

УДК 620.193:622.279; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-5.21>

<https://orcid.org/0009-0001-8512-1463>

<https://orcid.org/0000-0001-6000-5805>

<https://orcid.org/0000-0001-6819-388X>

<https://orcid.org/0000-0002-4875-5782>

<https://orcid.org/0000-0001-9045-0838>

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ОМЫЛЕНИЯ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПОРОШКООБРАЗНОГО КОМПОНЕНТА БУРОВОГО РАСТВОРА



С.М. ЕРМЕНОВ¹,
докторант кафедры
«Нефтегазовое дело»,
sapmax80@mail.ru



А.С. САДЫРБАЕВА¹,
кандидат технических наук,
профессор кафедры
«Нефтегазовое дело»,
a.sadyrbaeva@mail.ru



В.П. БОНДАРЕНКО¹,
кандидат технических наук,
доцент кафедры
«Нефтегазовое дело»,
vbond2011@mail.ru

Г.М. ЭФЕНДИЕВ², доктор технических наук, профессор, galib_2000@yahoo.com

Г.Ж. БИМБЕТОВА¹, кандидат технических наук, профессор кафедры
«Нефтегазовое дело», gulmnaz@mail.ru

¹ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.АУЭЗОВА
Республика Казахстан, г. Шымкент, 160000, пр-т Тауке хана, 5

²ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА
Республика Азербайджан, г. Баку

Приведены результаты исследования процесса омыления жирных кислот госсиполовой смолы, показано, что госсиполовая смола, является ценным для получения реагента к буровым промывочным жидкостям. Нейтрализация жирных кислот в образовавшейся мыльно-щелочной среде представляет собой нестационарный процесс в капельном режиме, протекание которого в значительной мере зависит от времени контакта фаз. Процесс диффузии жирных кислот из смолы в водную фазу со временем переходит в регулярный режим, который описывается соответствующим уравнением. Определена средняя скорость массопередачи компонентов к реакционной зоне, где реализуется процесс нейтрализации, которая контролирует реакцию.

Полученные данные позволяют разработать технологию получения порошкообразного бурового реагента, который на буровой будет растворяться в водной среде. Порошок будет включать глинистую массу, омыленную фракцию госсиполовой смолы и некоторые другие компоненты, что позволит придать промывочной жидкости смазывающие свойства, эффективный вынос выбуренной породы, устойчивость стенок скважины и низкую водоотдачу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: буровые промывочные жидкости, госсиполовая смола омыление, эмульсия, жирные кислоты, экстракт, гудрон, вязкость, смазывающие свойства.

БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІСІНІҢ ҰНТАҚТӘРІЗДІ КОМПОНЕНТІН АЛУҒА ҚОЛДАНУ МАҚСАТЫНДА ГОССИПОЛ ШАЙЫРЫН САБЫНДАУ ПРОЦЕСІН ТАЛДАУ

С.М. ЕРМЕНОВ¹, «Мұнайгаз ісі» кафедрасының докторанты, sarmax80@mail.ru
А.С. САДЫРБАЕВА¹, техника ғылымдарының кандидаты, «Мұнайгаз ісі» кафедрасының профессоры, a.sadyrbaeva@mail.ru
В.П. БОНДАРЕНКО¹, техника ғылымдарының кандидаты, «Мұнайгаз ісі» кафедрасының доценті, vbond2011@mail.ru
Г.М. ЭФЕНДИЕВ², техника ғылымдарының докторы, Мұнай және газ институтының профессоры, galib_2000@yahoo.com
Г.Ж. БИМБЕТОВА¹, техника ғылымдарының кандидаты, «Мұнайгаз ісі» кафедрасының профессоры, gulmnaz@mail.ru

¹М.ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 160000, Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5.

²МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ ИНСТИТУТЫ
Азербайджан Республикасы, Баку қ.

Госсипол шайырының май қышқылдарын сабындау процесін зерттеу нәтижелері келтірілген, госсипол шайыры бұрғылау жуу сұйықтарына реагент алу үшін құнды шикізат болып табылатындығы көрсетілген. Алынған сабын-сілтілі ортадағы май қышқылдарын бейтараптандыру тамшылау режиміндегі тұрақсыз процесс болып табылады, оның ағымы фазалардың жанасу уақытына едәуір тәуелді. Май қышқылдарының шайырдан сулы фазаға диффузия процесі уақыт өте келе сәйкес теңдеумен сипатталатын тұрақты режимге өтеді. Реакцияны бақылайтын бейтараптандыру процесі жүзеге асырылатын әсер ету аймағына компоненттердің массалық берілуінің орташа жылдамдығы анықталды.

