

Исследование триботехнических и поверхностно-активных свойств soapстока производства рыбных жиров

Т.А. Мотылева, Б.Ф. Петров

Технологический факультет МГТУ, кафедра технологии пищевых производств

Аннотация. Изучены триботехнические и поверхностно-активные свойства soapстока, являющегося отходом процесса рафинации рыбных жиров. По результатам исследования рекомендовано использовать soapсток в составе смазочной композиции при бурении нефтегазовых скважин.

Abstract. Tribo-technical and surface-active properties of soap water flows generated as a result of fish oil purification have been studied in the paper. Soap water flows have been recommended as a part of oiling mixture for oil well drilling.

1. Введение

В процессе производства рыбного жира на стадии рафинации технических полуфабрикатов образуются значительные объемы жидких отходов – soapстоков. До настоящего времени проблема их утилизации не решена, что приводит к потере значительного количества ценных жировых компонентов, которые могли бы стать для рыбной промышленности вторичными материальными ресурсами.

Анализ химического состава soapстока показывает, что его основу, помимо воды (в среднем 78 %), составляют мыла (в среднем 12 %) и липиды (в среднем 7 %). Причем содержание указанных компонентов варьирует в очень широких пределах и зависит от обрабатываемого сырья.

Наличие в soapстоке значительного количества свободных жирных кислот (до 50 % от содержания липидов) и мыл указывает на возможность его использования в качестве смазочного компонента антифрикционных композиций, в частности, при бурении нефтегазовых скважин. Кроме того, мыла, присутствующие в soapстоке, могут повышать поверхностно-активные свойства бурового раствора, способствовать улучшению проницаемости призабойной зоны, что в целом положительно влияет на процесс освоения нефтегазовых скважин (*Гноевых и др.*, 1998).

2. Методы исследования

Триботехнические свойства soapстока оценивали по изменению смазочных, противоизносных и противозадирных характеристик модельных глинистых суспензий, в которые предварительно вносили soapсток в количестве от 0,5 до 3,0 %. Характеристики определяли с помощью машины трения МТ-2, предназначенной для испытания материалов на трение и износ, а также для оценки триботехнических свойств промывочных жидкостей (буровых растворов). Испытательный узел трения МТ-2 представляет собой пару трения кольцо-стержень, помещенную в камеру с исследуемым материалом, работающую в режиме скольжения. Частота вращения кольца – 375 об/мин. Скорость скольжения стержень-кольцо – 0,7 м/с. Диапазон удельной нагрузки от 28 до 140 МПа.

В процессе испытания измеряли силу трения, возникающую в контакте пар трения; величину износа образцов; силу и удельную нагрузку прижатия образцов. По результатам измерений рассчитывали коэффициент трения, скорость износа и удельную нагрузку задира (минимальная нагрузка, при которой наступает разрушение граничной пленки, сопровождающееся резким повышением износа поверхностей и скачкообразным увеличением коэффициента трения).

Коэффициент трения (φ) определяли как отношение силы трения к нормальной нагрузке:

$$\varphi = F_{\text{тр}} / P; \quad (1)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения, Н; P – сила прижатия образцов, Н.

Скорость износа (a_m , мм/ч) – величина линейного износа длины стержня в единицу времени:

$$a_m = 60(\Delta l / \Delta t); \quad (2)$$

где Δl – величина износа, мм; Δt – время испытания, мин; 60 – коэффициент перевода минут в часы.

Для оценки антиприхватных свойств soapстока использовали прибор ФСК-4, предназначенный для определения коэффициента трения (сдвига) фильтрационной корки бурового раствора. Метод измерения коэффициента сдвига глинистой корки бурового раствора основан на определении силы

трения при контакте цилиндра прибора с фильтрационной коркой, полученной после определения показателя фильтрации бурового раствора, в течение 15 минут.

Поверхностно-активные свойства фильтратов модельных глинистых суспензий, содержащих соапсток, 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 40-5403265-002-90). 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 жидкостей методом "вращающейся капли".

Технологические параметры модельной глинистой суспензии определяли согласно "Методике контроля параметров буровых растворов" РД 39-00147001-773-2004.

