

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе

ФГБОУ ВО «УфНТУ»

канд. техн. наук

Д.А. Гулин

« 31 »

августа

2026 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на диссертацию **Саврея Дмитрия Юрьевича** на тему «Выравнивание профиля приёмистости паронагнетательных скважин с применением осадкообразующих составов в процессе разработки месторождений высоковязких нефтей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-технической задачи повышения эффективности разработки месторождений высоковязких нефтей паротепловыми методами. В условиях устойчивого роста доли трудноизвлекаемых запасов в структуре сырьевой базы нефтедобывающей отрасли Российской Федерации совершенствование технологий паротеплового воздействия и термошахтной разработки, в частности применяемой на Ярегском месторождении подземно-поверхностной системы, является приоритетным направлением. Существующая практика площадной закачки пара сталкивается с проблемой неравномерного охвата пласта воздействием, обусловленной преобладающей фильтрацией теплоносителя в прикровельной зоне залежи. Это приводит к преждевременным прорывам пара, нерациональному расходу тепловой

энергии и снижению коэффициента извлечения нефти. В связи с этим разработана физически обоснованных методов выравнивания профиля приёмистости паронагнетательных скважин, в том числе с применением осадкообразующих составов, является своевременной и востребованной задачей, имеющей существенное значение для повышения эффективности освоения залежей высоковязких нефтей.

2. Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 121 наименования и четырех приложений. Общий объем работы составляет 210 страниц машинописного текста, включая 108 рисунков и 12 таблиц. Структура диссертации логически выстроена и соответствует поставленным цели и задачам исследования.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, представлены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе выполнен анализ современного состояния разработки месторождений высоковязких нефтей тепловыми методами. Рассмотрены особенности подземно-поверхностной системы термощахтной разработки Ярегского месторождения, выявлены факторы, ограничивающие эффективность паротеплового воздействия.

Во второй главе представлены результаты промысловых геофизических исследований паронагнетательных скважин участка 3Т-4 Ярегского месторождения. На основе анализа профилей приёмистости и температурных замеров установлено, что большая часть закачиваемого теплоносителя уходит в прикровельную зону пласта. Предложен удельный коэффициент приёмистости как критерий оценки эффективности работы паронагнетательных скважин, а также определены коэффициенты охвата теплоносителем при закачке пара.

В третьей главе разработана математическая модель прогрева пласта в направлении от кровли к подошве с учетом термогравитационной конвекции.

Уравнение конвективной теплопроводности решено аналитически, получены зависимости распределения температуры в призабойной зоне паронагнетательных скважин по толщине пласта. Достоверность модели подтверждена сопоставлением расчетных данных с фактическими температурными профилями паронагнетательных скважин.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований на зонально-неоднородных моделях пласта. Обоснован способ определения эффективного порового объема методом поточной резистивиметрии, позволяющий количественно оценивать долю пор, вовлечённых в фильтрацию. Экспериментально доказана эффективность поэтапной закачки осадкообразующих составов для перераспределения потока теплоносителя. Установлено, что миграция и уплотнение осадка по длине модели при закачке пара обеспечивают рост локальных градиентов давления, увеличение охвата менее проницаемых зон и довытеснение остаточной нефти. Разработан способ выравнивания профиля приёмистости паронагнетательных скважин, защищённый патентом РФ.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты работы.

3. Научная новизна исследования

Основные научные результаты, полученные соискателем, по его мнению, характеризуются новизной и состоят в следующем:

1. Установлены количественные характеристики механизма прогрева пласта при подземно-поверхностной системе термошахтной разработки Ярегского месторождения, заключающиеся в преобладании термогравитационной конвекции и формировании зоны активной фильтрации пара в прикровельной части залежи (до 73,8 % от общей приёмистости), что подтверждено профилями приёмистости паронагнетательных скважин и данными термометрии.