Алынған мәліметтер сулы ортада еритін ұнтақты бұрғылау реагентін алу технологиясын жасауға мүмкіндік береді. Ұнтаққа саз массасы, госсипол шайырының сабындалған фракциясы және басқа да компоненттер кіреді, бұл жуу сұйықтығына майлау қасиеттерін, бұрғыланған тау жынысын тиімді шығаруға, ұңғыма қабырғаларының тұрақтылығына және төмен су берілісіне мүмкіндік береді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: бұрғылау шаю сұйықтары, госсипол шайыры, сабындану, эмульсия, майлы қышқылдар, экстракт, гудрон, тұтқырлық, майлау қасиеттері.

ANALYSIS OF SAPONIFICATION PROCESSES OF GOSSYPOL RESIN FOR THE PURPOSE OF USE IN THE PREPARATION OF A POWDERED COMPONENT OF DRILLING MUD

S.M. ERMENOV¹, doctoral student of «Oil and gas business» department, *sapmax80@mail.ru*

A.S. SADYRBAYEVA¹, candidate of technical sciences, professor of «Oil and gas business» department, *a.sadyrbaeva@mail.ru*

V.P. BONDARENKO¹, candidate of technical sciences, associate professor of «Oil and gas business», *vbond2011@mail.ru*

G.M. EFENDIEV², doctor of technical sciences, professor of the Institute of oil and gas, *galib_2000@yahoo.com*

G.ZH. BIMBETOVA¹, candidate of technical sciences, professor of «Oil and gas business» department, *gulmnaz@mail.ru*

¹M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN STATE UNIVERSITY,
Tauke Khan Avenue, 5, Shymkent, Republic of Kazakhstan, 160000

²INSTITUTE OF OIL AND GAS
Republic of Azerbaijan, Baku

The results of a study of the saponification process of fatty acids of gossypole resin are presented, it is shown that gossypole resin is valuable for obtaining a reagent for drilling rinsing fluids. The neutralization of fatty acids in the resulting soapy-alkaline medium is a non-stationary process in a drip mode, the course of which largely depends on the time of phase contact. The process of diffusion of fatty acids from the resin into the aqueous phase eventually goes into a regular mode, which is described by the corresponding equation. The average rate of mass transfer of components to the reaction zone, where the neutralization process is implemented, which controls the process, is determined.

The obtained data make it possible to develop a technology for producing a powdered drilling reagent that will dissolve in an aqueous medium on the drilling rig. The powder will include a clay mass, a saponified fraction of gossypol resin and some other components, which will make it possible to give the washing liquid lubricating properties, effective removal of drilled rock, stability of the well walls and low water output.

KEYWORDS: *drilling washing fluids, gossypole resin saponification, emulsion, fatty acids, extract, viscosity, lubricating properties.*

Введение. Жирные кислоты являются ценными продуктами, которые содержатся в значительном количестве в госсиполовой смоле, находящие свое применение в самых различных областях промышленности [1].

В последнее время получили развитие эффективные методы выделения и разделения индивидуальных жирных кислот из природных сырьевых источников, в частности, из побочных продуктов переработки хлопкового масла – соапстоков и гудронов дистилляции жирных кислот или госсиполовой смолы [2-4].

Для выделения кислот из жиров и разделения смесей кислот применяют разнообразные методы, например кристаллизацию при низкой температуре, образование комплекса с мочевиной и с циклическими декстринами (клатратное разделение), противоточную экстракцию и хроматографию в различных формах, а также и другие методы [5-7].

В промышленном масштабе синтетические жирные кислоты получают в результате реакции окисления насыщенных углеводородов (алканов). Реакцию окис-

ления алканов до жирных кислот проводят при повышенной температуре, так как насыщенные углеводороды при нормальной температуре трудно вступают в химические реакции. Обычно сырьем для получения синтетических жирных кислот служат фракции керосиновых и масляных дистиллятов, а также твердые парафины. Так как парафины состоят в основном из предельных углеводородов, то есть алканов нормального строения, поэтому при окислении алканов получаются, главным образом, насыщенные карбоновые кислоты с неразветвленной цепью. В промышленности окислению подвергают углеводороды, входящие в состав средней по температуре плавления фракции парафина, то есть содержащие от 12 до 20 атомов углерода в молекуле. Через расплавленный парафин при 110 °С в течение определенного времени продувают воздух. При этом катализатором служит перманганат калия, который влияет на направлении химической реакции и улучшает состав итоговых продуктов [8,9].

Как было показано выше, одним из источников получения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот являются отходы щелочной рафинации растительных масел, так называемые соапстоки, представляющие собой концентрированные водные растворы мыла и органических примесей. Существующая технология выделения жирных кислот из соапстоков заключается в разложении мыла раствором серной кислоты, отделении кислых сульфатных вод и промывке жировой фазы от неорганических веществ. От состава соапстоков зависят особенности протекания процесса разложения, расход серной кислоты, показатели качества продукта [3, 10-13].

Целью наших исследований является исследование кинетики процесса омыления жирных кислот госсиполовой смолы, которые будут использованы в дальнейшем для получения порошкообразного компонента бурового раствора.

