

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.419.03,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 7.06.2024 № 8

О присуждении Губанову Сергею Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование метода интенсивного термобарического воздействия на залежи высоковязкой нефти скважинами с дуальной системой стволов» по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки) принята к защите 4 апреля 2024 года (протокол заседания №4) диссертационным советом 24.2.419.03, созданным на базе ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 625000, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38, приказ о создании диссертационного совета №136/нк от 15 февраля 2019 года.

Соискатель Губанов Сергей Игоревич, 23 марта 1993 года рождения.

В 2015 г. соискатель окончил обучение в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет» с присвоением квалификации «бакалавр» по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

В 2017 г. Губанов С.И. окончил обучение в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет» с присвоением квалификации «магистр» по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

В период подготовки диссертации с 01.09.2017г. по 31.08.2021г. Губанов Сергей Игоревич являлся аспирантом очной формы обучения в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет» на кафедре «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» по направлению 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», шифр 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

С 2016 года по настоящее время Губанов Сергей Игоревич работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет» в должности старшего преподавателя кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Диссертация «Обоснование метода интенсивного термобарического воздействия на залежи высоковязкой нефти скважинами с дуальной системой стволов» выполнена на кафедре «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук (по специальности 05.15.06 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»), доцент Ольховская Валерия Александровна, доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Чупров Илья Фёдорович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Физика и высшая математика» Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» (УГТУ);

Королев Максим Игоревич, кандидат технических наук, доцент высшей нефтяной школы Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» (г. Санкт-Петербург) в своем положительном отзыве, подписанным Подопрigorой Дмитрием Георгиевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Коробовым Григорием Юрьевичем, кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» и утвержденным Пашкевич Натальей Владимировной, доктором экономических наук, профессором, первым проректором ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» (г. Санкт-Петербург), указала, что диссертационная работа Губанова Сергея Игоревича на тему «Обоснование метода интенсивного термобарического воздействия на залежи высоковязкой нефти скважинами с дуальной системой стволов» является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи, имеющей существенное значение для науки и практики в области добычи высоковязкой нефти и природного битума.

Работа, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, а ее автор, Губанов Сергей Игоревич, заслуживает

присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 20 научных работ, в том числе 8 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК Министерства образования и науки России, 2 статьи в изданиях, входящих в перечень Scopus, и 2 статьи из перечня Web of Science, одна научная коллективная монография. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, включая научные статьи, свидетельства о получении патента РФ на изобретение № 2607486 и № 2682830. Общий объем опубликованных научных изданий – 22,55 п. л. (в том числе авторских – 7,87 п. л.).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ольховская, В.А. Способ разработки месторождений высоковязкой нефти с возможностью прогрева пласта / В.А. Ольховская, А.М. Зиновьев, С.И. Губанов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – Самара, СамГТУ. – Октябрь, 2014. - № 3 (43). – С. 163-173 (авторское участие 60 %).

*Разработка месторождений высоковязкой нефти скважинами с дуальной системой стволов предоставляет потенциальную возможность увеличения добычи за счет периодического прогрева пласта. Эффект достигается путем размещения высокотемпературного твердотопливного источника на забое вертикального ствола и отбора пластовой жидкости через дополнительный (боковой) ствол, расположенный за пределами зоны ожидаемого повреждения породы. Технические решения по использованию малогабаритного глубинно-насосного оборудования позволяют оптимизировать процессы термообработки и добычи. Отход бокового ствола от вертикали определяется радиусом прогрева пласта.*

2. Астафьев, В.И. Прогрев пласта в скважине с дуальной системой стволов и интенсификация добычи высоковязкой нефти / В.И. Астафьев, В.А. Ольховская, С.И. Губанов // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 66–69 (авторское участие 55 %).

