

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.06 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕ-
НИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «21» мая 2015 протокол № 2

О присуждении Манакову Артему Викторовичу, гражданину РФ ученой степе-
ни кандидата технических наук.

Диссертация «Совместное моделирование геомеханических и фильтрационных
процессов в прискважинной зоне» по специальности 05.13.18 – «Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «12»
февраля 2015 г., протокол №2, диссертационным советом Д 212.173.06 на базе Фе-
дерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Новосибирский государственный технический университет», Мино-
брнауки России, 630073, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, создан на основании при-
каза № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Манаков Артем Викторович 1979 года рождения, в 2001 г. окончил
Новосибирский государственный университет, присуждена квалификация матема-
тик, системный программист по специальности «Прикладная математика и инфор-
матика», в 2014 г. окончил обучение в заочной аспирантуре Новосибирского архи-
тектурно-строительного университета, работает в должности научного сотрудника
в Новосибирском технологическом центре компании Baker Hughes.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической механики Федерального гос-
ударственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессио-
нального образования «Новосибирский государственный архитектурно-
строительный университет (Сибстрин)», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Рудяк Валерий
Яковлевич, Новосибирский государственный архитектурно-строительный универ-
ситет, кафедра теоретической механики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Киселев Сергей Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, лаборатория «Физика многофазных сред», ведущий научный сотрудник;

2. Черный Сергей Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, Институт вычислительных технологий СО РАН, лаборатория математического моделирования, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, в своем положительном заключении, утвержденным Эповым Михаилом Ивановичем, доктором технических наук, академиком, профессором, директором института, указала, что «диссертация А.В. Манакова «Совместное моделирование геомеханических и фильтрационных процессов в прискважинной зоне», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», полностью соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.) для ученой степени кандидата наук, а ее автор А.В. Манаков достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук».

Соискатель имеет 11 печатных работ, из них по теме диссертации 11, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, 2 статьи в сборниках научных трудов, 6 публикаций в материалах научных конференций и других научных изданиях.

Наиболее значительные работы:

1. Манаков, А.В. Построение паспортов прочности по опытным данным / А.В. Манаков // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – № 11. – С. 93–95.

2. Коврижных, А.М. Длительная прочность металлов и уравнения ползучести, основанные на критерии Кулона - Мора / А.М. Коврижных, В.Д. Барышников, А.В. Мана-

ков, А.Ф. Никитенко // Прикладная механика и техническая физика. – 2007. – Т. 48. – №6. – С. 115. [Соискателем выполнен сравнительный анализ оценок длительной прочности по существующим критериям длительной прочности, а также предлагаемому критерию Кулона-Мора с результатами экспериментов на длительное нагружение.]

3. Манаков, А.В. Алгоритм совместного моделирования процессов фильтрации и геомеханики в прискважинной зоне / А.В. Манаков, В.Я. Рудяк // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2012. – Т. XV. – № 1(49). – С. 53–65. [Соискателю принадлежит разработка алгоритма и пакета программ для совместного моделирования деформирования твердого скелета пористой среды и порового давления вокруг скважины с учетом образования корки.]

4. Манаков, А.В. Анализ влияния давления в скважине и упругопластических свойств горной породы на напряженное состояние прискважинной зоны / А.В. Манаков // Труды НГАСУ. – Новосибирск: НГАСУ. – 2013. – Т. 16. – № 1 (55). – С. 44-59.

5. Манаков, А.В. Анализ взаимовлияния порового давления и напряжений в формации при гидродинамическом тестировании / А.В. Манаков, А.В. Серяков, В.Я. Рудяк // Труды НГАСУ. – Новосибирск: НГАСУ. – 2013. – Т. 16. – № 1 (55). – С. 113-121. [Соискатель принял непосредственное участие в разработке алгоритма и создании программы совместного моделирования изменения давления флюида и деформирования твердого скелета пористой среды во время гидродинамического тестирования формации. Соискатель провел анализ эффектов взаимосвязанного изменения порового давления и напряженного состояния пористой среды при гидродинамическом тестировании скважины.]

6. Манаков, А.В. Влияние глинистой корки на напряжения вокруг скважины во время бурения / А.В. Манаков, В.Я. Рудяк // Фундаментальные основы МЭМС- и нанотехнологий. – Новосибирск: НГАСУ. – 2010. – Вып. 2. – С. 96-98. [Соискателем проведено моделирование изменения напряженного состояния и порового давления в прискважинной зоне во время бурения с учетом корки бурового флюида для хорошо- и слабо-проницаемого песчаника. Соискателем проведен анализ влияния образования корки бурового флюида на стенки скважины на напряжения в прискважинной зоне.]