В данной статье приведены результаты исследования кинетики процесса омыления жирных кислот (ЖК) госсиполовой смолы, так как этот процесс ранее не исследовался, а знание теоретических основ протекания данной реакции необходимо для разработки технологии синтеза нового эмульгатора.

Материалы и методы исследований. При проведении анализов образцов госсиполовой смолы было установлено, что использование стандартной методики определения ЖК не позволяет получить адекватные результаты, что связано с образованием устойчивого объемного эмульсионного слоя. В связи с этим были адаптированы стандартные методики определения ЖК применительно к госсиполовой смоле. Содержание мыла и ЖК в госсиполовой смоле, которую после щелочной обработки определяли по модифицированной методике ТУ 9147-141-00336562-2008, представляет собой смесь гудронов, полученных при дистилляции жирных кислот соапстоков растительных масел. ГОСТ 5480-59 – Масла растительные и натуральные жирные кислоты. Методы определения мыла. Для контроля содержания ЖК в модельных системах и в реальных смолах использовали метод определения кислотного числа по ГОСТ Р 52110 – 2003. Измерение значений pH реакционной смеси проводили на pH-метре АНИОН 4100 (класс точности 0,05). Для определения содержания ЖК в госсиполовой смоле использовали метод косвенной pH-метрии – измерение значений pH специальной реакционной смеси. Массовую долю ЖК в госсиполовой смоле определяли методом высокоэффективной жидкостной хрома-

тографии по методике Свидетельства №36-08 от 04.03.2008 ФР.1.31.2008.04633. Реологические свойства различных технологических смесей с госсиполовой смолой и мыльных основ определяли на приборе «Ротационный вискозиметр «Полимер» РПЭ-1М». Оценку результатов и их статистической достоверности осуществляли с использованием прикладных программ «MathCAD» и «Statistica».

Результаты и обсуждение. Установлено, что омылением госсиполовой смолы раствором щелочи можно получить омыляемую фракцию, которая состоит из натриевых солей жирных кислот и госсипола, последние затем при обработке слабыми растворами серной кислотой выделяются в свободном виде. Нами в процессе работы использована госсиполовая смола АО «Шымкентмай», отобранная из верхнего слоя сливной ямы. Полученные пробы тщательно перемешивали, сокращали до 1,0 кг и помещали в чистые стеклянные банки для контроля качества госсиполовой смолы и изучения её свойств. Исследованы её основные свойства, эти данные приведены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Характеристики госсиполовой смолы АО «Шымкентмай»

Показатель	Значение параметра
1. Неомыляемая часть, %	21,5
2. Жирнокислотная часть, %	58,2
3.Фенольная часть, %	19,1
4. Содержание, %	
Органических веществ	98,5
Неорганических веществ	1,4
Бензинорастворимых веществ	98,9
Эфирорастворимых веществ	100
Водорастворимых веществ	1,9
Ацетонорастворимых веществ	95,8
Азотосодержащих соединений	10,5
Азота	3,9
Нежировых веществ	35,1
Жирных кислот, пригодных для омыления, в том числе	63,9
ненасыщенные кислоты:	26
линолевая	19
линоленовой	26
олеиновая	22
насыщенные кислоты:	2
пальмитиновая	2
стеариновой,	2
миристиновой	0,5
арахиновая	2,5
другие	0,22
Фосфора в пересчете на P ₂ O ₅	8,78
Кальция в кальциевых солях	34,8
Продукты превращения госсипола и госсипол	3,71
Неидентифицированных смол	78,9
5. Кислотное число, мг КОН	96
6. Иодное число	201
7. Число омыления мг КОН	135
8. Эфирное число, мг КОН	91
9. Гидроксильное число	50
10. Температура каплепадения по Уббелоде, °С	0,9 - 0,92
11. Плотность, г/см ³ ,	4015
12. Кинематическая вязкость при 65°С, сСт	659
10. Молекулярная масса	

Исследования образцов госсиполовой смолы (ГС) показывают сложность ее состава, высокие значения эфирных чисел свидетельствуют о наличии в госсиполовой смоле ЖК в виде лактанов, а наличие азотосодержащих соединений – о возможности присутствия продуктов конденсации госсипола с белковыми веществами. Большая молекулярная масса госсиполовой смолы связана с наличием в ней продуктов полимеризации. В связи с высокой вязкостью госсиполовой смолы, перекачивать её по трубам можно только при высокой температуре, что усложняет технологию работы с ней. Нами были предприняты попытки выделить из госсиполовой смолы фракции, содержащие, в основном, ЖК с целью получить образцы с низкой вязкостью исходное сырье для омыления. С этой целью мы подвергли госсиполовую смолу разделению на отдельные фракции методом обработки её последовательно спиртом, спиртовой щелочью, уайт – спиритом, а также методом термообработки. В результате в первом случае было получено шесть частей, обладающих различными свойствами, а во втором – пять фракций. Однако, как показал спектральный анализ, ЖК попали в каждую из этих фракций, что свидетельствует о нецелесообразности такой операции разделения. В то же время, вязкость почти всех фракций снизилась в 2-4 раза. Поэтому, с целью придания смоле более технологических свойств, было проверено изменение вязкости системы и последующего выхода исходных ЖК из массы, выделенной после омыления реальной системы «ГС: уайт-спирит» раствором едкого натра. Известно, что введение растворителей является простым и быстрым способом понижения вязкости смолы, но в отличие от теплового способа, свойства ГС при этом меняются. Для примера, при добавлении в ГС 5% растворителя для лаков вязкость падает на 60%, но одновременно и ее прочность падает на 35%. Аналогично могут меняться и другие свойства.