Для добычи тяжелой высоковязкой нефти наиболее предпочтительны тепловые методы, которые можно реализовать без применения наземных парогенераторов с размещением источника тепла непосредственно в пласте или в призабойной зоне скважин. Большинство известных технологий сопровождается перегревом приствольных и удаленных от скважин зон пласта до температур, приводящих к снижению проницаемости в результате спекания пород и коксования тяжелых углеводородов. Техническое решение, предусматривающее вскрытие пласта скважиной с дуальной системой стволов, ставит задачей периодический прогрев пласта с помощью высокотемпературного твердотопливного или жидкостного источника, размещенного на забое вертикального ствола, и отбор пластовой жидкости через дополнительный боковой ствол, расположенный в радиусе прогрева за пределами зоны ожидаемого повреждения породы. В ходе расчетов, выполненных для пласта Б<sub>2</sub> Волгановского месторождения, установлено, что проектный дебит, который фактически достигнут при депрессии 7,6 МПа, может поддерживаться при депрессии 4 МПа, если температура в точке отбора будет доведена до 40 °С. С увеличением температуры до 80 °С относительный прирост дебита скважины составит 29 %. Поскольку большинство высоковязких нефтей является неньютоновскими системами, фильтрационная модель включала такие параметры, как граничные градиенты давления и предельное динамическое напряжение сдвига нефти. Величина эффекта обусловлена снижением вязкости нефти и улучшением реологической характеристики пластовой системы. Теоретически доказано, что прогрев пласта в скважине с дуальной системой стволов позволит осуществлять добычу при меньших депрессиях с минимальным выносом песка в скважины, а при условии роста депрессий - интенсифицировать отбор нефти с потенциально большими дебитами.

3. Ольховская, В.А. Прогнозирование размеров трещины при интенсивном газогидродинамическом воздействии на пласт / В.А. Ольховская, С.И. Губанов // Периодический научно-технический журнал «Нефтепромышленное дело», серия

«Методы воздействия на пласт и повышения нефтеотдачи», ВНИИОЭНГ. - № 3. – 2017. – С. 43-45 (авторское участие 60 %).

*Приведены результаты определения геометрических параметров трещины, образующейся в пласте при интенсивном газогидродинамическом воздействии. Показана зависимость размеров трещины от давления продуктов сгорания твердотопливного заряда, количества и расхода скважинной жидкости. Обосновано применение технологии зарядного газодинамического разрыва пласта в скважине с дуальной системой стволов.*

4. Астафьев, В.И. Динамика неустойчивых процессов заводнения нефтяных пластов и фильтрация при наличии трещин в поровом объёме / В.И. Астафьев, Е.В. Андриянова, С.И. Губанов, А.М. Зиновьев, А.Е. Касаткин, В.А. Ольховская. – Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2017. – 192 с (авторское участие 21 %).

*В данной монографии рассмотрены вопросы математического моделирования процесса заводнения нефтяных пластов. Также описан процесс фильтрации нефти при наличии трещин в поровом объёме. Выполнен расчет, позволяющий прогнозировать геометрические параметры трещины, образующейся при интенсивном газодинамическом воздействии на пласт. Также разработана математическая модель фильтрации нелинейно вязкопластичной нефти в присутствии активной водной фазы и теоретически обоснован способ количественной оценки плотности запасов вязкопластичной нефти в обводненном пласте.*

5. Силантьева, А.М. Оценка выработки запасов вязкопластичной нефти на стадии обводнения пласта / А.М. Силантьева, В.А. Ольховская, С.И. Губанов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 12/2017. – С. 35-40 (авторское участие 30 %).

*Рассматривается способ количественной оценки плотности запасов вязкопластичной нефти в обводнённом пласте. Способ позволяет дополнительно учесть влияние реологических факторов на полноту вытеснения нефти водой, для чего в задаче Бакли - Леверетта предлагается использовать нелинейную зависимость скорости фильтрации нефти от градиента давления.*

*Для терригенного пласта Б<sub>2</sub> одного из месторождений высоковязкой нефти Самарской области рассчитаны концентрации текущих запасов с обоснованием модели неньютоновского течения нефти в присутствии активной водной фазы. Учёт вязкопластичных свойств нефти в теории водонапорного режима создаёт предпосылки для повышения эффективности геолого-технических мероприятий, включая строительство скважин с дуальной системой стволов, термобарическое воздействие на пласт и блокирование притока воды.*

6. Губанов, С.И. Определение геометрических параметров трещины при высокоэнергетическом импульсном воздействии на пласт / С.И. Губанов, В.И. Астафьев, В.А. Ольховская // Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». - № 4. – 2019. – С. 27-34 (авторское участие 55 %).