7. Манаков, А.В. Совместное моделирование процессов геомеханики и фильтрации в прискважинной зоне во время бурения / А.В. Манаков, А.В. Серяков, В.Я. Рудяк //

Геодинамика и напряженное состояние недр Земли: труды конференции с участием иностранных ученых. – Новосибирск: Ин-т горного дела Н.А. Чинакала СО РАН. – 2011. – С. 383-388. [Соискателю принадлежит разработка итерационного алгоритма для определения изменения напряженного состояния и порового давления в прискважинной зоне формации во время бурения с учетом образования корки бурового флюида.]

На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов (все положительные), из них 7 содержат замечания по существу работы:

1. ФГБУН Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН (г. Новосибирск), г.н.с., отдел физической гидродинамики, лаборатория механики многофазных сред и кумуляции, д.ф.-м.н., профессор, Кинеловский С.А.

Замечания. В качестве недостатка можно отметить то, что, судя по автореферату, в работе не учитывается или, по крайней мере, не оговаривается влияние температуры на проницаемость и рост фильтрационной корки. В автореферате не отмечено, позволяют ли предлагаемые модели в зависимости от условий бурения оптимизировать состав бурового флюида.

2. ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича, СО РАН (г. Новосибирск), зав. Лабораторией ИТПМ СО РАН, д.ф.-м.н., профессор, Козлов В.В., в.н.с., д.ф.-м.н. Грек Г.Р.

Замечание. Приведенный в автореферате пример оценки влияния учета динамики образования корки на распространение возмущений давления и напряжений вглубь формации в процессе бурения имеет «модельный характер». Желательно было бы привести визуализацию результатов пространственного изменения напряжений и давления вокруг скважины.

3. ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе, СО РАН (г. Новосибирск), с.н.с., лаборатория термогазодинамики, к.т.н. Леманов В.В.

Замечание. В автореферате, к сожалению, нет графиков обобщающего характера, например с использованием известных критериев подобия.

4. ФГБОУ ВПО «Томский государственный архитектурно-строительный университет» (г. Томск), профессор кафедры теоретической механики, д.ф.-м.н. Матвиенко О.В.

Замечания. 1. Диссертанту необходимо обосновать применение используемой в работе функции смыва. 2. В тексте автореферата отсутствует информация о влиянии размеров дисперсных частиц на процесс образования корки. 3. В тексте автореферата отсутствует описание модели формирования трещиноватости.

5. ООО Коддан Текнолоджис (г. Санкт-Петербург), руководитель отдела исследований, с.н.с., д.ф.-м.н. Горбачев Ю.Е.

Замечание. Из автореферата, к сожалению, не ясно, почему автор ограничивается исследованием только достаточно короткого начального этапа процесса бурения вертикальной скважины (300 сек.), ведь как видно из рис.4, толщина корки продолжает расти.

6. ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН (г. Новосибирск), зав. лабораторией моделирования импульсных систем, д. т. н., Городилов Л.В.

Замечание. К автореферату есть замечание по экспериментальному подтверждению модели образования корки и ее влияния на напряженно-деформированное состояние среды.

7. ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», доцент кафедры теплофизики, к.ф.-м.н., Финников К.А.

Замечание. В качестве замечания можно отметить отсутствие обзора существующих программных средств, пригодных для описания фильтрации бурового флюида и деформации породы. Осталось неясным, было ли возможным реализовать описанную математическую модель в рамках существующих CFD-пакетов, коммерческих или свободных (в том числе в формате пользовательских функций и процедур), и, если это было возможным, в связи с чем предпочтение было отдано разработке собственного кода.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в области математического моделирования деформационных и фильтрационных процессов и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Д.ф.-м.н., профессор Черный С.Г., заведующий Лабораторией математического моделирования Института вычислительных технологий СО РАН и д.ф.-м.н., профессор Киселев С.П., ведущий научный сотрудник лаборатории №6 «Физика мно-

гофазных сред» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, являются компетентными учеными в области математического моделирования в механике сплошных сред, имеющими соответствующие публикации в научных журналах (см. http://www.nstu.ru/science/dissertation_sov/dissertations/view?id=1961).