Таблица 2 – Влияние добавки уайт-спирита на свойства госсиполовой смолы

Добавка бензина, %	Кинематическая вязкость, сСт, при 65°C	Выход омыленных компонентов, % от их количества в ГС	Выход неомыляемой части, %
0	4017	79	11
3	3046	77	17
5	2335	76	18
7	1737	71	21
10	736	62	22
12	530	56	31
15	127	51	35

Из полученных данных видно, что повышение содержания бензина в системе «ГС : бензин» снижает вязкость.

Имеется по нейтрализации ЖК различными щелочными агентами (едким натром, кальцинированной содой, силикатом натрия, этаноламинами, аммиаком и др.). В качестве омыляющих агентов использовались также гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости: Петросил-2М (30 %-ый водно-спиртовый раствор алюмометилсилоксанолята натрия) и ГКЖ-10 (30 %-ый водно-спиртовый раствор мононатриевой соли этилсилантриола). Перечисленные реагенты содер-

жат свободную щелочь и используются при бурении скважин для регулирования реологических параметров буровых растворов и снижения прихватов бурильного инструмента. Поскольку ранее механизм и кинетика омыления госсиполовой смолы не исследовались, нами проверено влияние на процесс различных омыляющих агентов. Процесс щелочной нейтрализации не исчерпывается химической реакцией щелочи с ЖК. Частицы мыла, образовавшиеся от взаимодействия ЖК со щелочью, оказывают сильное влияние на дальнейшее поведение всей системы, а именно, на степень омыления и четкость разделения жировой и водной фаз, что в совокупности определяет выход продукта. Это влияние, в свою очередь, в значительной мере зависит от обстановки, в которой будет протекать формирование частиц мыла, их коагуляция и отделение от нейтрализованного масла [3]. Как следует из данных таблицы 3, по всем параметрам наиболее подходящим является раствор щелочи.

Таблица 3 – Влияние природы омыляющих агентов на процесс нейтрализации жирных кислот госсиполовой смолы

Омыляющий агент	Показатели процесса нейтрализации			
	Степень омыления, %	Степень уноса ЖК, %	Остаточное кислотное число, мг КОН/г	Скорость разделения фаз, мин
1. Щелочь	92	4	0,7	15
2. Кальцинированная сода	89	3	0,8	20
3. Силикат натрия	88	7	0,6	22
4. Этаноламин	86	5	0,7	18
5. Аммиачная вода	85	4	0,8	19
6. Петросил-2М	90	3	0,9	25
7. ГКЖ-10	91	4	0,9	23

Экспериментально установлено, что снижение кислотного числа примерно одинаково при нейтрализации ЖК различными нейтрализующими агентами. Однако в случае применения растворов аммиачной воды и углекислого натрия наблюдается некоторая тенденция к более высокому остаточному кислотному числу. Необходимо уточнить, что в ГС содержатся также соли производных госсипола (СПГ), которые также переходят в водно-щелочную фазу. Наибольшая степень омыления наблюдается при нейтрализации ЖК растворами едкого натра, но степень увлечения мылом неомыленных жирных кислот наиболее высокая при использовании раствора силиката натрия, что объясняется выделением водных гелей кремневой кислоты в процессе нейтрализации ЖК в системе «ЖК-СПГ-примеси: нейтрализующий агент». Наличие кремневой кислоты затрудняет транспортировку реакционной массы и возможность использования растворов силиката натрия в непрерывных методах нейтрализации и разделения смоло-жировой и водной фаз. Учитывая все эти положения, в качестве омыляющего агента был выбран едкий натр.

Нейтрализация ЖК в образовавшейся мыльно-щелочной среде представляет собой нестационарный процесс в капельном режиме, протекание которого в значительной мере зависит от времени контакта фаз: ГС и раствора щелочи. При этом протекает процесс диффузии ЖК из смолы в водную фазу, причем со временем

диффузия переходит в регулярный режим, который описывается уравнением вида:

$$K_m = 1/(K_p \cdot S_{уд} \cdot \tau) (\ln C_0/C), \quad (1)$$

где, K_p – коэффициент распределения ЖК в системе вода-ГС; $S_{уд}$ – удельная поверхность раздела, m^{-1} ; τ – время контакта фаз, с; C_0/C – число омыления или концентрация ЖК начальная и текущая, мг КОН/г.