Плотность (ρ) измеряли с помощью рычажных весов ВРП-1; условную вязкость (VB) – величину, косвенно характеризующую гидравлическое сопротивление течению – определяли временем истечения заданного объема бурового раствора из стандартной воронки (вискозиметр ВБР-1); показатель фильтрации ($ПФ_{30}$) – величину, косвенно характеризующую способность бурового раствора отфильтровываться через стенки скважины, – определяли количеством дисперсионной среды, отфильтрованной через проницаемую перегородку ограниченной площади под действием определенного перепада давления (0,7 МПа) за определенное время (30 мин) на фильтр-прессе фирмы FANN; толщину фильтрационной корки (K) – величину, косвенно характеризующую способность бурового раствора к образованию временной крепи на стенках скважины, – определяли толщиной слоя дисперсной фазы (корки), отложившейся на ограниченной поверхности проницаемой перегородки под действием определенного перепада давления за определенное время; статическое напряжение сдвига ($CHC_{1/10}$) – величину, характеризующую прочностное сопротивление бурового раствора, находящегося в покое за определенное время (1 и 10 минут), – определяли на ротационном вискозиметре с коаксиальными цилиндрами фирмы FANN модель 35A; пластическую вязкость ($\eta_{пл}$) – величину, характеризующую внутреннее трение между соседними слоями дисперсионной среды, диспергированными частицами и межфазное взаимодействие, зависящую от вязкости дисперсионной среды, концентрации, размеров и формы диспергированных частиц, – измеряли с помощью ротационного вискозиметра фирмы FANN модель 35A; динамическое напряжение сдвига (τ_0) – величину, характеризующую сопротивление при течении, обусловленное электрическими силами притяжения-отталкивания, существующими между сольватированными частицами, зависящую от концентрации дисперсной фазы, ее поверхностных свойств, концентрации и природы ионов в дисперсионной среде, наличия в системе веществ стабилизирующего действия, – определяли на ротационном вискозиметре фирмы FANN модель 35A; для определения водородного показателя (pH) использовали рН-метр-милливольтметр рН-340; удельное электрическое сопротивление ($VЭС$) – величину, определяемую сопротивлением бурового раствора проходящему через него току, отнесенному к единице поперечного сечения и длины взятого объема бурового раствора, – определяли на резистивиметре РВ-1.

3. Изучение триботехнических и поверхностно-активных свойств соапстока

Известно, что наиболее высокими смазочными и противоизносными свойствами при больших контактных давлениях обладают различные карбоновые кислоты и их производные, активность которых возрастает с ростом длины цепи. Для буровых растворов лучшие результаты дают непредельные жирные кислоты с одной, двумя, тремя двойными связями, содержащие не менее 8...12 атомов углерода, их смеси, мыла, эфиры и другие производные. При этом жирные кислоты растительного и животного происхождения более эффективны, чем нефтяного происхождения (*Кустер*, 1972).

Соапсток содержит в своем составе в среднем 73...74 % полиненасыщенных жирных кислот, в том числе пентаеновых – 25 %, гексаеновых – 31 %, среди которых значительное количество составляют жирные кислоты с 20...22 углеводородными атомами (*Мукатова*, 1994).

При изучении возможности использования соапстока в составе смазочной композиции последний непосредственно смешивали с глинистой суспензией в разных соотношениях, так как из-за содержания значительного количества мыл (до 20 %) он способен хорошо эмульгироваться в водной среде.

Результаты исследования триботехнических свойств смазочных композиций представлены на рис. 1.

Анализ результатов исследований показывает, что соапсток повышает смазочную и противоизносную способность модельной глинистой суспензии. Так, при содержании соапстока в композиции 0,5 % значение коэффициента трения фильтрационной корки снижается на 40 %, коэффициент трения пары "сталь-сталь" уменьшается в два раза и предотвращается задиры стали. Оптимальной концентрацией соапстока в смазочной композиции следует признать 1,5...2,0 %, так как дальнейшее повышение содержания соапстока в смазочной композиции незначительно влияет на ее смазочные и противоизносные характеристики.

