

УДК [621.892 : 665.213 + 544.7] : [622.24.063 : 622.245]

Использование рыбного жира в качестве поверхностно-активных веществ в технологических процессах

Т.А. Мотылева¹, Б.Ф. Петров², С.Р. Деркач³, Г.И. Берестова³,
Б.Н. Семенов⁴

¹ *Естественно-технический факультет МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела*

² *Технологический факультет МГТУ, кафедра технологий пищевых производств*

³ *Технологический факультет МГТУ, кафедра химии*

⁴ *Механико-технологический факультет Калининградского государственного технического университета, кафедра технологии продуктов питания*

Аннотация. Предложена смазочная добавка на основе рыбного жира для улучшения триботехнических и поверхностно-активных свойств бурового раствора. Исследованы поверхностно-активные свойства новой смазочной добавки. Отмечен более низкий расход предлагаемого компонента по сравнению с традиционной смазочной добавкой. Показана экологическая безопасность смазочной добавки на основе рыбного жира.

Abstract. The lubricant additive on the basis of fish oil for improvement of tribotechnical and surface-active properties of a chisel solution has been offered. Surface-active properties of the new lubricant additive have been investigated. Lower consumption of the proposed component as compared to the traditional lubricant additive has been marked. Ecological safety of the lubricant additive on the basis of fish oil has been shown.

Ключевые слова: буровые растворы, смазочная добавка, рыбный жир, поверхностно-активные свойства, экологическая безопасность

Key words: chisel solutions, lubricant additive, fish oil, surface-active properties, ecological safety

1. Введение

Анализ практики нефтедобычи и результатов научных исследований убедительно показывают, что потенциальная продуктивность скважин находится в прямой зависимости от качества выполненных работ при их заканчивании.

Проблема качественного заканчивания скважин на сегодняшний день является особенно острой, поскольку все чаще разбуриваются площади со сложными геолого-техническими условиями, где продуктивные горизонты имеют низкие коллекторские свойства и аномально низкие пластовые давления, что предопределяет повышенные требования к выбору технологии заканчивания.

Этап заканчивания скважины включает в себя операции по первичному вскрытию продуктивных пластов, спуску и креплению эксплуатационной колонны, вторичному вскрытию пластов и освоению скважины. Каждая из этих операций в той или иной степени влияет на фильтрационно-емкостные свойства коллектора.

Основной причиной повреждения (загрязнения) продуктивных пластов является последовательное проникновение фильтратов бурового и тампонажного растворов, а также жидкости перфорации. Как показали исследования, в наибольшей степени проницаемость пород-коллекторов снижается под действием фильтрата бурового раствора (Измухамбетов и др., 2004).

Механизмы снижения проницаемости пластов в зоне проникновения фильтратов многообразны. К ним относятся:

- набухание глинистых минералов, содержащихся в пласте;
- образование эмульсий при частичном вытеснении пластового флюида;
- поровое давление из-за высокого поверхностного натяжения на границе раздела "фильтрат – пластовый флюид";
- химическое взаимодействие фильтрата с пластовой жидкостью, а также фильтратов разных

растворов (бурового раствора, тампонажного раствора, жидкости перфорации) между собой.

Проникновение фильтратов в пласт может происходить не только под действием перепада давления "скважина – пласт", но и под действием капиллярных сил, если стенки поровых каналов гидрофильны. Очевидно, что капиллярное давление, способствуя проникновению фильтрата в пористую среду, препятствует его вытеснению из пор пласта при эксплуатации, блокируя часть пор и тем самым снижая проницаемость пористой среды. Кроме того, капиллярное давление способствует образованию эмульсий, препятствующих движению пластового флюида. Известно, что капиллярные силы способны создать в пористой среде градиенты давления, намного превышающие градиенты, создаваемые внешними воздействиями. В свою очередь, капиллярное давление зависит от поверхностного натяжения на границе раздела жидкостей и краевого угла смачивания.