K_m определяет среднюю скорость массопередачи компонентов к реакционной зоне, где реализуется процесс нейтрализации, чем оно выше, тем быстрее идет процесс (рисунок 1). При прочих равных условиях K_m пропорционален величине $\ln C_0/C$, поэтому, построив зависимость K_m от концентрации раствора щелочи, можно оценить влияние концентрации щелочи на процесс. Для исследования механизма влияния основных факторов на процесс были определены лимитирующая стадия нейтрализации и реакционная фаза для модельных образцов госсиполовой смолы, разбавленной бензином до определенных значений кислотного числа.

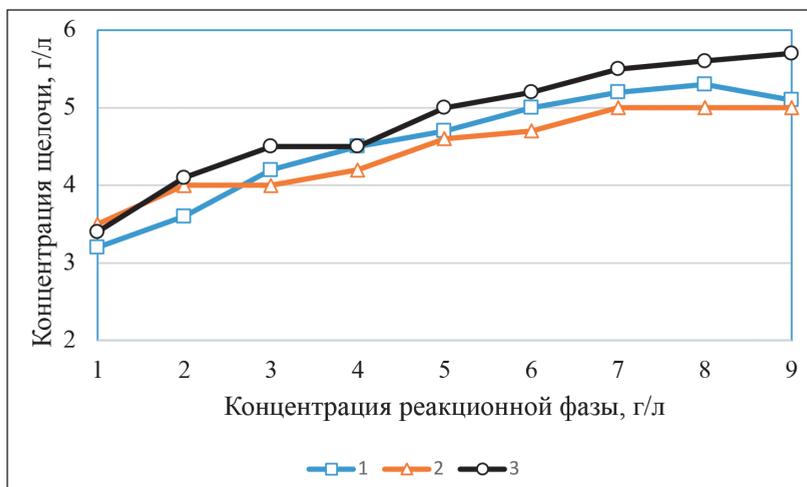


Рисунок 1 – Зависимость эффективной концентрации щелочи от концентрации реакционной фазы
 Условия: температура, оС – 1 – 90, 2 – 100, 3 – 110; избыток щелочи - 20%,
 продолжительность процесса – 120 минут.

Метод определения реакционной фазы в гетерогенной системе основывается на построение кривых Хатта при различных кислотных числах смолы (рисунок 2). Наблюдается зависимость положения точки перегиба K_i от исходного количества ЖК в смоле. Установлено, что реакционной фазой является водный раствор щелочи C_0 , загрязненный примесями госсиполовой смолы.

Графическая зависимость проанализирована, обработана и получено уравнение, которое характеризует процесс с точки зрения границы раздела фаз, при котором на поверхности капель не образуется пленка кислого мыла, вызывающая, как известно, потери жирных кислот.

$$C_{NaOH} = 0,542 C_o + 2,97. \quad (2)$$

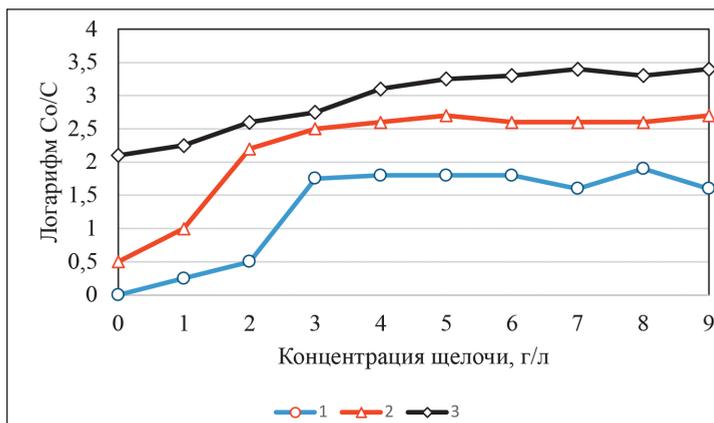


Рисунок 2 – Экспериментальные кривые Хатта для модельных смесей госсиполовой смолы
 Обозначения: кислотное число модельного образца смолы, мг КОН/г – 1 – 1,4; 2 -3,1; 3 -6,1.

Уравнение показывает, до каких значений повышение концентрации щелочи способствует интенсификацию процесса нейтрализации. Это значение составляет 8-10 г/л вне зависимости от температуры нейтрализации. Дальнейшее повышение концентрации приведет к неоправданному перерасходу нейтрализующего агента.

