добавки выдерживали нагрузку по различному.Наиболее стабильный темп с минимальным возрастанием крутящего момента соответствовал смазочной добавке марки ФК-Н и достигал предельного значения нагрузки при низком значении крутящего момента равном 3,39 Нм (30 фунт-силы х дюйм).

Для 1 %-ных растворов смазочных добавок марок Glidex M.2 и РХТ-СБМ крутящий момент увеличивался в большей степени до 4,52–5,65 Нм (40–50 фунт-сила х дюйм). Для 1 % ного раствора смазочной добавки марки LEMA SLIDE D при нагрузке прижатия пары равной 42,37 Нм (375 фунт-силы х дюйм) наблюдался прихват пары «металл-металл» в среде раствора достигая предельного крутящего момета на уровне 5,65 Нм (50 фунт-сила х дюйм).

В дальнейшем проведены сравнительные испытания смазочных добавок марок: РХТ-СБМ, ФК-Н и Glidex M.2 в ингибированных полимер-глинистых растворах плотностью 1,214 г/см$^3$, пластической вязкостью 26 спз, динамическим напряжением сдвига (ДНС) равным 115 дПа, показателем фильтрации $Ф_{30}$ = 9,8 см$^3$/30 мин и динамическим коэффициентом трения (Ктр.) в среде бурового раствора по ГОСТ Р 56946-2016 пары «металл-металл» равным Ктр 0,255.

Установлено, что при обработке ингибированного полимер-глинистого бурового раствора указанными смазочными добавками в концентрациях от 2,0 до 4,0 % об. снижение динамического коэффициента трения происходит незначительно до Ктр = 0,252–0,253. Однако, при этом коэффициент липкости глинистой корки ( Ктр гк) исходного бурового раствора измеренный на приборе КТК при исходном значении Ктр гк = 0,19 при 4% добавке снизился до значений Ктр гк = 0,057–0,070, в среднем на 2,5 раза. При добавлении всех марок сравниваемых смазочных добавок в буровой раствор наблюдалось снижение реологических показателей: пластической вязкости на 15–23 %, ДНС на 30–42 %, а пенообразующая способность (кг/м$^3$) полимер-глинистого бурового раствора увеличивалась на 10–28 %. Применяемая на месторождении смазочная добавка марки ФК-Н при 4 % об. концентрации показала более благоприятное воздействие на реологические и фильтрационные показатели бурового раствора.

Контрольные замеры параметров пробы бурового раствора от 11.02.2025 г. скв. № 1884-2 Анастасиевско-Троицкого месторождения при бурении методом ЗБС с применением смазочной добавки марки ФК-Н при забое по стволу 1863 м показали полное соответствие проектным требованиям име-

ли пластическую вязкость 24 спз, ДНС 120 дПа, показатель фильтрации $Ф_{30}$ = 2,2–3,5 $см^3$, Ктр гк (липкость) = 0,02 при содержании смазочной добавки 3% об. (Акт контрольного замера параметров пробы бурового раствора ООО «Сервис Пром Комплектация» от 11.02.2025 г подписан буровым мастером ООО «СПК», инженером по БР ООО «СПК» и супервайзером ООО «Импорт-сервис»).

Долото типоразмера: 120.6 FX44D № 12196415, насадки 2 × 12,7 мм 3 × 11.1 мм отработало на скважине № 1884 Анастасиевско-Троицкого месторождения в интервале 1631 до 1863 м, проходка за рейс 232 м, время бурения/циркуляции 37,7 ч / 55 ч, средняя механическая скорость 6,1 м/ч. Режим,способ бурения : G = 7 т; Q = 12 л/с; P = 126–134 атм; N = 40 об/мин. Износ долота минимальный по коду IADS 0-0-NO-A-X-I-NO-LOG при полном соответствии долотной программе. (Акт выполненных работ от 09.02.2025 г подписан представителем долотного сервиса компании ООО «Бурсервис» и буровым мастером ООО «СПК»).

***Приложение*** (справочно)

**Таблица перевода в Ньютон-метр**

| | |
|---|---|
| **1** Фунт сила-дюйма = **0.113** Ньютон-метра | **10** Фунт сила-дюйма = **1.1298** Ньютон-метра |
| **2** Фунт сила-дюйма = **0.226** Ньютон-метра | **20** Фунт сила-дюйма = **2.2597** Ньютон-метра |
| **3** Фунт сила-дюйма = **0.339** Ньютон-метра | **30** Фунт сила-дюйма = **3.3895** Ньютон-метра |
| **4** Фунт сила-дюйма = **0.4519** Ньютон-метра | **40** Фунт сила-дюйма = **4.5194** Ньютон-метра |
| **5** Фунт сила-дюйма = **0.5649** Ньютон-метра | **50** Фунт сила-дюйма = **5.6492** Ньютон-метра |
| **6** Фунт сила-дюйма = **0.6779** Ньютон-метра | **100** Фунт сила-дюйма = **11.2985** Ньютон-метра |
| **7** Фунт сила-дюйма = **0.7909** Ньютон-метра | **250** Фунт сила-дюйма = **28.2462** Ньютон-метра |
| **8** Фунт сила-дюйма = **0.9039** Ньютон-метра | **500** Фунт сила-дюйма = **56.4924** Ньютон-метра |
| **9** Фунт сила-дюйма = **1.0169** Ньютон-метра | **600** Фунт сила-дюйма = **67,8** Ньютон-метра |

**Список литературы:**

1. ГОСТ Р 56946-2016 «Нефтяная и газовая промышленность. Материалы буровых растворов. Технические условия и испытания» модифицированному по отношению к международному стандарту ИСО 13500:2008

**List of references:**

1. GOST R 56946-2016 "Oil and gas industry. Drilling fluid materials. Technical specifications and tests" modified in relation to the international standard ISO 13500:2008.