*Обоснован выбор аналитической геомеханической модели развития трещины в нефтенасыщенном пласте в результате высокоэнергетического импульсного воздействия. Исследован механизм образования и определены геометрические параметры трещины, создаваемой по технологии интенсивного газодинамического воздействия на призабойную зону скважины. Получена зависимость размеров трещины от давления газообразных продуктов сгорания твердотопливного заряда и толщины обрабатываемого пласта. Обосновано применение технологии зарядного газодинамического разрыва пласта в скважине с дуальной системой стволов.*

7. Губанов, С.И. Термогазохимическое воздействие на залежь высоковязкой нефти в скважине с дуальной системой стволов / С.И. Губанов, К.А. Овчинников, В.А. Ольховская, Г.А. Ковалева // Научно-технический журнал «Технологии нефти и газа». - № 5. – 2020 г. – С. 41-46 (авторское участие 45 %).

*Рассмотрена перспектива добычи высоковязкой нефти на основе термогазохимического метода воздействия с использованием бинарного состава в скважине с дуальной системой стволов. Приведено теоретическое и расчётно-экспериментальное обоснование глубины прогрева пласта,*

*расстояния между забоями вертикального и бокового стволов, параметров технологического режима отбора продукции.*

8. Губанов, С.И. Стимуляция скважины с дуальной системой стволов парогазовым воздействием при оптимальной температуре прогрева пласта / Губанов С.И., Ольховская В.А., Силантьева А.М. // Нефтепромысловое дело. - № 2 (638), 2022. – С. 22-30. DOI 10.33285/0207-2351-2022-2(638)-22-30 (авторское участие 60 %).

*В статье рассматривается тепловое воздействие на нефтяной пласт с применением забойных парогазогенераторных устройств, планируемых к установке в скважине с дуальной системой стволов. Приводятся результаты лабораторного эксперимента по определению реологических свойств высоковязкой нефти, обуславливающих оптимальную температуру прогрева пласта. Обсуждаются результаты расчета радиуса прогрева пласта до целевой температуры, позволяющей оптимизировать добычу нефти. Предложен вариант теплофизического расчета с использованием данных лабораторного эксперимента, который облегчает выбор параметров технологии и положения забоя добывающего ствола по отношению к источнику прогрева при проектировании.*

9. Губанов, С.И. Метод оценки остаточных запасов высоковязкой нефти с последующим вовлечением их в разработку скважинами с дуальной системой стволов / Губанов С.И., Ольховская В.А., Силантьева А.М. // НТЖ «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений». - № 5(377), 2023. – С. 40-48. (авторское участие 40 %).

*Для неньютоновских нефтяных систем предложены аналитические зависимости, позволяющие теоретически связать показатель обводнённости с текущей водо- и нефтенасыщенностью порового пространства. С их помощью рассчитан показатель плотности запасов нелинейно вязкопластичной нефти на стадии обводнения пласта С-I бобриковского горизонта одного из месторождений севера Самарской области. Показано, что с учётом влияния реологического фактора на механизм вытеснения нефти водой количество*

остаточной нефти в порах по прогнозу может существенно превышать величину, определяемую с помощью модели ньютоновского течения обеих фаз. При этом динамика обводнения пласта и степень вытеснения нефти дополнительно обусловлены фактическим градиентом давления. В результате оперативной локализации остаточных запасов нефти намечены участки, эксплуатация которых возможна скважинами с дуальной системой стволов. Данное техническое решение обеспечивает периодическое термобарическое воздействие на пласт и добычу остаточной нефти за пределами зоны ожидаемого повреждения породы. Эффективная степень прогрева соответствует температуре 60 °С, что подтверждено лабораторными исследованиями и аналитическими расчётами на основе модели радиальной фильтрации нелинейно вязкопластичной нефти. После отключения обводнённых пропластков, бурения второго ствола и адресного прогрева дополнительная годовая добыча нефти оценивается в 3,5 тыс. т на 1 скважину.

