



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РН-БАШНИПИНЕФТЬ»
(ООО «РН-БашНИПИнефть»)

Общество с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»
(ООО «РН-БашНИПИнефть»)
ул. Ленина, 86/1, г. Уфа, Республика Башкортостан, 450006
тел. +7 (347) 293-60-10, факс +7 (347) 292-66-39, E-mail: mail@bnipl.rosneft.ru
КПП 027801001 ОГРН 1060278107780 ИНН 0278127289

«РН-БашНИПИнефть» яуапллыгы сикленген йемияте
(«РН-БашНИПИнефть» ЯСИ)
Ленин ур., 86/1, Өфө к., Башкортостан Республикаһы, 450006
тел. +7 (347) 293-60-10, факс +7 (347) 292-66-39, E-mail: mail@bnipl.rosneft.ru
КПП 027801001 ОГРН 1060278107780 ИНН 0278127289

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ООО «РН-БашНИПИнефть»
по технологическому развитию и
инновациям
Мироненко Артем Александрович


14 февраля 2025 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

общества с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»
на диссертационную работу **Астафьева Владимира Николаевича**
на тему **«Интегрированное проектирование многозонного гидроразрыва
пласта низкопроницаемых коллекторов»**, представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 –
Геофизика

Диссертационная работа Астафьева Владимира Николаевича на тему
«Интегрированное проектирование многозонного гидроразрыва пласта
низкопроницаемых коллекторов», представленная на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика выполнена в
обществе с ограниченной ответственностью «БУРСЕРВИС», а также в
Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте
нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения
Российской академии наук (ИНГГ СО РАН).

1. Актуальность темы выполненной работы

Эффективность разработки месторождений с использованием
многозонных операций гидроразрыва пласта (МГРП) во многом определяется
оптимальностью созданных трещин гидроразрыва и оптимальностью

конструкции скважин. Стимуляция низкопроницаемых коллекторов предполагает максимизацию зоны дренирования путём создания нескольких трещин с заданной геометрией, пространственным положением и фильтрационно-ёмкостными свойствами. Воздействие гидроразрыва на низкопроницаемый коллектор значительно ухудшает ФЕС пластов снижением их фазовой проницаемости, набуханием глин, коагулированием притрещинной зоны пласта и образованием эмульсий. Эти процессы необходимо учитывать при проектировании и проведении операций гидроразрыва. Моделирование и оптимизация операций МГРП оказывают существенное влияние и на процессы проектирования и строительства скважин, технологии контроля интенсификации и добычи углеводородов, системы разработки месторождений.

Диссертационная работа соискателя направлена на решение важной задачи создания технологий МГРП, позволяющих эффективно извлекать углеводороды из низкопроницаемых залежей, что и определяет её безусловную актуальность.

2. Научная новизна исследования

Научная новизна исследований автора обусловлена переосмыслением факторов, влияющих на эффективность проведения многозонного ГРП в низкопроницаемых пластах и созданием нового подхода к проектированию МГРП, учитывающего эти факторы.

Показано, что основой для моделирования многозонного гидроразрыва низкопроницаемых пластов должны быть взаимосвязанные трёхмерные геомеханические, геологические, гидродинамические, а также одномерные петрофизические и литолого-геохимические модели пластов. Использование в методике моделирования гидроразрыва обратных связей между параметрами МГРП, полученными на основании результатов анализа фактических данных обработок МГРП, с параметрами входных трёхмерных моделей пласта позволяет скорректировать не только модели гидроразрыва, но и параметры исходных геологических, гидродинамических и геомеханических моделей пластов.

Предложен и реализован новый подход к проектированию многозонного гидроразрыва низкопроницаемых пластов на основе разработанных методик трёхмерного моделирования и автоматизированной оптимизации МГРП.

Разработаны методические основы автоматизированной оптимизации многозонного гидроразрыва при помощи интеграции данных геофизических исследований скважин, моделирования ГРП и гидродинамического моделирования для низкопроницаемых пластов.

3. Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость полученных результатов заключается в создании подхода к моделированию многозонного ГРП, его совершенствования с использованием стандартной и усовершенствованной методик оптимизации МГРП. На основе разработанного подхода построены модели, разработана технология и проведены первые в России МГРП с жидкостью на углеводородной основе в низкотемпературных газовых пластах туронского яруса. Данная технология утверждена компанией-оператором как основная для разработки туронских отложений. С использованием разработанного подхода проведены исследования скважин, спроектированы и выполнены многозонные обработки высокотемпературных нефтяных пластов тюменской свиты, на основе которых построены модели и проведены первые в России высокоскоростные МГРП тюменской свиты, ставшие основой для технологии разработки нетрадиционных запасов баженовской свиты.

4. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Полученные результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать в профильных отделах организаций-недропользователей, научно-исследовательских и проектных организациях, занимающихся проектированием и проведением ГРП, прогнозом и оценкой добычи углеводородов, а также в сервисных организациях, разрабатывающих технологии и предоставляющих услуги по проведению операций ГРП на скважинах. Результаты исследований могут быть использованы организациями, разрабатывающими программное обеспечение для моделирования гидроразрыва пласта и гидродинамического моделирования.

5. Публикации, отражающие основное содержание диссертации

По теме диссертационной работы автором опубликовано 17 научных

работ, из них 4 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ (одна статья в журнале категории К1 и две статьи в журналах категории К2), 10 – в зарубежных изданиях, включенных в международную реферативную базу данных Scopus и РИНЦ; 3 – в российских нефтегазовых журналах.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на корпоративных, российских, международных форумах и конференциях: «SPE International Symposium and Exhibition on Formation Damage Control», Lafayette, Louisiana, USA, 15-17 February 2012; «Offshore Technology Conference-Asia», Kuala Lumpur, Malaysia, 25–28 March, 2014; «SPE workshop «Running Horizontal Wells with MSS Completion», Samara, Russia, 17-19 September 2014; III Международная научно-техническая конференция «Проблемы и опыт разработки трудноизвлекаемых запасов нефтегазоконденсатных месторождений». Санкт-Петербург, 3 Октября 2014; SPE Symposium «Hydraulic Fracturing in Russia: Experience and Future Perspectives», Moscow, 19-21 September 2016, Kaliningrad, 25–27 September 2018, Online, 22–24 September 2020; специализированные конференции «Технологии в области разведки и добычи нефти 2016». Москва. 4–5 октября 2016, 3–4 октября 2017, 23–24 октября 2018, 15–17 октября 2019; Форум «Разработка низкопроницаемых коллекторов с применением скважин с многостадийным ГРП и оптимизация гелевых систем ГРП». Новый Уренгой, 3–5 апреля 2019; SPE Russian Petroleum Technology Conference. Moscow. 12–15 October 2021, 22–24 October 2019, 15–17 October 2018, 24–26 October 2016, 26-28 October 2015; Техническая сессия SPE. «ГРП – многостадийный путь в будущее». Москва, 18–21 апреля 2022; Технологические форумы «Технологии ГРП». Новосибирск. 28 ноября 2022, 20 - 21 ноября 2023; Всероссийский саммит по ГРП: Вызовы и перспективы. Тюмень, 17-18 мая 2023; II Ежегодная конференция «Изучение перспектив нефтегазоносности севера Западной Сибири». Трудноизвлекаемые запасы. Тюмень, 4-5 июня 2024.

6. Соответствие диссертации научной специальности

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 1.6.9 – Геофизика – Использование геолого-геофизических данных для построения цифровых геологических, гидродинамических, геодинамических и иных моделей геологической среды и месторождений

(п.18.). Интегрированный анализ многомерной, многопараметровой и разнородной информации, включающей геофизические данные (п.20). Технические средства и технологии геофизического сопровождения проводки, геолого-технологических и ремонтных работ в скважинах (п.23). Контроль разработки месторождений полезных ископаемых по данным наземных и скважинных геофизических исследований, включая мониторинг процессов гидроразрыва пластов-коллекторов (п.26).

7. Общая оценка диссертационной работы.

Диссертационная работа Астафьева В.Н. посвящена актуальному вопросу разработки интегрированного подхода к проектированию многозонного гидроразрыва пласта на основе интеграции трёхмерных геомеханических, геологических, гидродинамических моделей пласта, псевдотрёхмерных и планарных трёхмерных моделей трещин ГРП. Поставленная задача решена в несколько этапов: развитие методики моделирования МГРП, создание методики автоматизированной оптимизации МГРП, объединение методик в интегрированный подход к проектированию, экспериментальная проверка разработанных методик и подхода. Результаты проведённых исследований свидетельствуют о технологической эффективности предложенного подхода к проектированию многозонного гидроразрыва.

