

Сведения о ходе выполнения проекта  
по теме: **«Создание новых технологических решений с использованием  
циклического и стационарного воздействия на пласт химически  
эволюционирующими системами для разработки месторождений высоковязкой  
нефти на естественном режиме и в сочетании с тепловыми методами»**  
в рамках реализации федеральной целевой программы "Исследования и разработки по  
приоритетным направлениям развития научно-технологического  
комплекса России на 2014-2020 годы"

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 26.09.2017 г. № 14.604.21.0176, уникальный идентификатор – RFMEFI60417X0176 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» в соответствии с «Планом-графиком исполнения обязательств» на этапе № 1 в период с 26.09.2017 по 29.12.2017 выполнялись следующие работы:

*За счет финансирования из средств субсидии:*

Аналитический обзор информационных источников.

Теоретическое исследование путей интенсификации разработки и увеличения нефтеотдачи месторождений тяжелой высоковязкой нефти, на естественном режиме и в сочетании с тепловыми методами, с применением циклического и стационарного воздействия на пласт с применением нефтewытесняющих композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений.

Обоснование и выбор технологических решений и средств, направления и методов исследований, способов решения поставленных задач по теме проекта.

Экспериментальные исследования кислотно-основных равновесий в системах с донорно-акцепторными взаимодействиями: многоосновных неорганических кислот (борной и фосфорной) и многоатомного спирта (глицерина, маннита, сорбита).

Экспериментальные исследования влияния на кислотно-основные равновесия электролитов, неэлектролитов и ПАВ. Выбор оптимальных составов и области концентраций компонентов кислотных композиций.

Экспериментальные исследования физико-химических и реологических характеристик пластовых флюидов (нефти, пластовой воды) и нефтewытесняющих кислотных композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений (рН, плотности, вязкости, межфазного натяжения на границе с нефтью).

Экспериментальные исследования совместимости нефтewытесняющих кислотных композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений с минерализованными пластовыми водами, кинетики их взаимодействия с карбонатными породами пласта, влияния ПАВ на их растворяющую способность.

Подготовка заявки на выдачу охранного документа.

*За счет внебюджетных средств:*

Участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию результатов работы: участие в тематических конференциях, выставках и т.д., материально-техническое обеспечение экспериментальных исследований.

Проведение патентных исследований по ГОСТ 15.011-96.

Экспериментальное исследование пластовой микрофлоры залежи тяжелой высоковязкой нефти. Изучение влияния нефтewытесняющих кислотных композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений на микрофлору нефтяного пласта.

Сбор промысловых данных, отбор проб нефти и воды месторождения высоковязкой нефти для обоснования разработки композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и

комплексных соединений и выбора технологических решений.

Отработка технологии получения нефтewытесняющих кислотных композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений.

Наработка опытных партий нефтewытесняющих кислотных композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений для проведения апробации разработанных технических решений интенсификации разработки и увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей.

Апробация технологических решений увеличения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти для месторождений высоковязких нефтей, разрабатываемых на естественном режиме, при низких температурах, при паротепловом и пароциклическом воздействии на пласт, с применением нефтewытесняющих кислотных композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений. (В зависимости от необходимости применения индустриальным партнером разрабатываемых технологий для данных геолого-физических условий и состояния разработки месторождений).

**При этом были получены следующие результаты:**

Выполнен аналитический обзор научных информационных источников. Проведено теоретическое исследование путей интенсификации разработки и увеличения нефтеотдачи месторождений тяжелой нефти, создана теоретическая модель донорно-акцепторных кислотно-основных равновесий в координирующих полиольных растворителях, позволившая определить константы образования и ионизации полиолборных кислот. Экспериментальные данные согласуются с результатами расчетов по модели.

Экспериментально исследованы кислотно-основные равновесия в растворах многоосновных неорганических кислот (борной и фосфорной) и полиолов (глицерина, маннита и сорбита), влияние на них электролитов, неэлектролитов и ПАВ. Установлено, что в результате образования комплекса кислоты с полиолом значение рН растворов монотонно снижается, от 5.9 до 0.8. Наиболее сильное влияние на кислотное равновесие оказывают  $AlCl_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $FeCl_2$  и  $MgCl_2$ . При увеличении концентрации  $AlCl_3$  до 20 % значение рН снижается до минус 0.54, вязкость растворов увеличивается до 17500 мПа·с.

Определен оптимальный состав нефтewытесняющих кислотных композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений, физико-химические свойства их растворов: рН – минус 0.5-4.2 ед.рН; плотность 1030-1380 кг/м<sup>3</sup>; вязкость 1.07-17.5 Па·с; межфазное натяжение на границе с нефтью 0.19-0.46 мН/м; температура замерзания – минус 2.5 - ниже минус 30 °С. Можно регулировать свойства композиций в указанных пределах.

Подана заявка на изобретение № 2017141327 от 27.11.2017 «Состав для интенсификации разработки низкопродуктивных залежей высоковязкой нефти с карбонатным коллектором».

За счет внебюджетных средств проведены патентные исследования по ГОСТ 15.011-96. Экспериментально исследована пластовая микрофлора пермо-карбоновой залежи Усинского месторождения, выявлено стимулирующее влияние композиции ПАВ на ее активность и рост, повышение численности в 10-15 раз. Произведен сбор промысловых данных, отбор проб нефти и воды из 9 скважин. На опытно-экспериментальной базе ИХН СО РАН отработана технология получения композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений, разработаны ТУ и технологические регламенты, наработаны опытные партии композиций (22 т). На пермо-карбоновой залежи высоковязкой нефти Усинского месторождения успешно проведена апробация технологического решения увеличения добычи нефти и интенсификация разработки: закачка композиции ПАВ в 9 скважин сразу после пароциклической обработки. Наблюдается прирост

дебитов по нефти с 2.5 до 19.4 т/сут., по жидкости с 3.7 до 44.5 т/сут., что подтверждает эффективность композиции ПАВ.

Представлены 2 доклада на международных конференциях, опубликованы 2 статьи, в издании, индексируемом в базе данных Scopus, и 1 статья в информационно-аналитическом отраслевом журнале «Недра и ТЭК Сибири». Оформлено ноу-хау «Способ разработки месторождений высоковязкой нефти химически эволюционирующими системами на основе ПАВ, образующими непосредственно в пласте эффективные нефтewытесняющие жидкости с высокой кислотнo-основной буферной емкостью».

Принципиальной научной новизной является создание нового типа нефтewытесняющих композиций на основе ПАВ, координирующих растворителей и комплексных соединений, в частности, координационных соединений многоосновных неорганических кислот с многоатомными спиртами, химически эволюционирующих непосредственно в пласте с приобретением коллоидно-химических свойств, оптимальных для целей нефтewытеснения, и новых технологических решений с их применением для интенсификации разработки и увеличения нефтewотдачи месторождений высоковязкой нефти на естественном режиме и в сочетании с тепловыми методами.

Полученные результаты соответствуют требованиям ТЗ и техническим требованиям к проекту, мировому уровню и критической технологии «Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи». Задачи исследования, поставленные в 1-м этапе проекта, выполнены полностью.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.