10. Astafev, V.I. Analytical filtration model for nonlinear viscoplastic oil in the theory of oil production stimulation and heating of oil reservoir in a dual-well system / V.I. Astafev, S.I. Gubanov, V.A. Olkhovskaya, A.M. Sylantyeva, A.M. Zinovyev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – Vol.121. 052023. – 2018. – pp. 1-10 (авторское участие 45 %).

Авторы статьи использовали аналитическую модель стационарного притока нелинейно-вязкопластической нефти к забою скважины с целью обоснования увеличения эффективности воздействия на пласт. Также был проанализирован метод периодического подогрева продуктивного пласта с помощью скважин с дуальной системой стволов. Высокотемпературный источник размещается на забое вертикального ствола скважины, в непосредственной близости от продуктивного пласта; при этом для добычи используется боковой ствол, расположенный вне зоны ожидаемого разрушения горных пород. Предлагаемый метод системной обработки пластов скважинами с дуальной системой стволов может быть полезен при разработке небольших месторождений высоковязкой нефти. Эффект основан

*на возможности контролировать структурно-механические свойства высоковязкой нефти и увеличивать выработку запасов.*

11. Gubanov, S.I. Effect of rising reservoir temperature on production of high-viscosity oil / S.I. Gubanov, V.I. Astafev, V.A. Olkhovskaya, K.A. Ovchinnikov, V.V. Konovalov // Petroleum engineering and petroleum geochemistry / Proceedings of the 1st Springer Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG-1). – Tunisia. – 2018. – pp. 51-54 (авторское участие 40 %).

*Добыча высоковязкой нефти и проектирование систем разработки месторождений такой нефти является одним из наиболее перспективных направлений развития мировой нефтяной промышленности. Как правило, нефти этого типа обладают выраженными структурно-механическими свойствами. Нелинейная связь между градиентом давления и скоростью течения нефти обусловлена взаимодействием высокомолекулярных веществ, в частности асфальтенов и смол, образующих в ней пластичную структуру. Для обоснования интенсивного воздействия на пласт использована аналитическая модель стационарного притока нелинейно-вязкопластической нефти к забою скважины. Также авторами был проанализирован метод периодического подогрева продуктивного пласта с помощью скважин с дуальной системой стволов, который может быть полезен на месторождениях высоковязкой нефти.*

12. Imran, Ali. A dual-well system and thermal-gas-chemical formation treatment: Combined methods for high-viscosity oil production / Ali Imran, S.I. Gubanov, K.A. Ovchinnikov, V.A. Olkhovskaya, G.A. Kovaleva, E. Galunin, A. Tkachev // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 194 (107554). – 2020. – pp. 1-6 (авторское участие 45 %).

*В статье рассмотрена возможность увеличения дебита высоковязкой нефти за счет закачки бинарного химического состава в скважину с дуальной системой стволов. Взаимодействие основного химического реагента с инициатором экзотермической реакции способствует нагреву пласта в радиусе забоя вертикального ствола. Из-за риска необратимых изменений структуры и*

*снижения проницаемости породы в зоне контакта реагентов нефть добывается через боковой ствол. Теоретически и экспериментально доказано, что оптимальная пластовая температура в точке отбора может быть достигнута за счет реологических характеристик высоковязкой нефти. Представлены результаты гидродинамического моделирования дебита скважин и теплового поля пласта для предполагаемого объекта воздействия. Определены оптимальные параметры технологического режима и подтверждено, что критерием эффективности комбинированного способа является интенсификация добычи нефти. Исследования проведены на пласте Б<sub>2</sub> бобриковского горизонта Самарской области (Россия).*

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов, все положительные, от:

**Гиляева Гани Гайсиновича,**

д.т.н., профессора, директора института нефти, газа и энергетики, заведующего кафедрой нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (г. Краснодар) и **Антониади Дмитрия Георгиевича,**

д.т.н., профессора, профессора кафедры нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (г. Краснодар).

Замечание: 1) в качестве замечания можно отметить, что автор, оптимизируя параметры воздействия, не уделил внимания периодичности прогрева пласта.

