

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 2022.8
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22.09.2022 № 3

О присуждении **Пенькову Григорию Михайловичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Оценка влияния напряженно-деформированного состояния терригенных пород-коллекторов на эффективность выработки запасов нефти» по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений принята к защите 20.07.2022, (протокол заседания № 2) диссертационным советом ГУ 2022.8 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 07.06.2022 №986 адм., с изменениями от 07.07.2022 № 1238 адм., от 12.07.2022 № 1271 адм.

Соискатель, **Пеньков Григорий Михайлович**, 10 июля 1994 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 2018 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – **Петраков Дмитрий Геннадьевич**, кандидат технических наук, доцент, проректор по образовательной деятельности в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

Сидоров Дмитрий Владимирович – доктор технических наук, общество с ограниченной ответственностью «Полигор», заместитель генерального директора по научной работе;

Колонских Александр Валерьевич – кандидат технических наук, общество с ограниченной ответственностью «Центр водородных технологий», директор по технологическому развитию;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**, г. Пермь, в своем положительном отзыве, подписанном Турбаковым Михаилом Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Нефтегазовые технологии» и утвержденным Трушниковым Дмитрием Николаевичем, доктором технических наук, проректором по разработкам и инновациям, указала, что учет влияния напряженно-деформированного состояния на процесс фильтрации жидкости через породу позволит более детально спрогнозировать значение дебита скважины, а также значение накопленной добычи флюида в целом по месторождению.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, в том числе в 3 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 (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Зарегистрирована 1 заявка на патент.

Общий объем – 1,68 печатных листов, в том числе 0,94 печатных листов - соискателя.

Публикация в изданиях из Перечня ВАК:

1. Петраков Д. Г., Пеньков Г. М., Соломойченко Д. А. Анализ зависимости между акустическими и физико-механическими свойствами горных пород терригенных отложений //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2021. – Т. 21. – №. 2. – С. 71-75. DOI: 10.15593/2712-8008/2021.2.4 (ВАК, №1665 от 26.03.2019).

Соискателем выполнены исследования по определению зависимости между акустическими и физико-механическими свойствами горных пород терригенных отложений.

2. Пеньков Г. М., Карманский Д. А., Петраков Д. Г. Исследование зависимостей между физико-механическими свойствами песчаника и скоростью прохождения упругих волн //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2020. – Т. 20. – №. 1. – С. 27-36. DOI: 10.15593/2224-9923/2020.1.3 (ВАК, №1665 от 26.03.2019).

Соискателем выполнены исследования по определению зависимости между физико-механическими свойствами песчаника и скоростью прохождения упругих волн.

3. **Пеньков Г. М.**, Петраков Д. Г. Исследование влияния насыщенности коллектора на его свойства при разработке месторождений нефти и газа //Инженер-нефтяник. – 2019. – №. 2. – С. 36-39. (ВАК, №1161 от 01.02.2022).

Соискателем выполнены исследования влияния насыщенности терригенной породы-коллектора на его свойства.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

4. **Penkov G. M.**, Karmansky D. A., Petrakov D. G. Simulation of a fluid influx in complex reservoirs of Western Siberia //Topical Issues of Rational Use of Natural Resources: Proceedings of the International Forum-Contest of Young Researchers. – 2018. – С. 119-124.

Пеньков Г.М., Карманский Д.А., Петраков Д.Г. Моделирование течения жидкости в сложнопостроенных коллекторах Западной Сибири // Пеньков Г.М., Карманский Д.А., Петраков Д.Г.// Topical Issues of Rational Use of Natural Resources: Proceedings of the International Forum-Contest of Young Researchers. – 2018. – С. 119–124.

Соискателем в ходе исследований выявлено, что водоносность коллектора оказывает наибольшее влияние на изменение прочностных характеристик породы, преимущественно сложенных алевролитами или аргиллитами.

5. Pevneva A. G., **Penkov G. M.**, Bakiev M. D. On designing a computational experiment system for various engineering interpretations of a global optimization problem //ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – Т. 12. – №. 4. – С. 1219-1225.

Певнева А.Г., **Пеньков Г.М.**, Бакиев М.Д. О проектировании системы вычислительного эксперимента для различных инженерных интерпретаций задачи глобальной оптимизации / ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – Т. 12. – №. 4. – С. 1219-1225.

Соискателем проводился анализ решаемых задач в нефтегазовой отрасли.

Патенты:

Заявка на патент (№2021121409). **Пеньков Г.М.**, Петраков Д.Г., Коршунов В.А. Способ исследования проницаемости по жидкости образцов керна.

Апробация работы проведена на всероссийских и международных конференциях, где обсуждались положения и результаты исследований диссертационной работы:

1. 59-ая студенческая научная конференция по горному делу в Краковской Горно-Металлургической академии. Тема доклада: Моделирование течения жидкости в сложнопостроенных коллекторах Западной Сибири. Польша, г. Краков, 06.12.2018.

2. XII Всероссийская конференция молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности» (газ, нефть,

энергетика). Тема доклада: Исследование условий для гидродинамического моделирования притоков. Россия, г. Москва, 22-25 октября 2019.