Коллектив лаборатории электромагнитных полей и лаборатории многоволновой сейсморазведки, являющихся структурными подразделениями Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, хорошо известен в научном сообществе своими научными и практическими результатами в области геофизических исследований и моделирования геомеханических и фильтрационных процессов в пористой среде (перечень публикаций работников ведущей организации по теме диссертации см. http://www.nstu.ru/files/dissertations/veduschaya_organizaciya_142959004729.pdf).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– для совместного моделирования деформационных и фильтрационных процессов, с учетом образования корки разработан итерационный алгоритм на базе метода конечных элементов. На основе алгоритма создан пакет программ GeoFluid, который позволяет моделировать совместное изменение порового давления флюида и деформирование твердого скелета пористой среды с учетом динамики образования корки. После получения количественной информации об изменении напряженно-деформированного состояния пористой среды актуальной задачей является оценка её предельного состояния перед началом разрушения. Для оценки предельного состояния на основе критерия Кулона-Мора в диссертации разработана методика и программы автоматического построения паспорта прочности по результатам экспериментов (ГОСТ 21153.8-88). Предложено и обосновано использование критерия Кулона-Мора для оценки длительной прочности.

– предложено использовать, разработанные в диссертации, алгоритм и пакет программ, для моделирования деформационных и фильтрационных процессов в пористой среде с учетом динамики образования корки.

– продемонстрировано, что для оценки изменения напряжений и порового давления в прискважинной зоне во время бурения при прохождении пористых интервалов необходимо учитывать динамику корки. Показано, что при моделировании процесса бурения учет образования корки бурового флюида на стенке скважины особенно важен для хорошо проницаемой формации. В этом случае корка обеспечивает быстрое изолирование формации от скважины, и уменьшает локальные возмущения давления и напряжений вблизи скважины. Кроме того, учет динамики образования корки позволяет правильно оценить распространение возмущений давления и напряжений вглубь формации в процессе бурения

– введены – не введены

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы вычислительные схемы математического аппарата метода конечных элементов для построения итерационного алгоритма, позволяющего описывать три взаимосвязанных процесса: деформирование твердого скелета пористой среды, изменение порового давления флюида, динамику образования корки.

– в диссертации приведен критический обзор исследований по рассматриваемой тематике, описана математическая модель деформирования упругих насыщенных флюидом пористых сред, которая лежит в основе разработанного алгоритма, изложены основные этапы разработанного итерационного алгоритма.

– доказаны – не доказаны; проведена модернизация – не проведена.

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

– разработанный в диссертации пакет программ GeoFluid для совместного моделирования геомеханических и фильтрационных процессов в прискважинной зоне во время бурения, с учетом динамики корки бурового флюида, внедрен в компании Baker Hughes и используется при решении прикладных фильтрационных и геомеханических задач. Созданный в диссертации набор программ автоматического рас-

чета паспорта прочности горной породы (ГОСТ 21153.8-88) по результатам экспериментов может использоваться для анализа предельного состояния горного массива при бурении скважин, а также при решении задач, направленных на обеспечение безопасности горных работ;

– определены – не определены; создана – не создана; представлены – не представлены.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– идея создания алгоритма, разработанного в диссертации, обусловлена, прежде всего, необходимостью решения широкого класса практически важных задач, связанных с исследованием напряженно-деформированного состояния пористой среды и порового давления. Дело в том, на практике мы имеем дело не с чистым флюидом, а с содержащим взвешенные твердые частицы, которые при внедрении в пористую среду осаждаются на стенке, образуя так называемую корку. Образование такой корки подтверждено экспериментально и отмечается во многих практических приложениях, в разных областях знаний, когда через пористую среду протекает не чистый флюид, а суспензия, содержащая твердые частицы; использованы – не использованы

– достоверность результатов моделирования обеспечивается использованием распространённых и апробированных вычислительных схем математического аппарата метода конечных элементов. На этапе тестирования и верификации численных алгоритмов, разработанных в диссертации, установлено качественное и количественное совпадение результатов моделирования с рядом точных аналитических решений, расчётов других авторов и данных экспериментов.

– для экспериментальных работ – не выявила; теория – не выявила

Основу исследования, проведенного в данной диссертационной работе, составляют фундаментальные положения механики пористых сред, а также принципы механики разрушения.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке итерационного алгоритма для совместного моделирования изменения порового давления флюида и напряженно-деформированного состояния пористой среды с учетом образования корки;
- создании программного комплекса для численной реализации построенной модели;
- разработке методики и программы автоматического построения паспорта прочности горных пород;
- установлении границ применимости критерия Кулона-Мора для описания предельного состояния.

На заседании «21» мая 2015г. диссертационный совет принял решение присудить Манакову А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.13.18, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20 , против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета



 Денисов Владимир Иванович

Гаддеенков Андрей Владимирович