**Липаева Александра Анатольевича,**

д.т.н., профессора, действительного члена РАЕН, профессора кафедры геологии и геофизики нефти газа ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (г. Екатеринбург).

Замечания: 1) расстояние между забоями вертикального и горизонтального стволов определяется на основании радиуса прогрева пласта. Учитывается ли при этом размер зоны нарушения структуры порового пространства при

газодинамическом или ином воздействии на призабойную зону? 2) в работе не обсуждаются вопросы необходимости создания не одного, а нескольких боковых стволов. Впрочем, это может быть предметом дальнейших научных исследований.

**Чертенкова Михаила Васильевича,**

к.т.н., заместителя генерального директора по добыче тяжелой нефти ООО «Sanoat Energetika Guruhi» (г. Ташкент, Республика Узбекистан).

Замечание: 1) поскольку при определенных высоких температурах идет начало процесса коксования нефти, в т.ч. и высоковязкой, в перечень задач было бы целесообразно включить исследование механизма взаимодействия с вмещающим нефтенасыщенным пластом парогазовой смеси и альтернативных энергоносителей. Данное замечание можно рассматривать в качестве рекомендации на будущее.

**Подлесновой Екатерины Витальевны,**

к.х.н., руководителя испытательно-аналитического центра ООО «Газпромнефть - Промышленные инновации» (г. Санкт-Петербург).

Замечания: 1) автору следовало разъяснить, что подразумевается под негативным изменением структуры порового пространства рассматриваемого высокопроницаемого пласта в результате газодинамического разрыва; 2) не хватает чёткого перечня всех параметров интенсивного термобарического воздействия, которые автор научно обосновывает (оптимизирует) для достижения эффекта.

**Рыбалкина Леонида Алексеевича,**

к.т.н., научного сотрудника лаборатории физических методов воздействия на массив горных пород Институт горного дела имени Н. А. Чинакала СО РАН (г. Новосибирск).

Замечание: 1) следовало уделить внимание системе мониторинга температуры пласта в точке отбора продукции и периодичности прогрева.

**Мирсаетова Олега Марсимовича,**

д.т.н., доцента, заместителя директора института по научной работе,

профессора кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Институт нефти и газа им. М.С. Гущериева (г. Ижевск).

Замечание: 1) существенных замечаний к работе нет. Имеются лишь вопросы по уровням эмульсионной способности нефтей на исследуемых объектах и к оформлению публикации 4 в списке публикаций автора.

**Галикеева Руслана Маратовича,**

к.т.н., начальника Экспертно-аналитического управления «Тюменский нефтяной научный центр» ПАО «НК «Роснефть» (г. Тюмень).

Замечание: 1) неясно, каким образом при моделировании учитывались непроизводительные потери тепла в кровлю и подошву прогреваемого пласта.

**Попова Сергея Николаевича,**

д.т.н., заведующего лабораторией нефтегазовой механики и физико-химии пласта, главного научного сотрудника Института проблем нефти и газа Российской академии наук (г. Москва).

Замечания: 1) из автореферата не ясно – почему автор выбрал именно модель Христиановича-Гиртсма-де Клерка, а не модель Перкинса-Керна-Нордгрена; 2) также непонятно – учитывалось ли при моделировании изменение ФЕС матрицы породы в зависимости от давления и температуры.

**Хижняк Григория Петровича,**

д.т.н., профессора кафедры «Нефтегазовые технологии» ФГАУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (г. Пермь).

Замечание: 1) из автореферата непонятно, какой теплофизический расчет выполнен в работе (третья глава) и, соответственно, как получен график зависимости площади прогретой зоны и тепловой эффективности от времени прогрева пласта.

**Телина Алексея Герольдовича,**

к.х.н., заместителя директора по научной работе «ООО «Уфимский Научно-Технический Центр» (г. Уфа).

Замечание: существенных замечаний к автореферату и диссертационной работе не выявлено.

**Третьякова Николая Юрьевича,**

к.х.н., доцента, директора ЦКП «Рациональное природопользование и физико-химические исследования» ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень).

Замечание: существенных замечаний к автореферату и диссертационной работе нет.

