

Подтверждено:
К.О. директора ИХН СО РАН
доктор химических наук, профессор
А.В. Восмериков

_____ 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Калинина Станислава Александровича

«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ И ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА»,
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений в диссертационный совет Д ПНИПУ.05.15 в ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

1. Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Калинина С.А. посвящена получению новых данных и совершенствованию методов разработки залежей высоковязкой нефти технологией комплексного воздействия теплоносителем и техногенным диоксидом углеродом.

По мере истощения традиционных запасов нефти на первый план выходят запасы трудноизвлекаемых высоковязких нефтей и битумов, для которых наиболее эффективными являются тепловые методы разработки. Несмотря на глубокую научно-техническую проработку, данная группа методов имеет ряд технологических ограничений, из-за чего в настоящее время не может эффективно применяться на ряде разрабатываемых месторождениях высоковязких нефтей. В связи с этим появилась необходимость повышения эффективности классических тепловых методов увеличения нефтеотдачи (МУН). Одним из направлений повышения эффективности тепловых МУН стала их комбинация с газовыми методами увеличения нефтеотдачи, например, с использованием техногенных парниковых газов, в частности, диоксида углерода, что открывает возможности для увеличения нефтеотдачи залежей сверхвязких нефтей (СВН), но и позволяет снизить выбросы парниковых газов в атмосферу. Критически важным этапом при внедрении новых или совершенствовании существующих технологий является проведение полномасштабных

научных исследований, цель которых заключается в изучении процессов, происходящих в пласте, и оценке эффективности технологии в геолого-промысловых условиях, соответствующих объекту внедрения. На сегодняшний день в Российской Федерации отсутствует отраслевая нормативная база для проведения исследований технологий извлечения СВН. В этой связи научными центрами, занимающимися вопросами освоения ресурсов СВН, ведется активная работа по созданию методической базы, регламентирующей порядок проведения исследований (в том числе экспериментальных) технологий добычи СВН.

Таким образом, повышение эффективности извлечения СВН за счет применения комбинированных методов воздействия на пласт, а также разработка методологии и методической базы для предпроектной оценки эффективности внедрения технологий извлечения СВН являются весьма актуальными задачами.

2. Обоснованность научных положений и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Для достижения поставленной цели диссертантом был обобщен имеющийся опыт лабораторных исследований и результаты опытно-промышленных испытаний технологий повышения нефтеотдачи залежей высоковязких и сверхвязких нефтей в карбонатных коллекторах с применением диоксида углерода; предложена методология исследований и методические и технико-технологические решения, направленные на выполнение лабораторных исследований технологии комбинированного воздействия теплоносителем и диоксидом углерода; с целью обоснования возможности повышения эффективности извлечения сверхвязкой нефти из глубокозалегающих сложнопостроенных карбонатных коллекторов с низкой пластовой температурой путем воздействия теплоносителем и диоксидом углерода выполнены комплексные лабораторные исследования; разработана методика определения оптимальных параметров реализации комбинированного воздействия теплоносителем и диоксидом углерода на залежи сверхвязкой нефти; для условий пермокарбоновой залежи Усинского месторождения установлены оптимальные параметры, при которых достигается наибольшая эффективность комбинированного воздействия теплоносителем и диоксидом углерода.

Все изложенное выше позволяет утверждать, что основные научные положения и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы и достоверны.

3. Научная новизна основных выводов и результатов диссертационной работы

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке методологии и предложенных методических и технико-технологических решениях направленных на

лабораторное изучение технологий воздействия на залежи сверхвязкой нефти газовыми агентами и теплоносителем; научном обосновании возможности повышения эффективности разработки глубокозалегающего трещиновато-порово-кавернозного коллектора с низкой пластовой температурой, насыщенного СВН, за счет вовлечения в более активную разработку матричной зоны путем комбинированного воздействия на пласт теплоносителем и диоксидом углерода; в предложенной методике, основанной на комплексировании лабораторных исследований с применением линейных моделей пласта и компьютерного моделирования, позволяющей устанавливать оптимальные параметры реализации комбинированного воздействия теплоносителем и газом на залежах сверхвязкой нефти; установлении оптимальных объемов закачки теплоносителя и диоксида углерода, при которых достигаются наилучшие технико-экономические показатели.

В результате выполнения исследований автором по диссертации в заключении сделано 5 основных выводов.

Первый вывод посвящен результатам анализа опубликованных работ, посвященных изучению комбинированного воздействия на пласт теплоносителем и диоксидом углерода. Показано, что воздействие на пласт сверхвязкой нефти теплоносителем и CO_2 может быть эффективным с технологической точки зрения.

Второй вывод касается формирования методологии, включающей в себя разработанные автором методические и технико-технологические решения для выполнения экспериментальных исследований технологий воздействия на пласт теплоносителем и газами.

Третий вывод содержит научное обоснование возможности увеличения нефтеотдачи пермо-карбоновой залежи при комбинированном воздействии теплоносителем и диоксидом углерода за счет вовлечения в разработку нефтенасыщенной низкопроницаемой матрицы.

Четвертый вывод касается разработки методики определения оптимальных условий комбинированного воздействия на пласт сверхвязкой нефти теплоносителем и диоксидом углерода.