3. Российский международный молодежный научно-практический форум «Нефтяная столица». Тема доклада: Исследования фильтрационно-емкостных свойств на геомеханических моделях. Россия, г. Нижневартовск, 17-19 февраля 2020г.

4. XIII международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки и техники — 2020». Тема доклада: Исследования фильтрационно-емкостных свойств на геомеханических моделях. Россия, г. Уфа, 25-29 мая 2020 г.

В диссертации Пенькова Григория Михайловича отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: генерального директора ООО «Сладковско-Заречное» к.т.н. **А.В. Барышникова**; консультанта АО «Иджат», д.т.н. **А.А. Газизова**; руководителя направления Центра ПТД и ПЗ ООО «Газпромнефть НТЦ», к.т.н. **А.Г. Шатровского**; руководителя направления по гидродинамическому моделированию ООО «Газпромнефть НТЦ», к.ф.-м.н. **Ш.Р. Садретдинова**; генерального директора ООО «Прикладной инженерный и учебный центр «Сапфир», к.т.н. **И.В. Доровских**; руководителя программ по цифровым проектам ООО «Газпромнефть НТЦ», к.т.н. **М.И. Кузьмина**; заведующего лабораторией, главного научного сотрудника лаборатории нефтегазовой механики и физико-химии пласта ФГБУН ИПНГ РАН, д.т.н. **С.Н. Попова**; доцента кафедры «Нефтегазовые технологии» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», к.т.н., доцента **А.В. Лекомцева**; профессора кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Института нефти и газа УдГУ, д.т.н. **О.М. Мирсаева**.

В отзывах изложены положительные заключения о проведенных автором исследованиях, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеются замечания и вопросы:

1. Автор рассматривает только терригенные коллектора. Стоило бы выполнить исследования для других типов коллекторов, например, применимость для карбонатных коллекторов (к.т.н. **А.В. Барышников**).

2. В автореферате не приведены схемы и фотографии стендов для проведения исследований (к.т.н. **А.В. Барышников**).

3. На каждой ступени нагружения образца моделируется один цикл снижения и повышения порового давления. В реальных условиях эксплуатации месторождения может происходить несколько таких циклов при неизменных значениях напряжений σ_1 и σ_3 . Подобный эксперимент позволил бы оценить максимально возможное изменение фильтрационно-

емкостных свойств образца в пределах одной ступени его нагружения (к.т.н. **А.Г. Шатровский**).

4. По оформлению: надписи и числовые значения на графиках и рисунках в автореферате в ряде случаев слишком мелкие или нечитаемые (к.т.н. **А.Г. Шатровский**).

5. В автореферате не приводится описание оборудования, которое использовалось в ходе испытаний (к.т.н. **И.В. Доровских**).

6. По оформлению: рисунки, представленные в автореферате, в ряде случаев нечитаемы (к.т.н. **И.В. Доровских**).

7. Указанная методика оценки изменения физико-механических свойств горных пород не позволяет оценить типы месторождений, для которых она применима, так как условия образования и залегания нефтяных месторождений Западной и Восточной Сибири различаются (к.т.н. **М.И. Кузьмин**).

8. В автореферате не указан объект разработки, по которому проводились исследования, что в конечном счете повлияет на граничные условия применимости разработанной методики (к.т.н. **М.И. Кузьмин**).

9. Некоторые отечественные и зарубежные исследователи отмечают, что для терригенных коллекторов, особенно глинистых, изменение ФЕС может происходить и при постоянных повышенных эффективных напряжениях, что является проявлением пластических (длительных) деформаций образцов. Из автореферата не ясно - принимали во внимание такие длительные эффекты в лабораторных исследованиях? (д.т.н. **С.Н. Попов**).

10. Учитывал ли соискатель при численном моделировании эффекты частичного восстановления проницаемости при уменьшении эффективных напряжений (разгрузка образцов), которые получены в рамках экспериментов? (д.т.н. **С.Н. Попов**).

11. В тексте автореферата не указаны названия объектов и месторождения (только нефтяное месторождение Западной Сибири), как следствие сложно оценить степень достоверности и качество полученных результатов исследований (к.т.н. **А.В. Лекомцев**).

12. Из названия и цели диссертационной работы следует, что внимание автора уделяется повышению эффективности извлечения нефти из порово-трещиноватых терригенных пород-коллекторов при техногенном изменении их напряженно-деформированного состояния, однако в автореферате не указано, в каком диапазоне физико-механических, фильтрационно-емкостных свойств и условий залегания объекта проведены исследования (к.т.н. **А.В. Лекомцев**).

13. Отсутствует вывод о возможности применения разработанного подхода на других объектах разработки с аналогичными или отличными условиями (к.т.н. **А.В. Лекомцев**).

14. В п. 1 научной новизны утверждается, что снижение фазовой проницаемости при изменении напряженно-деформированного состояния

терригенных пород-коллекторов происходит в результате разрушения порового пространства и переупаковки зерен скелета, однако какие-либо результаты исследований шлифов, подтверждающие предложенный механизм, в автореферате не приводятся (д.т.н. **О.М. Мирсаетов**).