Разработаны технологии многозонного ГРП на основе углеводородных жидкостей гидроразрыва для туронских залежей Южно-Русского месторождения, технологии МГРП. Для юрских отложений тюменской свиты Ем-Ёговского месторождения разработана технология МГРП, учитывающая структурные и литолого-геохимические факторы. Развитие данной технологии привело к созданию технологии высокоскоростного МГРП.

Представленная работа является мультидисциплинарным исследованием, включающим анализ многомерной, многопараметровой и разнородной информации, включающей геофизические, геомеханические, геологические гидродинамические, геохимические данные и технологии подготовки, проведения, контроля и анализа гидроразрыва.

Автореферат полностью отражает и соответствует содержанию диссертации.

В качестве замечаний к диссертационной работе следует отметить:

1. В процессе решения задачи оптимизации, касающейся использования гидродинамических моделей, автором предложена методика автоматизированной оптимизации на основе неструктурированной сетки с перебором параметров трещин, рассчитанных в модели ГРП. Но в сравнении с обычной гидродинамической моделью с структурированной сеткой, такой метод менее точен и более затратен при оценке добычи для больших секторов или месторождений в целом.

2. Автором представлены методики моделирования МГРП и приведено два примера их применения на месторождениях с различными геолого-геофизическими характеристиками пластов. В работе не приводится статистический анализ применения разработанного подхода и методик.

3. С применением подхода, представленного в работе, автором разработана технология высокоскоростного МГРП тюменской свиты. Указывается, что данная технология стала основой для разработки баженовской свиты, но приводится лишь один пример работы скважины после высокоскоростного МГРП, который отражает параметры работы скважины, но не показывает эффективности разработанной технологии.

4. Автором представлены результаты микросейсмического мониторинга трещин МГРП в виде схемы горизонтального участка скважины и набора микросейсмических событий, но не указана подробная схема наблюдений, тип приборов и метод выделения микросейсмических событий. Приведённые результаты трассерных исследований для определения дебита жидкости из каждой зоны не содержат информации о типе трассеров и методе их транспортировки в исследуемые интервалы.

Отмеченные замечания не являются определяющими при оценке диссертационной работы, не снижают актуальности, новизны, практической ценности представленных положений, результатов диссертации и носят рекомендательный характер.

8. Заключение на диссертационную работу.

Диссертационная работа Астафьева Владимира Николаевича «Интегрированное проектирование многозонного гидроразрыва пласта низкопроницаемых коллекторов» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи,

закключающейся в создании подхода к проектированию, методик моделирования и оптимизации многозонного гидроразрыва пластов с целью увеличения эффективности извлечения углеводородов из низкопроницаемых коллекторов. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Соискатель – Астафьев Владимир Николаевич заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. Геофизика.

Диссертационная работа заслушана и обсуждена на расширенном заседании Управления развития инноваций и сопровождения ТРИЗ ООО «РН-БашНИПИнефть» с участием экспертов и учёных, научно-исследовательская деятельность которых соответствует тематике диссертации соискателя. На заседании присутствовало 34 человека. Результаты голосования: «за» 34 человек, «против» 0 человек, воздержались 0 человек. Протокол №5 заседания от 31 января 2025 г.

Дата составления отзыва – 14 февраля 2025 г.

Старший эксперт бюро экспертов
ООО «РН-БашНИПИнефть»,
кандидат технических наук



Смолянец Евгений Фёдорович

Подпись Смолянца Евгения Фёдоровича удостоверяю:

Главный инженер отдела



Мироненко Артём Александрович,
заместитель генерального директора ООО «РН-БашНИПИнефть»
по технологическому развитию и инновациям
450103, г. Уфа. Ул. Бехтерева, 3/1, каб. 307.
Тел. 86(717)3500; +7 (987) 1439228
Эл. адрес: MironenkoAA@bnipi.rosneft.ru

Смолянец Евгений Фёдорович,
Старший эксперт бюро экспертов
Общества с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»,
кандидат технических наук по специальности 02.00.13 – Нефтехимия.
450103, г. Уфа. Ул. Бехтерева, 3/1, каб. 313.
Тел. +7(347) 293-60-10, доп. 2536.
Эл. адрес: Smolyanec@bnipi.rosneft.ru

Ведущая организация:

Общество с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»,
450006, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Ленина, д. 86/1.
Тел. +7(347) 262-43-40, факс: +7 (347) 362-41-75.
Эл. адрес: mail@bnipi.rosneft.ru
Официальный сайт: <https://rn.digital/>