При анализе влияния температуры на скорость процесса из построенных кривых Хатта можно сделать вывод, что лимитирующей стадией процесса является диффузия ЖК к границе раздела фаз при концентрации щелочи выше точки К. Кинетические исследования нейтрализации ЖК в госсиполовой смоле свидетельствуют о том, что степень извлечения кислот из капли зависит от времени контакта и начальной концентрации ЖК внутри капли. Значит, и коэффициент диффузии ЖК будет зависеть от концентрации их в смоле (рисунок 3).

Для описания массопередачи использована модель конвективной диффузии с концентрационно – зависящим коэффициентом переноса. Необходимые параметры

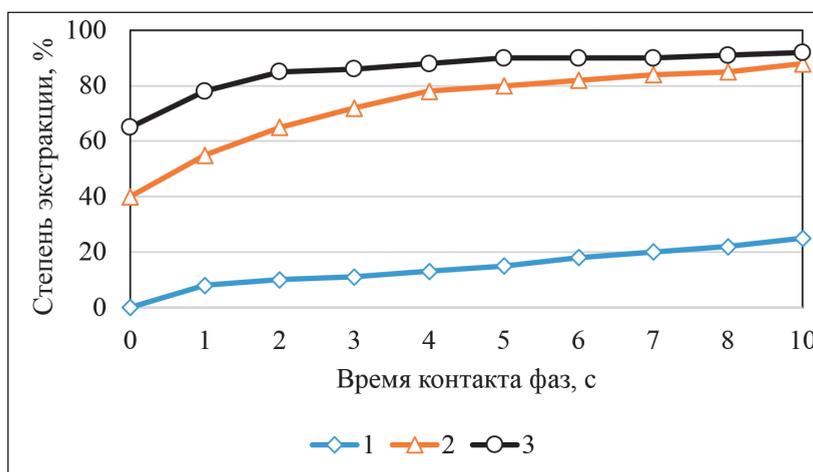


Рисунок 3 – Зависимость степени экстракции ЖК из госсиполовой смолы от времени контакта фаз
 Обозначения: C_0 , мг КОН/г – 1 - 0,22; 2 – 2,56; 3 – 19,65

определяли фотографией капле масла в мыльно-щелочном растворе и вычислением по выбранной модели. В результате получена зависимость, описывающая связь коэффициента диффузии свободных ЖК с их концентрацией:

$$D(C) = 4,56 \cdot 10^{-9} \exp(-4,764 C_{\text{жк}}) \quad (3)$$

Уравнение адекватно описывает процесс в интервале кислотных чисел смолы от 1 до 20 мг КОН/г.

С точки зрения химических закономерностей реакции омыления представляют собой щелочной гидролиз с образованием мыла, глицерина, метанола и относятся к типу автокаталитических, когда один из их продуктов (соль) ускоряет химическую реакцию. Для автокаталитических реакций омыления характерны три периода ее протекания: индукционный, постоянной скорости или быстрого автокатализа и падающей скорости [4]. В хорошем соответствии с теорией получена кинетическая кривая омыления ЖК госсиполовой смолы (рисунк 4).

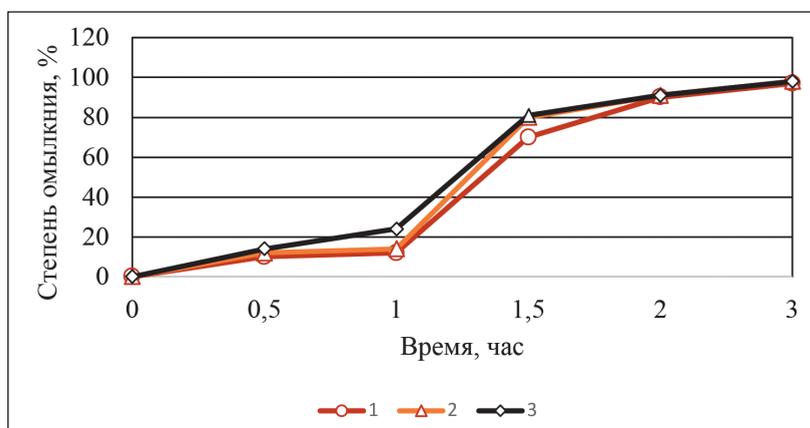


Рисунок 4 – Кинетическая кривая омыления жирных кислот госсиполовой смолы раствором едкого натра концентрацией 1 кмоль/м³

Условия: температура, оС – 1 – 90, 2 – 100, 3 – 110; избыток щелочи - 10%

Анализ этой зависимости показывает, что индукционный период соответствует начальному периоду омыления (≈до20%), в котором величина скорости реакции зависит только от удельной площади межфазной поверхности реагентов, и на границе которой происходит взаимодействие молекул ЖК-СПГ и щелочи. Смолы, масла и водные растворы едкого натра плохо растворяются друг в друге, которые физически представляют неоднородные гетерогенные системы. В начальный период омыления межфазная поверхность такой системы невелика и практически равна площади «зеркала» между слоями несмешивающихся фаз ЖК-СПГ-примеси (верх) и раствора щелочи (низ). Для увеличения площади межфазной поверхности систему «ЖК-СПГ-примеси – раствор щелочи» переводят в состояние тонкой эмульсии. Эмульгирование системы достигается, с одной стороны, тщательным перемешиванием реагентов, с другой – увеличивающейся растворимостью ЖК, госсипола и примесей в образующемся водном растворе мыла, который выступает