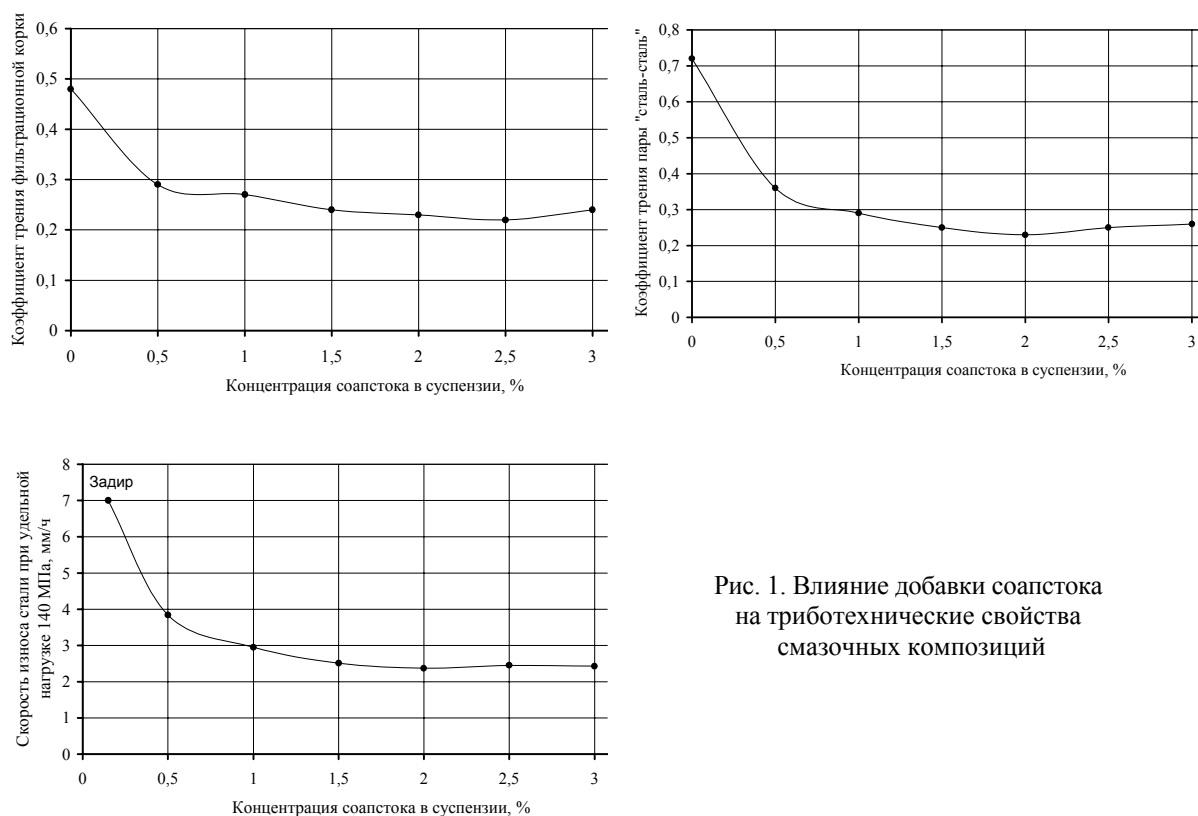


Рис. 1. Влияние добавки мыла на триботехнические свойства смазочных композиций

Таблица. Сравнение влияния на технологические параметры модельной глинистой суспензии мыла и традиционной смазочной добавки СПРИНТ-2

Состав композиции	Параметры композиции								
	ρ , г/см ³	UV , с	PF_{30} , см ³	$СНС_{1/10}$, дПа	$\eta_{пл}$, мПа·с	τ_o , дПа	pH	K , мм	$УЭС$, Ом·м
Глинистая суспензия без добавок (К)	1,065	23	15	15/55	12	30	9,40	0,48	5,50
К + 1,5 % мыла	1,060	23	13,5	17,5/65	13	25	9,65	0,24	3,15
К + 1,5 % СПРИНТ-2	1,055	21	13,5	10/40	11	21	9,65	0,30	3,00

Результаты исследований влияния мыла на технологические параметры модельной глинистой суспензии в сравнении с традиционной смазочной добавкой СПРИНТ-2 (омыленные синтетические жирные кислоты), представлены в таблице.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что влияние мыла на параметры глинистой суспензии сопоставимо с влиянием традиционной смазочной добавки СПРИНТ-2.