**Выбор официального оппонента Чупрова Ильи Фёдоровича,**

доцента, доктора технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, профессора кафедры «Физика и высшая математика» ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет» обоснован тем, что он является известным специалистом в области математического моделирования тепловых методов воздействия на пласт, насыщенного нефтью аномально высокой вязкости или битумом, а также в области проектирования разработки нефтяных месторождений и эксплуатации скважин с применением термических методов воздействия на призабойную зону пласта. Чупров И.Ф. является автором более 70 научных работ, в том числе технологий повышения нефтеотдачи пластов на основе тепловых методов, довыработки запасов, разработки залежей, содержащих тяжелые, высоковязкие нефти.

**Выбор официального оппонента Королева Максима Игоревича,**

кандидата технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений обоснован тем, что он является высококвалифицированным специалистом в области скважинной добычи нефти, применения методов повышения нефтеотдачи пластов с высоковязкой нефтью. Он имеет большой опыт практической работы в сфере интенсификации добычи нефти. Королев М.И. работает доцентом и по совместительству руководителем высшей нефтяной школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет». Королевым М.И. опубликовано

более 20 научных трудов, включая статьи в периодических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ и индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

Выбор **ведущей организации ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»** обоснован следующим. В области нефтедобычи Санкт-Петербургский горный университет, являясь вузом политехнического профиля, реализует все уровни высшего профессионального образования с присвоением квалификаций: бакалавр, квалифицированный специалист, магистр; обеспечивает получение дополнительного и послевузовского образования. В университете сформирована современная эффективная система подготовки квалифицированных кадров для топливно-энергетического комплекса, ориентированная на интеграцию учебного процесса с наукой и производством. Проводятся фундаментальные и актуальные прикладные исследования по основным проблемам развития сырьевой базы РФ, рационального природопользования, разработки прогрессивных энергосберегающих технологий добычи полезных ископаемых. Университет располагает сетью научных центров на базе модернизированных лабораторий, сотрудничает с ведущими нефтегазовыми компаниями, имеет международный опыт организации междисциплинарных исследований и профильных изысканий в области добычи углеводородного сырья. Кафедры осуществляют масштабную подготовку научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации через аспирантуру и докторантуру. Университет регулярно участвует в выполнении федеральных целевых и ведомственных программ, договоров с предприятиями на создание научно-технической продукции, сотрудничает на базе технологических платформ с крупнейшими российскими компаниями, бизнес-структурами и высокотехнологичными предприятиями нефтегазового комплекса, является участником программ инновационного развития компаний с государственным участием. Методам увеличения нефтеотдачи и повышения производительности скважин, в том числе, на месторождениях высоковязкой нефти и природного битума посвящены работы сотрудников кафедры

«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Рогачева М.К., Мардашова Д.В., Шарифова А.Р., Хасанова М.М., Шагиахметова А.М., Тананыхина Д.С., Подопригоры Д.Г., Петракова Д.Г., Купавых К.С., Купавых А.С., Александрова А.Н. и др.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **разработана** методика выбора потенциальных объектов интенсивного термобарического воздействия, включающего проведение газодинамического разрыва пласта и последующий его прогрев от подземного парогазового источника в скважине с дуальной системой стволов, основанная на результатах аналитического, геомеханического, теплофизического и численного моделирования, позволяющая варьировать радиус прогрева и расстояние между забоями стволов, учитывать увеличение подвижности флюида в пласте, снижение граничных градиентов давления, обосновывать повышение коэффициента продуктивности скважины и интенсификацию добычи;

- **предложено** интенсифицировать добычу высоковязкой нефти за счет применения метода комбинированного термобарического воздействия на пласт в скважине с дуальной системой стволов;

- **доказана** эффективность метода интенсивного термобарического воздействия на залежи высоковязкой нефти с применением скважины с дуальной системой стволов;

- **введенных** новых понятий и терминов нет.

***Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:***

- **доказано** влияние комплекса параметров комбинированного газодинамического и теплового воздействия на глубину прогрева, степень охвата пласта тепловым воздействием, величину коэффициента вытеснения нефти, взаимное расположение забоев, дебит нефти и производительность скважины с дуальной системой стволов. Выявлена зависимость размеров искусственной теплопроводящей трещины от толщины пласта, подвергаемого газодинамическому разрыву. Установлено влияние температуры на изменение

фазовой проницаемости, реологической характеристики и дебита пластовой нефти в зоне термобарического воздействия на основе моделирования стационарного нелинейно вязко-пластичного притока жидкости к скважине.

- **применительно к проблематике диссертации результативно** использованы экспериментальные методы исследования, методы аналитического, геомеханического, численного и теплофизического моделирования процессов фильтрации и прогрева;

- **изложена** гипотеза об эффективности применения метода комбинированного термобарического воздействия, включающего проведение газодинамического разрыва пласта и последующего его прогрева от подземного парогазового источника в скважине с дуальной системой стволов с целью повышения подвижности флюида в пласте, снижения градиентов давления и вязкости реологически сложной высоковязкой нефти, интенсификации добычи высоковязкой нефти и повышения коэффициента продуктивности скважины;

- **раскрыты** физические основы газодинамического и теплового воздействия на насыщенную высоковязкой нефтью поровую среду между вертикальным и боковым стволом скважины с дуальной системой стволов, а также основные факторы, влияющие на изменение фильтрационных характеристик пласта и реологической характеристики пластовой нефти в зоне термобарического воздействия;

- **изучено** влияние параметров пласта и комбинированного газодинамического и теплового воздействия на глубину прогрева, степень охвата пласта тепловым воздействием, величину коэффициента вытеснения нефти, дебит нефти и производительность скважин, взаимное расположение забоев основного и бокового стволов скважины с дуальной системой стволов.

- **проведена модернизация** существующих подходов к проектированию нового фонда скважин на месторождениях с высоковязкой и битуминозной нефтью за счет обоснования параметров для выбора потенциальных объектов с применением технологии строительства и эксплуатации скважины с дуальной системой стволов.

*Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:*

- **разработан** метод комбинированного термобарического воздействия с размещением оборудования по предложенному варианту в скважине с дуальной системой стволов, который позволяет повысить эффективность разработки месторождений высоковязкой нефти за счет интенсификации добычи;

- **разработана** методика выбора потенциальных объектов интенсивного термобарического воздействия, которая при проектировании разработки месторождения ВВН даёт возможность своевременно скорректировать выбор объекта комбинированного газодинамического и теплового воздействия;

- **определены** перспективы практического использования скважины с дуальной системой стволов, обеспечивающей периодическое термобарическое воздействие на пласт и добычу нефти за пределами зоны повреждения породы посредством оценки технико-технологической эффективности с использованием средств численного гидродинамического и теплофизического моделирования;

- **создан** способ (патент РФ 2607486) разработки месторождений высоковязкой нефти с возможностью периодического комбинированного воздействия на продуктивный пласт для эффективного теплового воздействия на участок нефтяной залежи в пределах забоев двух гидродинамически связанных стволов скважины с целью интенсификации добычи нефти;

- **представлены** рекомендации по применению предлагаемого метода интенсивного термобарического воздействия на пласт в скважине с дуальной системой стволов при проектировании разработки нефтяных месторождений Самарской области, содержащих трудноизвлекаемые запасы нефти.

*Оценка достоверности результатов исследования выявила:*

- для экспериментальных работ использован комплекс современного оборудования на основе лабораторной установки для исследования фазовой проницаемости керна, определения коэффициента вытеснения нефти и эффективности методов увеличения нефтеотдачи; пакет трёхмерного гидродинамического моделирования Schlumberger Eclipse 200, достигнута

достаточная сходимость расчётных и экспериментальных величин, полученных результатов исследования на четырех объектах разработки Урало-Поволжской нефтегазоносной провинции;

- **теория** построена на анализе достоверной промысловой информации и согласуется с теоретическими и экспериментальными данными, опубликованными в трудах отечественных и зарубежных ученых, таких как: Аглиуллин М.М., Антониади Д.Г., Балдин А.В., Баренблатт Г.И., Гарифов К.М., Гилаев Г.Г., Гиматудинов Ш.Х., Грачев С.И., Девликамов В.В., Жданов С.А., Желтов Ю.П., Зейгман Ю.В., Ибатуллин Р.Р., Иктисанов В.А., Каневская Р.Д., Корженевский А.Г., Кудинов В.И., Курбанов Я.М., Липаев А.А., Меркулов А.А., Мирзаджанзаде А.Х., Мищенко И.Т., Мохов М.А., Рогачев М.К., Челышев В.П., Челоянц Д.К., Щелкачёв В.Н., Bingham O.I., Butler R.M., Joshi S.D., Olson R.V. и др.