как эмульгатор, ускоряя реакцию омыления. Каталитическое действие мыла проявляется, прежде всего, в увеличении растворимости ЖК в водном растворе мыла и, следовательно, в росте площади межфазной поверхности. При достижении концентрации мыла $\approx 20\%$, количество образовавшихся в нем солей ЖК и СПГ достаточно, чтобы обеспечить протекание реакции омыления в кинетической области. Период постоянной скорости соответствует стадии быстрого автокатализа реакции омыления (\approx до $80\text{--}85\%$), в течение которой ($\approx 0,4\text{ч}$) концентрация образующегося мыла является достаточной, чтобы обеспечивать растворимость ЖК и поддерживать межфазную поверхность на уровне, необходимом для протекания реакции в кинетической области. Период падающей скорости соответствует конечной стадии реакции омыления. На этой стадии степень исчерпывания ЖК и щелочи составляет более 90% и концентрация их в растворе мыла резко снижается. В результате скорость реакции заметно падает и при степени омыления более 95% кинетическая кривая асимптотически приближается к 100% исчерпывания ЖК. Асимптотический характер кинетической кривой на завершающей стадии вступления ЖК в реакцию предопределяет значительное время пребывания или время реакции ($0,75\text{ч}$) и режим полного перемешивания реакционной смеси в аппарате.

Выводы и заключение. Полученные данные показывают, что госсиполовая смола, которая значительное количество жирных кислот, как насыщенных, так и ненасыщенных, а также производные госсипола является ценным для получения реагента к буровым промывочным жидкостям. Нейтрализация ЖК в образовавшейся мыльно-щелочной среде представляет собой нестационарный процесс в капельном режиме, протекание которого в значительной мере зависит от времени контакта фаз: ГС и раствора щелочи. При этом протекает процесс диффузии ЖК из смолы в водную фазу, причем со временем диффузия переходит в регулярный режим, который описывается соответствующим уравнением. Определена средняя скорость массопередачи компонентов к реакционной зоне, где реализуется процесс нейтрализации, которая контролирует процесс.

Полученные данные позволят разработать технологию получения порошкообразного бурового реагента, который на буровой будет растворяться в водной среде. Порошок будет включать глинистую массу, омыленную фракцию госсиполовой смолы и некоторые другие компоненты, что позволит придать промывочной жидкости смазывающие свойства, эффективный вынос выбуренной породы, устойчивость стенок скважины и низкую водоотдачу.

