ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/387

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА КИНЕТИКУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИСЛОТНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ ПАВ С КАРБОНАТНОЙ ПОРОДОЙ ПЛАСТА**

Алтунина Л.К., Стасьева Л.А., Кувшинов В.А.

ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, Томск, Россия

Карбонатные коллекторы присутствуют на месторождениях нефтегазоносных бассейнов Персидского залива, США и Канады, в Прикаспийском бассейне. На них приходится 42% запасов нефти и 23% газа. Особое внимание все больше уделяется проблеме разработки залежей нефти с карбонатными коллекторами, содержащими нефть повышенной и высокой вязкости. Запасы нефти в таких коллекторах к настоящему времени составляют в мире более 30% от всех разведанных запасов, в России – более 50%, в том числе в арктическом регионе. Существующие методы разработки месторождений с карбонатными коллекторами на основе заводнения позволяют достигать конечного коэффициента извлечения нефти не более 0.25 – 0.27 [1]. Для эффективного освоения месторождений с карбонатными коллекторами необходимо создание и широкомасштабное применение научно обоснованных технологий добычи нефти, в том числе адаптированных к условиям Арктики, разработка новых химических реагентов для осуществления технологий [1, 2]. В ИХН СО РАН созданы 11 новых промышленных технологий увеличения нефтеотдачи и ограничения водопритока для месторождений с трудно извлекаемыми запасами, в том числе с карбонатными коллекторами, содержащими тяжелые, высоковязкие нефти [2, 3]. Технологии промышленно используются нефтяными компаниями ЛУКОЙЛ, РОСНЕФТЬ и др.

В ИХН СО РАН созданы новые «холодные» физико-химические методы увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей [2, 3]. Для увеличения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти в отсутствие паротеплового воздействия, при 20-40°C, за счет увеличения проницаемости пород коллектора и повышения продуктивности добывающих скважин разработана нефтевытесняющая кислотная композиция пролонгированного действия ГБК на основе ПАВ, аддукта неорганической кислоты и многоатомного спирта. Все используемые реагенты являются продуктами многотоннажного промышленного производства. Композиция совместима с минерализованными пластовыми водами, имеет низкую температуру замерзания (–20 ÷ –60 °C), низкое межфазное натяжение на границе с нефтью. Композиция применима в широком интервале температур, от 10 до 130 °C, наиболее эффективна в карбонатных коллекторах, обладает замедленной реакцией с карбонатными породами, предотвращает образование в пористой среде нерастворимых продуктов реакции кислоты, восстанавливает исходную проницаемость коллектора. В результате взаимодействия композиции с карбонатным коллектором выделяется CO₂, который растворяется в нефти и снижает ее вязкость, что способствует увеличению степени извлечения нефти. После термостатирования с композицией ГБК и карбонатным коллектором при температуре 70-120 °C вязкость нефти снижается в 1.2-2.7 раза. В 2014 г. на пермо-карбоновой залежи Усинского месторождения успешно проведены опытно-промышленные работы с применением кислотной композиции ГБК, технология была рекомендована к промышленному применению.

Системы «ПАВ – многоатомный спирт – борная кислота – вода – электролиты» представляют интерес в качестве основы нового типа нефтевытесняющих жидкостей, эффективных при низких пластовых температурах, при которых традиционные нефтевытесняющие жидкости малоэффективны. Физико-химические свойства этой системы обуславливаются донорно-акцепторным взаимодействием многоатомных спиртов с борной кислотой, в которых анионы кислоты выступают в качестве четырехдентантного лиганда, являющегося кислотой Льюиса. В результате в этой системе в зависимости от pH и природы присутствующих электролитов образуются различные координационные комплексы полиола и анионов борной кислоты. Эти комплексы при взаимодействии с водорастворимыми неионогенными ПАВ образуют эффективные нефтевытесняющие жидкости с высокой смачивающей и моющей способностью.

Секция 10. Материалы и реагенты для повышения нефтеотдачи, транспортировки нефти и переработки углеводородного сырья

Исследование влияния электролитов на физико-химические и реологические свойства растворов кислотной композиции на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений показало, рис. 1, что при добавлении электролитов pH растворов снижается от 3.2 до 0.86±минус 0.48 ед. pH. Наибольшее снижение pH достигается при добавлении $AlCl_3$ и $FeCl_3$. Плотность и вязкость раствора нефтewытесняющей кислотной композиции при добавлении электролитов увеличиваются: плотность – с 1.144 до 1.344 г/см³; вязкость с 5.9 до 203-22656 мПа·с. Причем наибольшее увеличение плотности достигается при добавлении электролита $FeCl_2$, а вязкости – электролитов $AlCl_3$ и $MgCl_2$, рис. 1.

Исследование влияния электролитов на растворяющую способность кислотных композиций на основе ПАВ по отношению к карбонатной породе показало, что при добавлении $AlCl_3$ и $FeCl_3$ скорость растворения мрамора увеличивается в зависимости от концентрации электролита и достигает значений 49.41-86.9 г/(м²·ч), рис.1, что связано со значительным снижением значений pH растворов, с 2.6-3.0 до 0.23 – минус 0.19 ед. pH. С увеличением концентрации электролитов увеличивается и вязкость растворов, в результате скорость растворения карбонатов снижается. Варьируя состав и концентрацию компонентов композиций и добавленных электролитов, можно регулировать скорость растворения карбонатных пород, восстановление исходной проницаемости пласта или ее увеличение.

Таким образом, исследование влияния электролитов на кинетику взаимодействия кислотных композиций ПАВ с карбонатной породой пласта показало, что при добавлении электролитов $AlCl_3$, $FeCl_3$, $FeCl_2$ и $MgCl_2$ pH растворов снижается, плотность и вязкость увеличиваются, что позволяет регулировать в широких пределах физико-химические свойства композиций и их влияние на проницаемость пласта.

Работа выполнена в рамках проекта V.46.2.3. Физическая химия и реология нефти и полидисперсных нефтесодержащих систем в процессах увеличения нефтеотдачи пластов и транспорта нефти (№ 0370-2018-0007).

Литература

1. А.Б. Золотухин, О.Т. Гудмestad, Э.Т. Ярлсбю. Ресурсы нефти и газа, разработка шельфовых месторождений. Изд. WIT press, Southampton, Великобритания, 2011. 279 с.
2. Altunina, L., Kuvshinov, V., Kuvshinov, I. Promising physical-chemical IOR technologies for Arctic oilfields // Society of Petroleum Engineers – SPE Arctic and Extreme Environments Conference and Exhibition, AEE, 2013. – 2, pp. 1057-1082.
3. Л.К. Алтунина, В.А. Кувшинов, И.В. Кувшинов, Л.А. Стасьева, М.В. Чертенков, Л.С. Шкрабюк, Д.В. Андреев. Физико-химические и комплексные технологии увеличения нефтеотдачи пермокарбонной залежи высоковязкой нефти Усинского месторождения// Нефтяное хозяйство. 2017. № 7. С. 26–29.