

УДК 665.1.09

**РАЗРАБОТКА КИСЛОТНОГО ПОТОКООТКЛОНЯЮЩЕГО СОСТАВА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЛЕИЛАМИДОПРОПИЛБЕТАИНА****Мохсен Али Мохаммед Абдулла,**

аспирант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.
Самарский государственный технический университет Улица Молодогвардейская, 244,
443100, г. Самара, Российская Федерация E-mail: alhalmyali@gmail.com

Белоусова Юлия Юрьевна,

Студентка кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
Самарский государственный технический университет Улица Молодогвардейская, 244,
443100, г. Самара, Российская Федерация

Склюев Прокофий Витальевич,

к.х.н., доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
Самарский государственный технический университет Улица Молодогвардейская, 244,
443100, г. Самара, Российская Федерация E-mail: p.v.sklyuev@gmail.com

Аннотация

Целью данной работы является разработка вязкоупругого кислотного состава на с применением отечественных ПАВ. В работе определено оптимальное соотношение сульфосукцинат с различной степенью оксиэтилирования к общей концентрации ПАВ, и также подобрано оптимальное общее концентрация ПАВ. Исследованы реологические свойства кислотного состава в зависимости от изменения концентрации кислоты. Представлен анализ изменения вязкости в зависимости от изменения концентрации кислоты, и также описан влияние повышения содержания ПАВ на вязкость раствора. Результаты показали возможность разработки отклоняющего кислотного состава, характеризующие высокие реологические свойства.

Ключевые слова: поверхностно-активное вещество, кислотная обработка, вязкость, сульфосукцинаты, олеиламидопропилбетаин.

DEVELOPMENT OF VES ACID SYSTEM USING OLEYLAMIDOPROPYLBETAINE

Mohsen Ali Mohammed Abdulla,

Postgraduate student of the Department of Development and operation of Oil and gas fields. Samara State Technical University 244 Molodogvardeyskaya Street, 443100, Samara, Russian Federation E-mail: alhalmyali@gmail.com

Prokofiy V. Sklyuev,

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields Samara State Technical University 244 Molodogvardeyskaya Street, 443100, Samara, Russian Federation E-mail: p.v.sklyuev@gmail.com

Yulia Yu. Belousova,

Student of the Department Development and Operation of Oil and Gas Fields Samara State Technical University 244 Molodogvardeyskaya Street, 443100, Samara, Russian Federation

ABSTRACT

The purpose of this work is to develop a self-diverting acid composition using domestic viscoelastic surfactants. In this work was determined the optimal ratio of sulfosuccinate with different oxyethylated groups to the total surfactant's concentration and also selected the optimal total surfactant's concentration. The rheological properties of the acid solution depending on the change of concentration of acid have been investigated. The analysis of viscosity change depending on the change of acid's concentration is presented, as well as the influence of the increase of surfactant content on the solution's viscosity is described. The results showed that it is possible to develop a self-diverting acid solution that obtains high rheological properties.

Keywords: Surfactant, acid treatment, sulfosuccinates, oleylamidopropyl betaine, viscosity.

Введение.

Одним из наиболее распространенных и часто используемых методов обработки призабойной зоны пласта (ПЗП) является кислотная обработка (КО). Сущность применения соляно-кислотных обработок заключается в увеличении проницаемости, очистки ПЗП от загрязнения и в повышении (интенсификации) производительности скважин. Существенным недостатком КО является преимущественное поступление кислотного раствора в водонасыщенные высокопроницаемые пропластки, что приводит к увеличению обводнённости скважинной продукции [1]. Поэтому, повышение эффективности кислотных составов – одна из актуальных задач нефтепромышленной химии. Для повышения эффективности воздействия на пласт с использованием КО предложены различные модифицированные кислотные композиции, обладающие возможностью

перераспределения поступающей кислоты в низкопроницаемые нефтенасыщенные интервалы [2], среди которых можно выделить применение растворов вязкоупругих поверхностно-активных веществ (ПАВ). Применение таких составов направлено на увеличение охвата воздействием при кислотной обработке за счет временного отклонения блокирующим составом. В процессе кислотной обработки по мере нейтрализации кислотного состава в результате реакции с карбонатной породой образуется вязко-упругий гель, представляющий собой мицеллярную систему [3, 4]. Преимуществом такого метода является полное разрушение вязко-упругого геля после контакта с пластовыми жидкостями и это повышает эффективность освоения скважины и ускоряет процесс добычи [2].

