




Проректор по разработкам и
инновациям ФГАОУ ВО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет»,
доктор технических наук


Трушников Дмитрий Николаевич
«01» декабря 2022 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Мардашова Дмитрия Владимировича на тему: «Комплексное моделирование глушения нефтяных скважин при подземном ремонте в осложненных условиях их эксплуатации», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Актуальность темы диссертации

Глушение нефтяных скважин перед подземным ремонтом в условиях трещинно-поровых коллекторов, аномально низкого пластового давления и высокого газового фактора, как правило, сопровождается рядом осложнений: катастрофические поглощения технологических жидкостей пластом, газопроявления и прочее. В свою очередь, данные осложнения приводят к увеличению продолжительности глушения скважин и сроков вывода их на режим эксплуатации. Негативным фактором является также снижение продуктивности скважин и рост дополнительных затрат на ремонтные работы. В данных условиях традиционное применение жидкостей глушения скважин на водной основе не позволяет обеспечить эффективное глушение скважин. В результате необходим не только обоснованный выбор типа и свойств жидкостей глушения, но и комплексный подход к проектированию и сопровождению данного технологического этапа подготовительных к ремонту работ. Особое внимание следует уделять проектированию процесса глушения добывающих скважин на месторождениях с карбонатным коллектором по причине интенсивного поглощения технологических жидкостей пластом при глушении из-за аномально низкого пластового давления.

В связи с этим работа, направленная на создание научно-методических основ проектирования и сопровождения процесса глушения нефтедобывающих скважин перед подземным ремонтом в осложненных условиях их эксплуатации путем комплексного моделирования процессов, происходящих в системе «скважина –

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-704 от 05.12.2022 1
АУ УС

ПЗП», а также разработку эффективных рецептур жидкостей глушения и технологий их применения, является актуальной задачей для нефтегазовой отрасли.

Научные результаты работы, их ценность

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложена комплексная модель планирования и сопровождения технологий глушения нефтедобывающих скважин в осложненных условиях их эксплуатации (аномально низкое пластовое давление, трещинно-поровые карбонатные коллектора, высокий газовый фактор), обеспечивающая взаимосвязь между геологическими, геомеханическими и технологическими параметрами процессов, влияющих на эффективность данного мероприятия.

2. Установлены механизмы – гидрофобизирующий и коагулирующий (с образованием вязкого экрана в фильтрационных каналах или твердого экрана на их входе), характер и степень влияния разработанных эмульсионных и полимерных составов на фильтрационные характеристики терригенных и карбонатных пород-коллекторов, позволяющие осуществлять направленное регулирование их фазовых проницаемостей с целью сохранения, восстановления и улучшения фильтрационных характеристик ПЗП при глушении скважин перед подземным ремонтом в различных геолого-физических и технологических условиях разработки нефтяных месторождений.

3. На основе результатов лабораторных фильтрационных и реологических исследований, а также по данным численного моделирования процесса глушения нефтяной скважины установлены зависимости изменения проницаемости матрицы и давления раскрытия трещин карбонатных пород-коллекторов от напряжений, действующих на них при фильтрации жидкостей с ньютоновским и неньютоновским характером поведения (соответственно – традиционно используемых жидкостей глушения скважин на водной основе и разработанных эмульсионных и полимерных составов).

Ценность представленных автором научных результатов заключается в создании научно-методических основ проектирования технологий глушения нефтедобывающих скважин перед подземным ремонтом для условий, осложненных аномально низким пластовым давлением, трещинно-поровым карбонатным коллектором, а также высоким газовым фактором.

Автором предлагается осуществлять проектирование и сопровождение глушения нефтяных скважин с учетом установленных взаимосвязей между геологическими, геомеханическими и технологическими параметрами процессов, влияющих на эффективность данного мероприятия, а также путем комплексного подхода к моделированию физико-химических, фильтрационных, гидродинамических и геомеханических процессов, протекающих в системе «скважина – ПЗП». Существенную научную ценность также имеют установленные

автором механизмы, характер и степени влияния разработанных эмульсионных и полимерных блокирующих технологических жидкостей различного химического и компонентного состава на фильтрационные характеристики терригенных и карбонатных пород-коллекторов.