В пятом выводе представлена информация о применении разработанной методики и определения оптимальных условий комбинированного воздействия теплоносителем и диоксидом углерода в геолого-технических условиях пермо-карбоновой залежи Усинского месторождения.

Полученные автором результаты носят не только фундаментальный характер, но и имеют научную новизну и практическую значимость.

4. Ценность результатов для науки и практики

Научная ценность результатов исследований заключается в том, что автором:

– Сформирована методология, разработаны методики и усовершенствована техника и технология экспериментального изучения комбинированных методов извлечения СВН, основанных на тепловом и газовом воздействии на пласт.

– Научно обоснована возможность повышения эффективности разработки трещиновато-порово-кавернозного коллектора с низкой пластовой температурой, насыщенного СВН, при комбинированном воздействии на пласт теплоносителем и диоксидом углерода за счет вовлечения в более активную разработку матричной зоны пласта.

– Разработана методика определения оптимальных условий реализации комбинированного воздействия на залежи СВН, основанная на результатах лабораторных и численных экспериментов на линейных моделях пласта.

– Установлены оптимальные условия, при которых достигается наибольшая эффективность реализации комбинированного воздействия теплоносителем и диоксидом углерода в условиях пермо-карбоновой залежи Усинского месторождения.

Полученные в диссертации результаты представляют большой практический интерес.

– Предложенные автором методология, методики и технико-технологические решения внедрены в практику Центра исследования керна и пластовых флюидов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми и используются при выполнении научно-исследовательских работ, направленных на лабораторное сопровождение проектов разработки трудноизвлекаемых запасов, газовых МУН и декарбонизации. Получен акт внедрения Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми.

– Экспресс методика определения оптимальных условий комбинированного воздействия на основе фильтрационных экспериментов и гидродинамического моделирования (ГДМ) позволяет сократить трудозатраты при выборе оптимального варианта на этапе выполнения технико-экономической оценки (ТЭО) проекта.

– Результаты исследований могут быть использованы для выполнения ТЭО и опытно-промышленных испытаний комбинированного воздействия на пермо-карбоновой залежи Усинского месторождения.

5. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Калинина С.А. изложена на 147 страницах и состоит из введения, литературного обзора, описания лабораторно-методического комплекса, описания и обсуждения результатов экспериментальных исследований технологии комбинированного воздействия, описания методики определения оптимальных условий реализации комбинированного воздействия теплоносителем и диоксидом углерода, заключения и списка используемых источников из 111 наименований.

Диссертация Калинина С.А. в целом носит завершённый характер. Работа написана в доступной и ясной форме, грамотным языком. Основные результаты работы опубликованы в центральной печати и апробированы на международных и отечественных конференциях.

Основное содержание диссертационной работы с достаточной полнотой отражено в автореферате и опубликованных автором печатных трудах.

Однако, к сожалению, представленная работа не лишена некоторых недостатков. К числу замечаний по диссертационной работе можно отнести следующие:

1. по тексту диссертационной работы имеются опечатки «СО₂»;
2. в разделе «3.4» идет речь о групповом анализе нефти, вытесненной без и с использованием углекислого газа – нефть, вытесненная углекислым газом, легче и содержит меньше смол и асфальтенов. Отсутствуют данные проверки материального баланса? Смотрели ли то, что осталось в породе?

Приведенные замечания не носят принципиального характера и не вызывают сомнений в обоснованности положений и основных выводов диссертации.

Диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне. Достоверность представленных результатов не вызывает сомнений и подтверждается экспериментальными данными, полученными с привлечением широкого набора физико-химических методов исследования.

По критериям актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационная работа «Повышение эффективности извлечения сверхвязкой нефти путем воздействия на пласт теплоносителем и диоксидом углерода», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности *2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений*, соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения учёных степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Учёного совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утверждённого ректором ПНИПУ 09.12.2021 г., а её автор – *Калинин Станислав Александрович* – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности *2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений*.

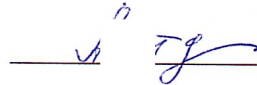
Отзыв на диссертацию Калинина С.А. «Повышение эффективности извлечения сверхвязкой нефти путем воздействия на пласт теплоносителем и диоксидом углерода» обсужден, единогласно одобрен на заседании лаборатории коллоидной химии нефти ИХН СО

РАН (протокол № 2 от 15 октября 2022 г.) и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации.

Заведующая лабораторией коллоидной химии нефти ИХН СО РАН,

д-р техн. наук, профессор,

Заслуженный деятель науки РФ

 Алтунина Л.К.

Старший научный сотрудник лаборатории коллоидной химии нефти ИХН СО РАН, канд. хим. наук

 Козлов В.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук (ИХН СО РАН)

Адрес: 634055, г. Томск, Академический проспект, д. 4

Телефон: +7(3822) 491-623

Факс: +7(3822) 491-457

e-mail: canc@ipc.tsc.ru

Сайт: <http://petroleum.su/>

Подписи Алтуниной Л.К. и Козлова В.В. заверяю:

Учёный секретарь ИХН СО РАН,

канд. хим. наук

 Степанов А.А.