Вязко-упругий гель, который формируется в определенных условиях, состоит из червеобразных мицелл, которые образуют поверхностно-активные вещества при определенных условиях. Например, 1% водный цетилпиридиний бромид и 0,8 М NaBr, додецилтриметиламмония бромид и додецилсульфат натрия в 0,1М NaBr, лецитин в изооктане и множество других [5].

Несмотря на то, что к настоящему времени предложено множество композиций ПАВ, проявляющих вязкоупругие свойства, экспериментальные исследования в области поиска новых сочетаний ПАВ продолжаются с целью повышения технологической эффективности применяемых кислотных композиций.

Материалы и алгоритм проведения работы.

Цель настоящей работы – приготовление отклоняющего кислотного состава на основе ПАВ отечественного производства.

Алгоритм разработки вязко-упругого состава ПАВ был следующий:

- подбор оптимального соотношения АПАВ/ΣПАВ;
- подбор оптимальной суммарной концентрации ПАВ;
- изучение изменения вязкости в зависимости от исходной концентрации кислоты

при нейтрализации солянокислотного раствора.

В данной работе в качестве АПАВ были использованы водные растворы оксиэтилированных сульфосукцинатов жирных спиртов с различной степенью оксиэтилирования (СО-3, СО-5, СО-7), в качестве цвиттерионного ПАВ использовался водоизопропанольный раствор олеиламидопропилбетаина (ОАПБ). Измерения вязкости выполняли при помощи реометра Modular Compact Rheometer MCR52 (Anton Paar GmbH, Austria).

Результаты.

Первый этап посвящен определению оптимального соотношения оксиэтилированных сульфосукцинатов и ОАПБ. Оптимальным соотношением считалось то, при котором наблюдались наиболее высокие реологические свойства. Полученные результаты представлены на рисунке 1