Теоретическая значимость работы

Заключается в создании автором научно-методических основ проектирования технологий глушения нефтедобывающих скважин перед подземным ремонтом в осложненных условиях их эксплуатации (аномально низкое пластовое давление, трещинно-поровые карбонатные коллектора, высокий газовый фактор) с использованием предложенного комплексного моделирования, обеспечивающего взаимосвязь между геологическими, геомеханическими и технологическими параметрами процессов, влияющих на эффективность данного мероприятия, и с учетом установленных механизмов, характера и степени влияния жидкостей различного химического и компонентного состава на фильтрационные характеристики терригенных и карбонатных пород ПЗП, что вносит определенный вклад в развитие теории разработки нефтяных месторождений.

Практическая значимость работы

В диссертационной работе представлены результаты многочисленных опытно-промышленных испытаний разработанных автором технологий глушения, данные промышленного внедрения химических реагентов отечественного производства, а также сведения об апробации научно-методических комплексов и нормативно-технической документации по сопровождению процесса глушения нефтяных скважин в осложненных условиях. В качестве результатов практической значимости диссертационной работы следует отметить следующие:

1. Создан современный лабораторно-методический комплекс, оснащенный высокотехнологичным оборудованием и специально разработанными экспериментальными стендами, для проведения исследований по разработке новых и подбору существующих технологических жидкостей различного типа при моделировании процессов глушения и освоения скважин. Разработанный комплекс апробирован совместно с ООО «Газпромнефть НТЦ» в условиях ряда месторождений (ЮЛТ Приобского, Вынгапуровское, Вынгаяхинское, Восточный участок Оренбургского, Новопортовское, Велебит, Мокрин), разрабатываемых ПАО «Газпром нефть».

2. Разработан и внедрен в промышленное производство совместно с ООО «Синтез-ТНП» эмульгатор обратных гидрофобных эмульсий ЯЛАН-Э2, синтезированный на основе растительных масел и аминов.

3. Разработаны технологические жидкости для глушения скважин, установлена область их эффективного применения:

- блокирующий (ОВНЭ) и интенсифицирующий (ОКНЭ) эмульсионные

составы, стабилизированные разработанным эмульгатором ЯЛАН-Э2;

- блокирующий полимерный состав БПС;
- блокирующие полимерный (БПС-МК) и эмульсионный (ОВНЭ-МК) составы с мраморной крошкой.

4. Ряд разработанных технологий глушения нефтяных скважин и обработки призабойных зон нашел промышленное применение:

- при глушении 290 добывающих скважин месторождений Западной Сибири (Покачевское, Северо-Покачевское, Южно-Покачевское, Урьевское, Нивагальское) с использованием блокирующего состава ОВНЭ, разработанного совместно с ООО «ОТО», сокращены сроки вывода скважин на режим эксплуатации, увеличены их дебиты по нефти и снижена обводненность добываемой продукции;
- применение гидрофобно-эмульсионного состава, стабилизированного разработанным эмульгатором ЯЛАН-Э2, в качестве состава-отклонителя при интенсификации притока 5-ти добывающих скважин на Сосновском месторождении ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» привело к снижению их обводненности и увеличению дебитов.

5. Предложена комплексная система сопровождения процесса глушения нефтяных скважин в осложненных условиях их эксплуатации, основанная на численном моделировании процессов течения и фильтрации ЖГС в системе «скважина – ПЗП». Данная система реализуется с помощью запатентованного комплекса специализированных программ ЭВМ и баз данных.

6. Результаты диссертационной работы использованы при составлении нормативных документов для сопровождения процесса глушения нефтяных скважин в осложненных условиях их эксплуатации:

- технических условий «Эмульгатор обратных водонефтяных эмульсий «ЯЛАН-Э2» (ТУ 2458-001-22650721-2009 от 20.08.2010), разработанных и утвержденных совместно с ООО «Синтез-ТНП»;
- инструкций по проведению контроля параметров блокирующего биополимерного состава «БК» и блокирующего эмульсионного состава «ИЭР», разработанных совместно с ООО «Газпромнефть-Оренбург» и ООО «Газпромнефть НТЦ» (апробированы и внедрены на Восточном участке Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения);
- проекта технологического регламента по глушению нефтяных скважин в условиях карбонатных коллекторов и высокого газового фактора (совместно с ООО «Газпромнефть НТЦ» и ООО «Газпромнефть-Оренбург»);
- инструкции по применению состава ИЭР+МК (совместно с ООО «ВETERАН»).

7. Разработана модель забойного клапана-отсекателя с целью сохранения ФЕС ПЗП при подземном ремонте на скважинах, оборудованных установками электроцентробежных насосов.