Положительным эффектом добавления мыла в суспензию является улучшение фильтрационных характеристик среды (снижение показателя фильтрации и толщины фильтрационной корки).

К нежелательным эффектам добавления мыла можно отнести снижение удельного электрического сопротивления глинистой суспензии.

В процессе вскрытия продуктивных пластов с промывкой скважины глинистым раствором на водной основе происходит снижение естественной проницаемости призабойной зоны за счет проникновения филтраты в нефтеносный пласт и возникновения на границе раздела "нефть-вода" капиллярного давления, направленного вглубь пласта. Это затрудняет вытеснение филтраты из призабойной зоны.

Известно, что величина капиллярного давления прямо пропорциональна межфазному натяжению на границе раздела фаз. Поэтому для снижения поверхностного натяжения и улучшения технологических параметров бурового раствора в него вводят различные поверхностно-активные вещества (Гноевых и др., 1998).

Результаты исследования поверхностной активности филтраты глинистой суспензии, обработанной мылом, представлены на рис. 2.

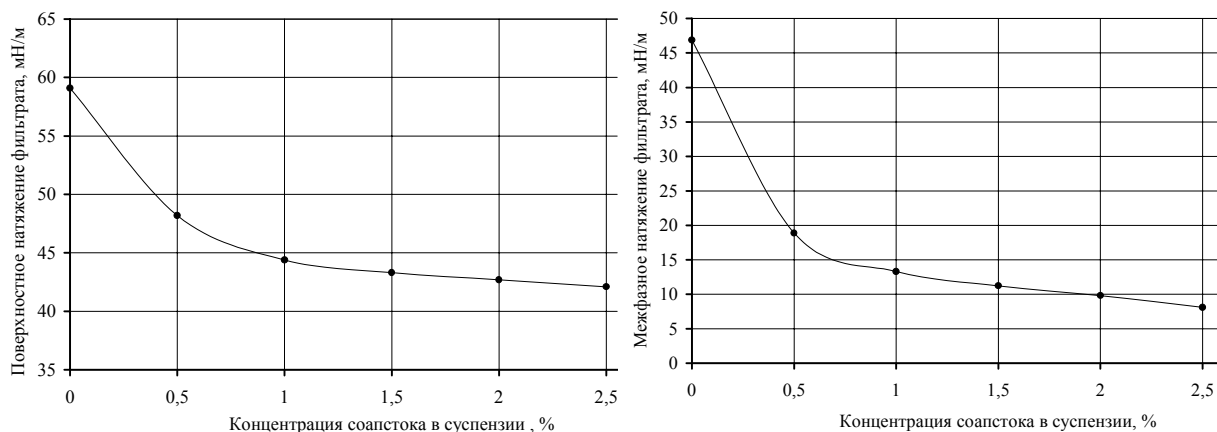


Рис. 2. Влияние добавки мыла на поверхностную активность фильтрата глинистой суспензии

Анализ результатов исследования показывает, что добавление мыла в глинистую суспензию в количестве до 1,5 % в 1,5 раза снижает поверхностное натяжение фильтрата на границе с воздухом и в 5,8 раза – межфазное натяжение фильтрата на границе "фильтрат-гептан". Дальнейшее увеличение содержания мыла в фильтрате незначительно влияет на его поверхностно-активные свойства.

5. Заключение

Исследование триботехнических и поверхностно-активных свойств мыла в составе смазочных композиций позволяет рекомендовать его в качестве реагента, повышающего смазочную и противоизносную способность буровых растворов, а также в качестве поверхностно-активного вещества, оказывающего положительное влияние на весь процесс бурения, включая освоение скважин. Кроме того, использование мыла в составе технических смазочных композиций способствует решению экологической проблемы рыбоперерабатывающих предприятий.

Литература

- Гноевых А.Н., Коновалов Е.А., Вяхирев В.И. Разработка новых смазочных добавок к буровым растворам и результаты их использования. *Нефтяное хозяйство*, № 4, с.18-19, 1998.
- Кистер Э.Г. Химическая обработка буровых растворов. М., Недра, 220 с., 1972.
- Мукатова М.Д. Научные и практические основы создания малоотходных технологий кормовой продукции из гидробионтов. *Диссертация на соискание ученой степени доктора техн. наук в форме научного доклада*, 70 с., 1994.