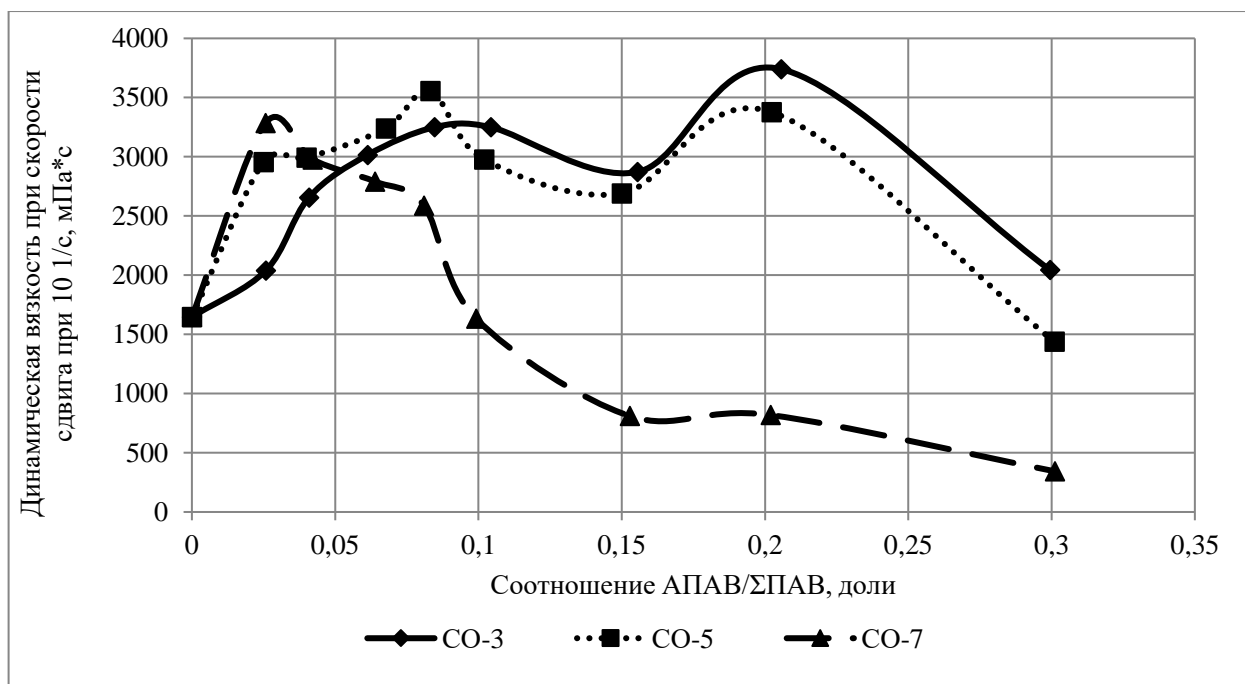


Рисунок 1. Зависимость динамической вязкости водных растворов ПАВ от соотношения АПАВ/ΣПАВ при скорости сдвига 10 с^{-1} и температуре 20°C

Из рисунка 1 следует, что максимальную вязкость из выбранных сульфосукцинатов оксиэтилированных жирных спиртов проявляет СО-3, содержащий 3 моль окиси этилена при соотношении АПАВ/ΣПАВ = 0,2. Кривые зависимости вязкости от соотношения ПАВ имеют полимодальный характер и проявляют несколько пиков вязкости, что может быть связано с образованием различных надмолекулярных структур [6].

Второй шаг работы посвящен изучению изменения реологических свойств водных растворов ПАВ в зависимости от изменения общего содержания ПАВ для выбранного оптимального соотношения сульфасокцианата и ОАПБ. Результаты представлены на рисунке 2.

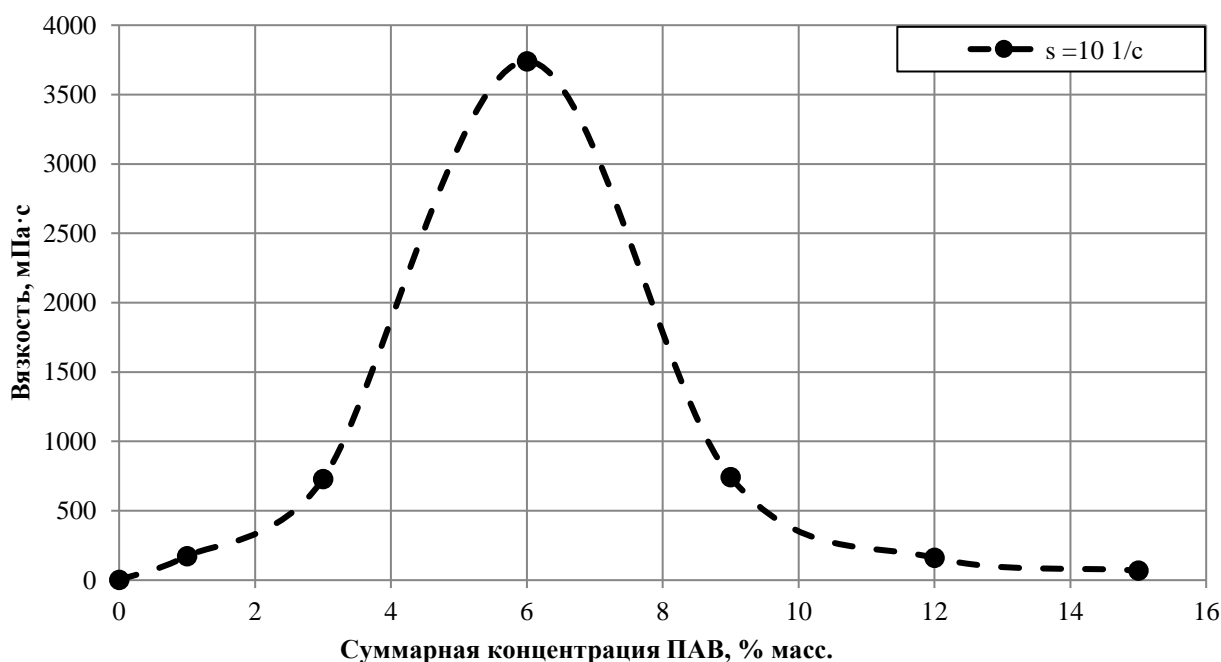


Рисунок 2. Зависимость вязкости раствора при соотношении АПАВ/ΣПАВ 0,2 от общего содержания ПАВ