Таким образом, для достижения высокого качества вскрытия необходимо стремиться уменьшить величину капиллярного давления за счет снижения поверхностного натяжения на границе "фильтрат раствора – пластовый флюид" и гидрофобизации породы пласта.

Наиболее радикальным средством недопущения загрязнения околоскважинной зоны пласта является вскрытие продуктивных горизонтов растворами на углеводородной основе. Однако, вследствие высокой стоимости, повышенной опасности с точки зрения экологии, пожароопасности и по ряду других причин, эти растворы имеют ограниченное применение.

Снижение отрицательного воздействия буровых растворов на водной основе может быть достигнуто путем использования поверхностно-активных добавок, которые должны удовлетворять следующим основным требованиям (Бабаян, 2005):

- не оказывать отрицательного влияния на технологические свойства бурового раствора;
- не вступать в химическое взаимодействие с пластовыми флюидами, реагентами, используемыми для приготовления бурового раствора, и минералами коллектора с выпадением нерастворимых осадков;
- обладать высокой поверхностной активностью, т.е. существенно снижать величину поверхностного натяжения на границе "нефть – фильтрат бурового раствора" при возможно более низкой концентрации;
- по возможности гидрофобизировать внутрипоровую поверхность коллектора;
- быть безопасным в работе, малотоксичным и не оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду.

Целью данного исследования является разработка экологически безопасной многофункциональной смазочной добавки с улучшенными триботехническими и поверхностно-активными свойствами для повышения качества первичного вскрытия продуктивных пластов на основе водных растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ) комплексного действия в присутствии низкомолекулярных электролитов.

2. Изучение свойств смазочной добавки на основе рыбного жира

ФГУП "Арктикоморнефтегазразведка" совместно с МГТУ разработана экологически безопасная многофункциональная смазочная добавка с улучшенными триботехническими и поверхностно-активными свойствами – модифицированные отходы рыбного жира (МОРЖ), ТУ 9281-001-71892692-06.

Смазочная добавка МОРЖ представляет собой модифицированную гидрофобизирующими кремнийорганическими жидкостями жиропеномассу, образующуюся на стадии очистки объединенного стока жиропроизводства рыбоперерабатывающих предприятий (Мотылева, 2006).

В жиропеномассе содержится порядка 60 % липидов, из которых 30 % представлены свободными жирными кислотами. Исследование жирнокислотного состава продукта показало, что он на $\frac{3}{4}$ представлен высокомолекулярными ненасыщенными карбоновыми кислотами, которые обладают более высокой смазочной способностью по сравнению с насыщенными углеводородами за счет образования более прочных граничных слоев.

В качестве омыляющих агентов были выбраны гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости Петросил-2М (ТУ 6-02-1296-84) и ГКЖ-10 (ТУ 6-02-696-76), которые представляют собой соответственно 30%-й водно-спиртовой раствор алюмометилсилоксанолята натрия и 30%-й водно-спиртовой раствор мононатриевой соли этилсилантриола. Указанные реагенты содержат до 16 % свободной щелочи, 18-20 % этилового спирта; обладают повышенной термостойкостью (до 180 °С) и низкой температурой замерзания (не выше минус 30 °С); относятся к 4 классу опасности по ГОСТу 12.1.007-76; используются при бурении скважин для регулирования реологических параметров буровых растворов, снижения саляникообразования и прихватаопасности бурильного инструмента за счет гидрофобизации твердой фазы.

При выборе Петросил-2М и ГКЖ-10 предполагалось, что, кроме нейтрализации свободных

жирных кислот, возможно протекание более сложных процессов модифицирования жиропенномассы, повышающих ее триботехнические характеристики. Кроме того, их выбор был обусловлен гидрофобизирующим эффектом и наличием этилового спирта, который синергетически повышает смазывающую способность жирных кислот и проявляет бактерицидные свойства.

Исследованиями установлено оптимальное соотношение компонентов "омыляющий агент – жиропенномасса" 1:10 (для Петросил-2М) и 2:10 (для ГКЖ-10).