2. Разработана математическая модель прогрева пласта в направлении от кровли к подошве с учетом термогравитационной конвекции, позволяющая прогнозировать динамику формирования паровой зоны при закачке пара.

Достоверность модели подтверждена сопоставлением с промысловыми данными термометрии с погрешностью 5-7 %.

3. Научно обоснован способ определения эффективного порового объема горной породы, отличающийся использованием трассирования потока раствором неорганической соли и поточной резистивиметрии по точке перегиба выходной кривой электрического сопротивления, что позволяет количественно оценивать долю пор, вовлечённых в фильтрацию.

4. Экспериментально установлена эффективность перераспределения потока теплоносителя при поэтапной закачке осадкообразующих составов на зонально-неоднородных моделях пласта, заключающаяся в миграции и уплотнении осадка по длине модели под действием пара, росте локальных градиентов давления (фильтрационное сопротивление возрастает на 64,4-86,4 %), увеличении охвата менее проницаемых зон в 1,7-4 раза и довытеснении остаточной нефти (дополнительный коэффициент вытеснения нефти после прорыва пара составляет 3,1 %).

4. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов обеспечивается значительным объемом промысловых данных по паронагнетательным скважинам Ярегского месторождения, корректным применением методов математического моделирования и фильтрационных экспериментов с использованием современного оборудования. Обоснованность выводов подтверждается удовлетворительной сходимостью расчетных температурных профилей с фактическими данными термометрии, а также воспроизводимостью результатов экспериментов на трех зонально-неоднородных моделях пласта. Основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах из перечня ВАК и защищены двумя патентами на изобретение.

5. Теоретическая значимость результатов

Теоретическая значимость работы заключается в развитии представлений о механизме прогрева пласта при паротепловом воздействии с

учетом термогравитационной конвекции. Полученное аналитическое решение уравнения конвективной теплопроводности для одномерной вертикальной постановки позволяет описывать нестационарное распределение температуры при прогреве пласта от кровли к подошве в призабойной зоне вертикальной паронагнетательной скважины. Разработанный способ определения эффективного порового объема создает методическую основу для количественной оценки коэффициента охвата при применении потокоотклоняющих технологий в лабораторных условиях.

6. Практическая значимость результатов

Практическая значимость диссертационной работы подтверждается разработкой способа выравнивания профиля приёмистости паронагнетательных скважин путем поэтапной закачки осадкообразующих составов (патент РФ № 2813288). Предложенный способ позволяет формировать термостабильный фильтрационный барьер в паровой зоне пласта, обеспечивая ступенчатое регулирование фильтрационных сопротивлений и повышение охвата менее проницаемых интервалов. Разработанный способ определения эффективного порового объема (патент РФ № 2820738) может быть использован при лабораторном обосновании технологий перераспределения фильтрационных потоков. Результаты работы могут найти применение при проектировании и сопровождении паротеплового воздействия на залежи высоковязких нефтей, а также при выборе скважин-кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий с целью изменения фильтрационных потоков теплоносителя.

7. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать при проектировании и мониторинге паротеплового воздействия на пласты высоковязких нефтей, в частности при:

- обосновании необходимости выравнивания профиля приёмистости паронагнетательных скважин по результатам геофизических исследований;

- планировании закачки осадкообразующих составов для перераспределения потоков теплоносителя;
- лабораторной оценке эффективности потокоотклоняющих технологий с использованием разработанного способа определения эффективного порового объема горной породы.

Разработанные методические подходы могут быть внедрены в производственную деятельность нефтедобывающих организаций, эксплуатирующих месторождения высоковязких нефтей, а также в учебный процесс вузов при подготовке специалистов по разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

8. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений по следующим пунктам:

- п. 2: «Геолого-физические, геомеханические, физико-химические, тепломассообменные и биохимические процессы, протекающие в естественных и искусственных пластовых резервуарах и окружающей геологической среде при извлечении из недр и подземном хранении жидких и газообразных углеводородов и водорода известными и создаваемыми вновь технологиями и техническими средствами для развития научных основ создания эффективных систем разработки, обустройства и эксплуатации месторождений и подземных хранилищ жидких и газообразных углеводородов и водорода, захоронения кислых газов, включая диоксид углерода»;

- п. 3: «Научные основы технологии воздействия на межскважинное и околоскважинное пространство и управление притоком пластовых флюидов к скважинам различных конструкций с целью повышения степени извлечения из недр и интенсификации добычи жидких и газообразных углеводородов».