- **идея базируется** на результатах анализа теоретической базы, промысловых работ и лабораторных данных, геомеханического, численного и теплофизического моделирования, полученных автором;

- **использован** сравнительный анализ экспериментальных результатов и теоретических выводов автора и результатов комбинированных методов воздействия на пласт, полученных ранее Антониади Д.Г., Грачевым С.И., Девликамовым В.В., Зейгманом Ю.В., Ибатуллиным Р.Р., Иктисановым В.А., Каневской Р.Д., Кудиновым В.И., Липаевым А.А., Мирзаджанзаде А.Х., Мищенко И.Т., Рогачевым М.К., Щелкачёвым В.Н., Butler R.M., Аглиуллиным М.М., Балдин А.В., Гарифов К.М., Гилаев Г.Г., Гиматудинов Ш.Х., Жданов С.А., Корженевским А.Г., Меркуловым А.А., Челышевым В.П., Челоянцем Д.К. и др.

- **установлено** согласование авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

- **использованы** современные системы сбора и обработки информации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии и проведении всех этапов диссертационного исследования, таких как: сравнительный анализ существующих методов и технологий системного

воздействия на залежи высоковязкой нефти, в том числе комбинированных технологий теплового воздействия, методов интенсивного термобарического воздействия на пласт и забойных генераторных устройств; технико-технологическое обоснование конструкции скважины с дуальной системой стволов, обеспечивающей периодическое термобарическое воздействие на пласт и добычу нефти за пределами зоны повреждения породы; исследование параметров трещинообразования и влияния теплового воздействия на продуктивный пласт от периодического газодинамического воздействия; численное гидродинамическое моделирование и лабораторный фильтрационный эксперимент; определение межзабойного расстояния для скважины с дуальной системой стволов с учётом реологических особенностей нефти, теплового воздействия на пласт, образования сетки трещин от газодинамического разрыва пласта (ГДРП), степени разуплотнения породы и вариации проницаемости; разработка метода интенсивного термобарического воздействия на залежи высоковязкой реологически сложной нефти и обоснование критериев для выбора потенциальных объектов с применением технологии строительства и эксплуатации скважины с дуальной системой стволов; подготовка основных публикаций по выполненной работе. Не вызывает сомнений личное участие соискателя в постановке и реализации задач исследования; проведении экспериментальных исследований и имитационного моделирования; формулировании положений научной новизны, теоретической и практической значимости; анализе, обработке, обобщении и внедрении результатов исследования.

В ходе защиты диссертационной работы не были высказаны критические замечания относительно цели и научной новизны работы, теоретической значимости, защищаемых положений и практического внедрения выполненного исследования.

Соискатель Губанов С.И. ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы, согласился с полученными по работе замечаниями и выразил готовность учесть их в дальнейших исследованиях.

Диссертационный совет заключил, что диссертационная работа Губанова Сергея Игоревича является завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей установленным критериям пп. 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842).

На заседании 7 июня 2024 года диссертационный совет принял следующее решение: за новое научно-методическое решение научной задачи, заключающееся в разработке метода интенсивного термобарического воздействия на залежи высоковязкой реологически сложной нефти скважинами с дуальной системой стволов и имеющее высокую значимость для развития нефтегазовой отрасли РФ в части увеличения объемов добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, присудить Губанову С.И. ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 2, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного  
совета 24.2.419.03, д.т.н.

Я.М. Курбанов

Ученый секретарь диссертационного  
совета, 24.2.419.03, к.т.н.

Т.Г. Пономарева

«07» июня 2024