Поверхностную активность МОРЖ оценивали в сравнении с отечественной смазочной добавкой ФК-2000Плюс, предназначенной для вскрытия истощенных нефтегазоносных коллекторов. ФК-2000Плюс (ТУ 2458-001-4947578-98) изготавливается из отходов переработки растительных масел.

Поверхностно-активные свойства водных растворов МОРЖ, ФК-2000Плюс и фильтратов глинистых суспензий, содержащих исследуемые добавки, оценивали по снижению поверхностного натяжения (на границе с воздухом) и межфазного натяжения (на границе с гептаном), используя соответственно приборы ППНЛ-1 (ТУ 40-5403265-89) и ИМН-1 (ТУ 40-5403265-90). Определение поверхностного натяжения прибором ППНЛ-1 осуществляли на основании измеренного максимального давления в газовом пузырьке, образующемся из выходного отверстия калиброванного капилляра, опущенного в исследуемую жидкость на заданную глубину. Прибор ИМН-1 предназначен для измерения межфазного натяжения методом "вращающейся капли".

Полученные результаты представлены на рис. 1, 2, 3.

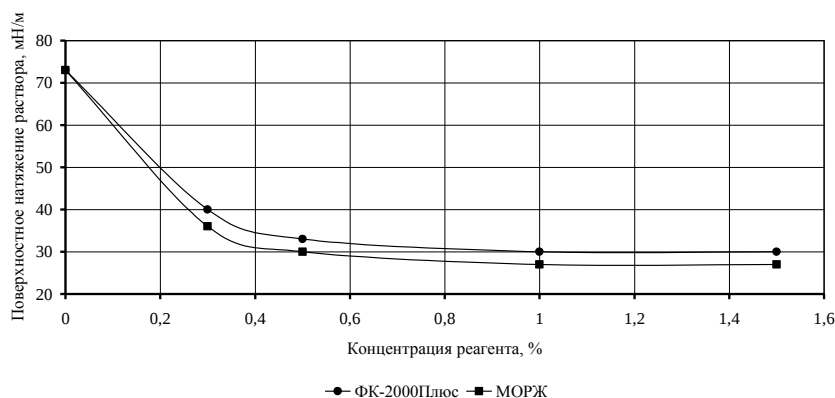


Рис. 1. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов ФК-2000Плюс и МОРЖ от концентрации реагентов

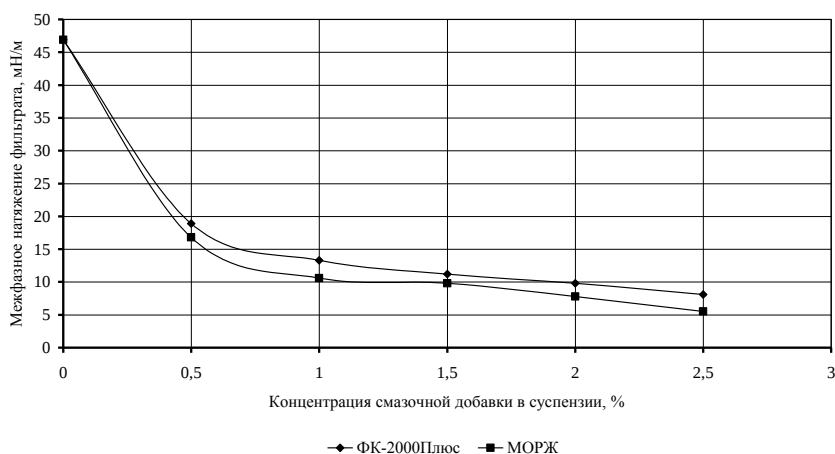


Рис. 2. Влияние ФК-2000Плюс и МОРЖ на межфазное натяжение фильтрата глинистой суспензии на границе с гептаном