9. Соответствие автореферата диссертации её содержанию

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы, в нем представлены все основные научные результаты, выводы и практические рекомендации. Оформление автореферата соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ.

10. Личный вклад соискателя

Личный вклад автора состоит в проведении теоретических исследований, планировании и проведении экспериментальных работ, обработке полученных данных, разработке математической модели прогрева пласта и её реализации, проведении промысловых исследований и интерпретации данных, а также в апробации результатов и подготовке публикаций.

11. Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. Выполнено физическое моделирование без учёта особенностей продуктивного пласта (его изменчивости по разрезу и простиранию).

2. В математической модели имеется ряд допущений, в том числе не учитывается слоистая и зональная неоднородность пласта по проницаемости.

3. Применение осадкообразующих технологий при тепловом методе воздействия может дать отрицательный результат, что требует дополнительного геолого-промыслового исследования.

4. В работе не представлена фильтрационная модель, построенная на лицензированных 3D-симуляторах, применяемых при проектировании разработки, что не позволяет опереться на её результаты. Тем более отсутствует модель двойной пористости, которая могла бы учесть влияние трещинной системы на эффективность выработки углеводородов тепловым методом.

5. Фильтрационный эксперимент на составной модели пласта не в полной мере учитывает влияние неоднородности пласта, а лишь отчасти дает представление об изменении воздействия по длине модели.

6. Автор оставил без внимания экономическую оценку применения предлагаемых технологий.

Заключение

Диссертационная работа Саврея Дмитрия Юрьевича на тему «Выравнивание профиля приёмистости паронагнетательных скважин с применением осадкообразующих составов в процессе разработки месторождений высоковязких нефтей» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи – повышения эффективности паротеплового воздействия на пласты высоковязких нефтей за счёт выравнивания профиля приёмистости паронагнетательных скважин с применением осадкообразующих составов.

По своей актуальности, научной новизне, практической значимости и объёму выполненных исследований диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Саврей Дмитрий Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Отзыв подготовлен доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» (РНГМ) Горно-нефтяного факультета (ГНФ) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Сагитовым Дамиром Камбировичем.

Доклад Саврея Д.Ю. по диссертации и отзыв были заслушаны и обсуждены на заседании кафедры РНГМ федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский

государственный нефтяной технический университет», протокол № 1 от «01» августа 2026 г. На заседании присутствовало 14 членов кафедры РНГМ с правом голоса, в т.ч. 5 докторов технических наук и 3 кандидатов технических наук по специальности 2.8.4. (25.00.17) Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Я, Сагитов Дамир Камбирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений»
Горно-нефтяного факультета
ФГБОУ ВО «УГНТУ»



Сагитов Дамир
Камбирович

31.08.2026

Подпись заверяю:
Проректор по
учебно-методической работе



Карачурина Регина
Фаритовна

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (ФГБОУ ВО «УГНТУ»)

Почтовый адрес: 450064, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1

Официальный сайт: <https://ugntu.ru/index.php/ru>

E-mail: kafedra-rngm@mail.ru

Тел.: +7 (347) 242-09-39



Гулин Денис Алексеевич, проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО «УГНТУ», кандидат технических наук по специальности 25.00.19 (2.8.5.) Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

Сагитов Дамир Камбирович, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» Горно-нефтяного факультета ФГБОУ ВО «УГНТУ», доктор технических наук по специальности 25.00.17 (2.8.4.) Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, профессор