По результатам изучения зависимости вязкости от общего содержания ПАВ (рис.2) можно сделать вывод о том, что максимальная вязкость проявляется при суммарном содержании ПАВ в водном растворе 6%. При дальнейшем увеличении содержания ПАВ вязкость понижается в связи с увеличением доли изопропанола, который входит в состав товарного реагента ОАПБ и способствует образованию мицелл сферической, а не цилиндрической формы [6,7]. Далее при выбранной оптимальной общей концентрации ПАВ(6 %) приготовили кислотные растворы с различной концентраций кислоты (HCl 17, 23 и 28%). Все кислотные растворы ступенчато нейтрализовали карбонатом кальция (CaCO₃) и определили вязкость нейтрализованных составов. Результаты представлены на рисунке 3.

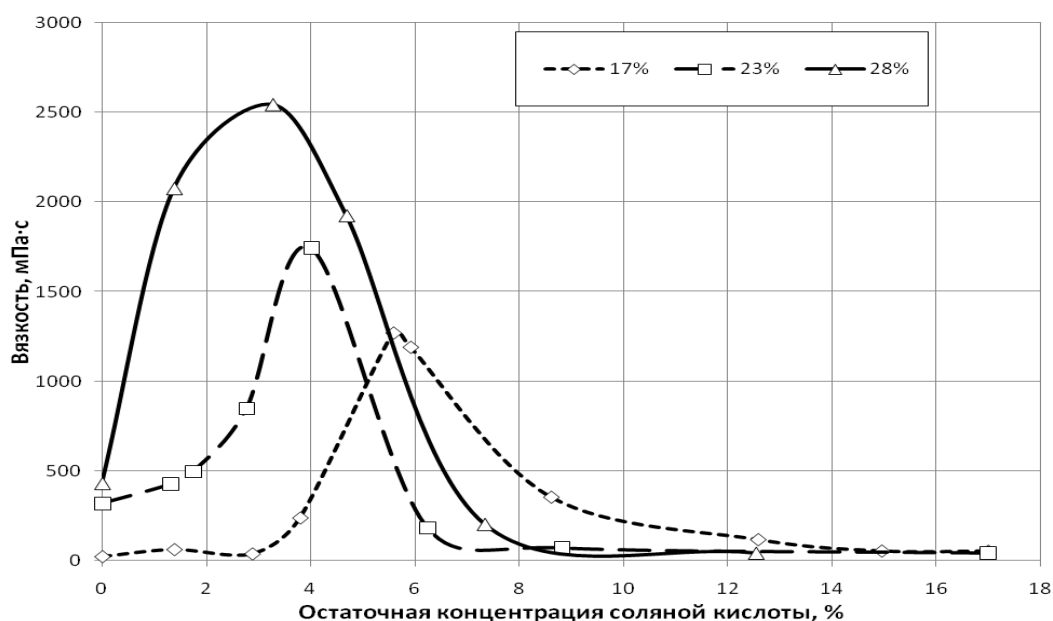


Рисунок 3. Зависимость вязкости (при 10 с⁻¹ и температуре 20°С) частично нейтрализованных кислотных составов от остаточной концентрации HCl

Результаты исследования показали, что повышение концентрации исходной кислоты при равном содержании ПАВ (6 %) приводит:

- к увеличению максимальной вязкости;
- расширению области проявления вязкоупругих свойств;
- смещению пика вязкости, максимальная вязкость проявляется при остаточном содержании соляной кислоты 1,8% (исходная концентрация соляной кислоты - 28%) и 5,8 % (исходная концентрация HCl - 17 %).
- к росту вязкости полностью нейтрализованного раствора.