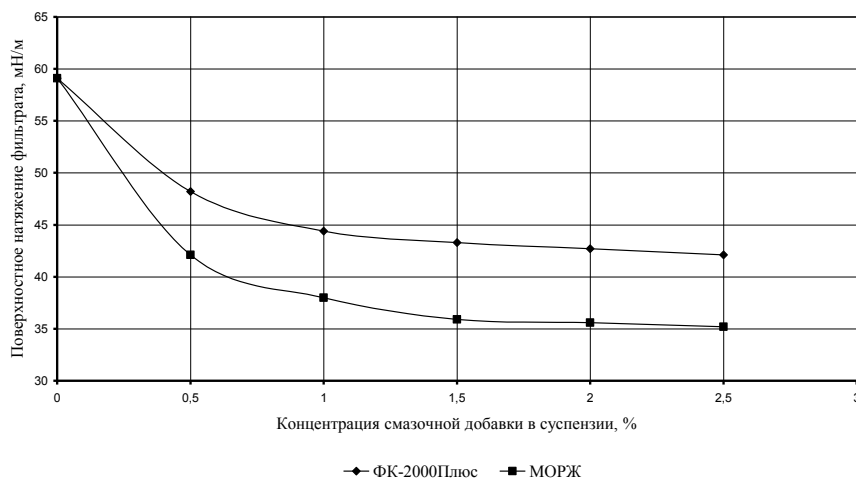


Рис. 3. Влияние ФК-2000Плюс и МОРЖ на поверхностное натяжение фильтрата глинистой суспензии

Анализ полученных результатов показывает, что снижению поверхностного натяжения (на границе с воздухом) водных растворов и межфазного натяжения (на границе с гептаном) фильтратов глинистых суспензий МОРЖ не уступает добавке ФК-2000Плюс.

При этом поверхностное натяжение водных растворов МОРЖ снижается до 27 мН/м, а межфазное натяжение фильтратов глинистых суспензий на границе с гептаном до 6 мН/м. Поверхностная активность, рассчитанная по изотермам адсорбции, у МОРЖ равна $1,79 \cdot 10^{-2}$ Н·м²/кг, а у ФК-2000Плюс – $1,71 \cdot 10^{-2}$ Н·м²/кг.

Более высокие значения поверхностного натяжения фильтратов по сравнению с поверхностным натяжением водных растворов исследованных добавок свидетельствуют об их адсорбции на глинистой фазе. При этом следует отметить, что в большей степени на глине адсорбируется ФК-2000Плюс. Так, при концентрации добавок 1,0 % адсорбция ФК-2000Плюс составила 47,3 мг/г, МОРЖ – 34,25 мг/г. Следовательно, при бурении, в процессе обогащения бурового раствора выбуренной породой, для поддержания оптимальной концентрации смазочной добавки потребуется больший расход ФК-2000Плюс, чем МОРЖ.

Также в ходе исследования была оценена экологическая безопасность МОРЖ. Разработанный и утвержденный эколого-рыбохозяйственный норматив (ПДК) МОРЖ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (*Перечень...*, 1999), свидетельствует о безопасности реагента в работе, малотоксичности и отсутствии отрицательного воздействия на окружающую среду.

3. Заключение

Таким образом, экологически безопасная смазочная добавка модифицированных отходов рыбного жира может быть рекомендована не только для повышения триботехнических свойств буровых растворов, но и как поверхностно-активное вещество полufункционального действия, оказывающее положительное влияние на процессы бурения, первичного вскрытия продуктивных пластов и освоения скважин.

Литература

- Измухамбетов Б.С., Агмазов Ф.А., Акбулатов Т.О., Сакаев Р.М. Повреждение продуктивных пластов в процессе проводки скважины, методы предупреждения и устранения. *Уфа, Изд-во УГНТУ*, 57 с., 2004.
- Бабаян Э.В. Буровые технологии. *Краснодар, Советская Кубань*, 584 с., 2005.
- Мотылева Т.А. Разработка технологии утилизации жировых отходов рыбоперерабатывающих производств в смазочный компонент бурового раствора. *Дис. ... канд. техн. наук. Мурманск, МГТУ*, 117 с., 2006.
- Перечень рыбохозяйственных нормативов предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. *М., ВНИРО*, 303 с., 1999.