15. Также в п. 1 научной новизны утверждается, что происходит необратимое снижение фазовой проницаемости при изменении напряженно-деформированного состояния терригенных пород-коллекторов. Однако результаты наших исследований показали, что в результате применения термоциклических воздействий на пласт происходит перекристаллизация цемента и его преобразование в тонкодисперсную форму. Кристаллы пирита из крупных кристаллов также переходят в тонкодисперсную форму. В результате чего фазовая проницаемость по нефти повышается на 11 % (д.т.н. **О.М. Мирсаетов**).

16. Не совсем понятен вывод автора, приведенный в первом абзаце заключения (с. 16) (д.т.н. **О.М. Мирсаетов**).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

установлен механизм влияния эффективного напряжения и пластических деформаций на проницаемость в терригенных породах-коллекторах, вследствие воздействия которых происходит разрушение порового пространства и переупаковка зерен скелета пород, что вызывает необратимое и нелинейное снижение проницаемости в терригенных породах-коллекторах на 10-19%;

установлена зависимость проницаемости породы коллектора от эффективного напряжения, которая позволяет оценить степень влияния установленной зависимости на изменение объема добычи нефти при гидродинамическом моделировании процессов разработки месторождения нефти;

доказана необходимость использования установленной зависимости проницаемости терригенной породы-коллектора от эффективного напряжения при гидродинамическом моделировании для оценки эффективности реализации проектных решений;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлены зависимости проницаемости от эффективного напряжения для двух типов терригенных пород-коллекторов (средне-мелкозернистый песчаник и среднезернистый песчаник);

раскрыты причины изменения проницаемости терригенной породы-коллектора при техногенном изменении их напряженно-деформированного состояния в результате которых происходит разрушение порового пространства и переупаковка зерен скелета пород, которые в свою очередь вызывают необратимое и нелинейное снижение на 10-19%;

изучено, что установленная зависимость проницаемости терригенной породы-коллектора от эффективного напряжения позволяет оценить

эффективность реализации проектных решений при гидродинамическом моделировании;

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

представлена новая методика исследования зависимости проницаемости терригенной породы-коллектора от эффективного напряжения;

определены перспективы практического применения установленных зависимостей проницаемости терригенной породы-коллектора от эффективного напряжения при прогнозировании основных параметров разработки;

рекомендованы к промышленному внедрению результаты диссертации на основании акта внедрения в компании ООО «ПИУЦ «Сапфир»;

внедрены результаты диссертационного исследования в состав учебно-методического комплекса для обучения студентов по направлениям подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» и 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии» Санкт-Петербургского горного университета (подтверждено актом внедрения);

разработаны рекомендации по использованию полученных теоретических и экспериментальных данных на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов определяется современными инструментами математического моделирования и достаточным объемом экспериментальных лабораторных исследований с применением высокоточного оборудования лаборатории физико-механических свойств и разрушения горных пород центра «Геомеханики и проблем горного производства» Санкт-Петербургского горного университета, достаточной сходимостью расчетных и экспериментальных величин и воспроизводимостью результатов;

теория построена на известных закономерностях и согласуется с опубликованными ранее результатами экспериментальных данных по теме диссертации;

идея базируется на результатах лабораторно-экспериментальных исследований, анализе и обобщении мирового опыта применения современных технологий и методов учета изменения фильтрационно-емкостных свойств терригенных пород-коллекторов порово-трещиноватого типа в зависимости от их напряженно-деформированного состояния на различных стадиях разработки нефтяного месторождения;

использованы данные, полученные в результате литературно-патентного обзора по рассматриваемой тематике, для сравнения с данными, полученными в результате лабораторных исследований;

установлено, что результаты, полученные соискателем, не противоречат результатам исследований других авторов, отраженных в научно-технических трудах, опубликованных в открытой печати;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации при решении поставленных в диссертационной работе задач.

Личный вклад соискателя состоит в выполнении анализа мирового опыта по теме влияния напряженно-деформированного состояния горного массива и параметров, характеризующих данное состояние, на процесс разработки месторождений нефти; постановке цели, формулировке задач исследований; проведении лабораторно-экспериментальных исследований; выполнении интерпретации полученных результатов; анализе и обсуждении их с научным руководителем; обосновании научных положений диссертационной работы; апробации результатов исследований и подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критические замечания высказаны не были.

Соискатель Пеньков Григорий Михайлович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 22 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить **Пеньков Григорию Михайловичу** ученую степень кандидата технических наук за решение важной научно-практической задачи по оценке влияния напряженно-деформированного состояния терригенных пород-коллекторов на эффективность выработки запасов нефти.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий, при участии в удаленном интерактивном режиме 2 членов диссертационного совета, диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 10 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 9, против – нет.

Председатель
диссертационного совета

Двойников
Михаил Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Тананыхин
Дмитрий Сергеевич

22.09.2022 г.