8. Методика гидравлического расчета течения технологических жидкостей по стволу добывающей скважины в процессе её глушения использовалась при разработке совместно с ООО «Санкт-Петербургский Инженерно-проектный центр» учебно-тренажерного комплекса по текущему и капитальному ремонту скважин.

Представленные результаты диссертации могут быть рекомендованы к применению в нефтедобывающих и нефтесервисных предприятиях при проектировании, реализации и сопровождении процесса глушения нефтяных скважин в осложненных условиях их эксплуатации (аномально низкое пластовое давление, трещинно-поровые карбонатные коллектора, высокий газовый фактор).

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена: результатами многочисленных лабораторных исследований, проведенных с использованием созданного автором лабораторно-методического комплекса, позволяющего моделировать осложненные условия глушения нефтяных скважин; воспроизводимостью результатов экспериментальных исследований; сходимостью результатов численного моделирования с промысловыми данными, полученными при сопровождении процесса глушения скважин; подтверждением результатов теоретических и экспериментальных исследований при опытно-промысловых испытаниях.

Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы апробированы на различных всероссийских и международных научно-технических мероприятиях.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 50 печатных работах, в том числе в 12 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 15 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 5 патентов на изобретение, 1 патент на полезную модель, 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и 2 свидетельства о государственной регистрации базы данных.

Структура диссертации

Диссертация состоит из оглавления, введения, 5 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы,

включающего 360 наименований, и 19 приложений. Диссертация изложена на 368 страницах машинописного текста, содержит 196 рисунков и 55 таблиц.

Замечания и вопросы по работе:

1. В диссертации представлена разработанная многомерная статистическая модель по прогнозу продолжительности выхода скважины на режим эксплуатации после глушения. В качестве входных параметров модель включает семь показателей. При этом возникает вопрос, рассматривались ли еще другие аргументы, например, забойное давление, депрессия на пласт, дебит скважины? Также рекомендуется привести значения статистических оценок работоспособности модели (коэффициент детерминации, стандартная ошибка расчета).

2. Автор предлагает учитывать особенности строения пустотного пространства коллектора при глушении скважин. При этом трещиноватость коллектора автор оценивает по данным электромикросканирования открытого ствола, которое характеризует естественную трещиноватость. В то же время «трещиноватость» – это явление динамическое. В связи с этим возникает вопрос, каким образом учесть изменения, произошедшие в период времени с момента исследования скважины с помощью микроимиджеров до момента глушения скважины, особенно если имело место снижение забойного давления и, как следствие, деформация трещин?

3. В диссертации представлены результаты геомеханических исследований керна. При этом не понятно, моделировались ли на керне трещины или в экспериментах имитировалась деформация пустотного пространства матрицы горной породы?

4. В автореферате не представлены результаты подтверждения практического внедрения разработанных автором технологий глушения. Отсутствует анализ истории работы скважин после внедрения разработок автора.

Заключение по диссертации

Диссертация «Комплексное моделирование глушения нефтяных скважин при подземном ремонте в осложненных условиях их эксплуатации», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм.

Мардашов Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Мардашова Дмитрия Владимировича обсужден и утвержден на заседании кафедры «Нефтегазовые технологии» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», протокол № 06 от 01 декабря 2022 года.

Председатель заседания:

Исполняющий обязанности
заведующего кафедрой
«Нефтегазовые технологии»,
доктор технических наук,
доцент

 Чернышов Сергей Евгеньевич

Секретарь заседания:

Профессор кафедры
«Нефтегазовые технологии»,
доктор технических наук,
доцент

 Пономарева Инна Николаевна

Контактные данные:

Чернышов Сергей Евгеньевич,
доктор технических наук по специальности
2.8.2.Технология бурения и освоения скважин,
доцент, исполняющий обязанности
заведующего кафедрой «Нефтегазовые
технологии»
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет»

614990, Пермский край, г. Пермь,
Комсомольский проспект, д.29
Тел.: +7 (342) 219-82-92
E-mail: Chernyshov@pstu.ru

Пономарева Инна Николаевна,
доктор технических наук по специальности
25.00.17 (2.8.4.) – Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений,
доцент, профессор кафедры «Нефтегазовые
технологии»
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет»

614990, Пермский край, г. Пермь,
Комсомольский проспект, д.29
Тел.: +7 (342) 219-84-68
E-mail: PonomarevaIN@pstu.ru

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д.29.

Тел.: +7 (342) 219-80-67. Факс: 8 (342) 212-39-27
E-mail: rector@pstu.ru; <http://www.pstu.ru>



Исполнительный секретарь ПНИПУ


В.И. Макаревич