Таким образом, производство реагентов комплексного воздействия на базе местных ресурсов позволит значительно удешевить затраты на их ввоз и приготовление. При бурении скважин на жидкие и твердые полезные ископаемые будут использованы промывочные жидкости, производимые на территории Республики Казахстан с улучшенными свойствами. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Надиров К.С., Сакибаева С.А., Бимбетова Г.Ж. Поверхностно-активные вещества на основе госсиполовой смолы и их использование. - Шымкент: Алем, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, 2013. – 230 с. [Nadirov K.S., Sakibaeva S.A., Bimbetova G.ZH. Poverhnostno-aktivnye veshchestva na osnove gossipolovoj smoly i ih ispol'zovanie. - Shymkent: Alem, Yuzhno-Kazahstanskij gosudarstvennyj universitet im. M.Auezova, 2013. – 230 s.]
- 2 Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Орынбасаров А.К., Калменов М.У., Зият А.Ж., Шуханова Ж.К. Экстракция жирных кислот из смеси компонентов госсиполовой смолы в вибромагнитном экстракторе // Materialy XI mezinardnivedecko-konference «Aktualni vymozhenosti vedy – 2015». – Praga: Publishing House «Education and Scitnce». - С.68-72. [Nadirov K.S., Bimbetova G.ZH., Ashirbaev H.A., Orynbasarov A.K., Kalmenov M.U., Ziyat A.ZH., SHuhanova ZH.K. Ekstrakciya zhirnyh kislot iz smesi komponentov gossipolovoj smoly v vibromagnitnom ekstraktore // Materialy XI mezinardnivedecko-konference «Aktualni vymozhenosti vedy – 2015». – Praga: Publishing House «Education and Scitnce». - S.68-72.]
- 3 Шаврак Е.И., Рабинович Л.М., Кудряшов В.А. Выделение жирных кислот из отходов пищевой промышленности // Экологические системы и приборы. – 2004. - № 10. - С. 17-21. [SHavrak E.I., Rabinovich L.M., Kudryashov V.A. Vydelenie zhirnyh kislot iz othodov pishchevoj promyshlennosti // Ekologicheskie sistemy i pribory. – 2004. - № 10. - S. 17-21.]
- 4 Пат.4920639 США. Verfahren zur Chemischen Reinigung naturlicher Ole und Fette/ Lutz J., Steinberner U. Опыл. 5.01.94. Бюл. № 15. [Pat.4920639 SSHA. Verfahren zur Chemischen Reinigung naturlicher Ole und Fette/ Lutz J., Steinberner U. Opubl. 5.01.94. Byul. № 15.]
- 5 Абдурахимов А., Набиев А.Х., Исаев Х.И., Турсунов М.Т. Разделение жирных кислот хлопкового мыла // Изв. Вузов. Пищ. Технол. - 1987. - №6. - С. 56-60. [Абдурахимов А., Набиев А.Х., Исаев Х.И., Турсунов М.Т. Разделение жирных кислот хлопкового мыла // Изв. Вузов. Пищ. Технол. - 1987. - №6. - С. 56-60.]
- 6 А.с. 1759862 SU АI. Способ выделения жирных кислот их хлопковых мыл. Шаврак Е.И., Дроздов А.С., Волкова Л.Д., Уварова Л.В., Симагина Т.М. (СССР). Опыл. 07.09.92. Бюл. №33. [А.с. 1759862 SU АI. Sposob vydeleniya zhirnyh kislot ih hlopkovyh soapstokov. SHavrak E.I., Drozdov A.S., Volkova L.D., Uvarova L.V., Simagina T.M. (SSSR). Opubl. 07.09.92. Byul. №33.]
- 7 Заклева Р.Р. Получение базовых масел III группы качества по классификации АРI из тяжелого углеводородного сырья с применением гидрокаталитических процессов // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - № 17. - С. 209-212. [Zakleva R.R. Poluchenie bazovyh масел III gruppy kachestva po klassifikacii АРI iz tyazhelogo uglevodorodnogo syr'ya s primeneniem gidrokataliticheskikh processov // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. - 2014. - № 17. - S. 209-212.]
- 8 Пат. 7236 Беларусь. Способ очистки минеральных масел / Грушова Е.И., Талерко Е.С. Опыл. 30.09.05. Бюл. № 3. [Pat. 7236 Belarus'. Sposob ochistki mineral'nyh масел / Grushova E.I., Talerko E.S. Opubl. 30.09.05. Byul. № 3.]
- 9 Методика выполнения измерений массовой доли жирных кислот в жирах и маслах животных и растительных, маргаринах, жирах для кулинарии, кондитерской и хлебопекарной промышленности методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. / Свидетельство №36-08 от 04.03.2008. - РФ.1.31. 2008.04633. [Metodika vypolneniya izmereniy massovoy doli zhirnyh kislot v zhirah i maslah zhivotnyh i rastitel'nyh, margarinah, zhirah dlya kulinarii, konditerskoj i hlebopekarnoj promyshlennosti metodom

- vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii. / Svidetel'stvo №36-08 ot 04.03.2008. - RF.1.31. 2008.04633.]
- 10 Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Янова Л.И. и др. Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 452 с. [Arutyunyan N.S., Kornena E.P., Yanova L.I. i dr. Tekhnologiya pererabotki zhиров. – М.: Pishchepromizdat, 1998. – 452 s.]
 - 11 Беззубов Л.П. Химия жиров. - М.: Пищевая промышленность, 1995. - 289 с. [Bezzubov L.P. Himiya zhиров. - М.: Pishchevaya promyshlennost', 1995. - 289 s.]
 - 12 Дубовик О.А., Зинченко И.В. Моделирование механизма самопроизвольного эмульгирования смесей жир/масло – водный раствор едкого натра // Сборник трудов 19-ой Международной научн. конф. Математические методы в технике и технологиях. – Воронеж, 2006. – С. 44 -51. [Dubovik O.A., Zinchenko I.V. Modelirovanie mekhanizma samoproizvol'nogo emul'girovaniya smesej zhir/maslo – vodnyj rastvor edkogo natra // Sbornik trudov 19-oj Mezhdunarodnoj nauchn. konf. Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyah. – Voronezh, 2006. – S. 44 -51.]
 - 13 Бондаренко В.П., Надиров К.С., Голубев В.Г., Садырбаева А.С., Колесников А.С. Реагенты комплексного действия на основе модифицированных гудронов хлопкового масла для нефтегазовой отрасли. – Шымкент: ИП «Туркенич», 2017. – 248 с. [Bondarenko V.P., Nadirov K.S., Golubev V.G., Sadyrbaeva A.S., Kolesnikov A.S. Reagenty kompleksnogo dejstviya na osnove modifitsirovannyh gudronov hlopkovogo masla dlya neftegazovoj otrasli. - Shymkent. IP «Turkenich», 2017. – 248 s.]