Таким образом, для приготовления композиции, обладающей вязкоупругими свойствами, рекомендуется использовать кислотный раствор ПАВ, содержащей 6% ПАВ в соотношении АПАВ/ΣПАВ = 0,2, исходная концентрация соляной кислоты в котором составляет от 17 до 23% (вследствие высокой вязкости отработанного кислотного состава с исходной концентрацией HCl, равной 28%). Также по результатам данной работы видно, что сульфосукцинат со степенью оксиэтилирования, равной 3, проявляет максимальную вязкость.

Список литературы.

1. Chang Frank F., Xiangdong Qiu, Hisham A. Nasr-El-Din. Chemical Diversion Techniques Used for Carbonate Matrix Acidizing: An Overview and Case Histories // SPE Library paper number 106444. 2007. March.
2. Мохсен А.М., Хуссейн М.А., Коновалов В.В., Склюев П.В. [Реологические свойства мицеллярных растворов смеси кокамидопропилбетаина и сульфосукцинатов этоксилированных жирных спиртов](#). *Нефтегазовое дело*. 2019. Т. 17. № 1. С. 33-40.
3. Jiang Yang. Viscoelastic wormlike micelles and their applications // *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 2002. No.7. С. 276-281
4. Куряшов Д.А., Лужецкий А.В., Захаров С.В., Кашапов Р.Р., Яцкевич Е.И., Вагапов Б.Р., Самоорганизация в смешанных мицеллярных растворах цвиттер-ионного и анионного поверхностно-активных веществ. / *Вестник технологического университета*. 2013. Т.16, Вып.1. С.32-37
5. Ezrahi, S., Tuval, E., & Aserin, A. (2006). Properties, main applications and perspectives of worm micelles. *Advances in Colloid and Interface Science*, 128-130, 77-102. doi:10.1016/j.cis.2006.11.017
6. Холмберг К., Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 - 2-е изд., 532 с.
7. Шилова С. В., Фалалеева Т. С., Третьякова А. Я., Барабанов В. П. Влияние пропанола-1 на мицеллообразование алкилсульфатов натрия в водных растворах // *Журнал физической химии*. 2016. Том 90. № 1. С. 59-63

References.

1. Chang Frank F., Xiangdong Qiu, Hisham A. Nasr-El-Din. Chemical Diversion Techniques Used for Carbonate Matrix Acidizing: An Overview and Case Histories // SPE Library paper number 106444. 2007. March.
2. Mohsen A.M., Hussein M. A., Konovalov V. V., Sklyuev P. V. Rheological properties of micellar solutions of a mixture of cocamidopropylbetaine and sulfosuccinates of ethoxylated fatty alcohols. *Neftegazovoe delo*. 2019. Vol. 17. No. 1. P. 33-40.
3. Jiang Yang. Viscoelastic wormlike micelles and their applications // *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 2002. No.7. P. 276-281
4. Kuryashov D.A., Luzhetskiy A.V., Zakharov S.V., Kashapov R.R., Yatskevich E.I., Vagapov B.R., Self-organization in mixed micellar solutions of zwitterionic and anionic surfactants ... / *Bulletin of the Technological University*. 2013. Vol. 16, Iss. 1. P. 32-37
5. Ezrahi, S., Tuval, E., & Aserin, A. (2006). Properties, main applications and perspectives of worm micelles. *Advances in Colloid and Interface Science*, 128-130, 77-102. doi:10.1016/j.cis.2006.11.017

6. Holmberg K., Surfactants and polymers in aqueous solutions/ K. Holmberg, B. Jansson, B. Kronberg, B. Lindman / / M. BINOM: Laboratory of Knowledge. - 2012. - 532 p.
7. Shilova S. V., Falaleeva T. S., Tretyakova A. Ya., Barabanov V. P. Effect of 1-propanol on micelle formation of sodium alkyl sulfates in aqueous solutions // Journal of Physical Chemistry. 2016. Vol. 90. No. 1. P. 59-63