

## ПРОТОКОЛ № 5

Заседания диссертационного совета Д 212.125.14 от 12 июля 2018 г.

**Присутствовали:** председатель диссертационного совета – д.ф.-м.н. Красильников П.С.,  
ученый секретарь совета – к.ф.-м.н. Гидаспов В.Ю.,  
члены совета: д.ф.-м.н. Холостова О.В., д.ф.-м.н. Бардин Б.С., д.ф.м.н.  
Бишаев А.М., д.ф.-м.н. Колесник С.А., д.т.н. Котельников В.А., д.ф.-  
м.н. Котельников М.В., д.ф.-м.н. Никитченко Ю.А., д.ф.-м.н.  
Ревизников Д.Л., д.ф.-м.н. Рябов П.Е., д.ф.-м.н. Формалев В.Ф., д.т.н.  
Ципенко А.В. , д.ф.-м.н. Шамолин М.В.

Всего присутствовало 14 чел.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 21 человек.

**Повестка дня:** о приеме к защите диссертационной работы Богданова Ильи Олеговича на тему «Двухмасштабное моделирование пространственных течений жидкостей и газов в пористых композитных структурах», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы» (физико-математические науки)

**Слушали:** профессора Ревизникова Д.Л. по диссертационной работе Богданова Ильи Олеговича на тему «Двухмасштабное моделирование пространственных течений жидкостей и газов в пористых композитных структурах», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы» (физико-математические науки).

Экспертная комиссия полагает:

- Диссертационная работа Богданова Ильи Олеговича на тему «Двухмасштабное моделирование пространственных течений жидкостей и газов в пористых композитных структурах» является законченной научной работой, посвященной разработке методики двухмасштабного моделирования пространственных течений газа и слабосжимаемой жидкости в пористых композитных

периодических структурах на основе метода асимптотического осреднения, позволяющей исключить использование эмпирических и приближенных соотношений при определении проницаемости пористой среды посредством непосредственного анализа локальных процессов пространственного течения фаз в отдельно взятой поре на базе решения уравнений Навье-Стокса.

- Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и отвечает требованиям п. 14 «Положения о порядке присуждении ученых степеней» ВАК РФ.
- Результатами диссертации являются оригинальные, научно обоснованные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса; теоретическое значение результатов заключается в разработке физико-математической модели слабосжимаемой жидкости и двухмасштабной модели пространственного течения слабосжимаемой жидкости, вытесняющей газовую среду в пористой композитной структуре, а также в разработке численных алгоритмов решения локальных и глобальных задач фильтрации и расчета тензора проницаемости пористой среды; прикладное значение результатов заключается в разработке программного комплекса для численного моделирования двухмасштабных процессов течения жидкостей и газов в пористых композитных структурах, реализующего физико-математические модели и алгоритмы численного решения локальных и макроскопических задач.
- Результаты диссертации полностью отражены в 12 научных работах, из них 5 работ опубликованы в изданиях рекомендованных Перечнем ВАК при Министерстве образования и науки РФ.
- Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

Автором получены следующие результаты:

1. Разработана физико-математическая модель слабосжимаемой жидкости, основанная на уточненном уравнении слабой сжимаемости жидкости с выделением независимой от плотности части давления жидкости. Разработана двухмасштабная

модель пространственного течения слабосжимаемой жидкости, вытесняющей газовую среду в пористой композитной структуре, основанная на асимптотическом анализе уравнений Навье-Стокса.

2. На основе метода асимптотического осреднения сформулированы локальные задачи пространственного течения слабосжимаемой жидкости и газа в ячейках периодичности и глобальная задача о вытеснении газа из порового пространства композитной структуры слабосжимаемой жидкостью в трехмерной постановке.

3. Сформулированы вариационные постановки локальной и глобальной задач течения жидкой и газовой фаз. На основе метода конечных элементов разработан численный алгоритм решения локальных задач в общей трехмерной постановке и алгоритм расчета тензора проницаемости. Предложен алгоритм численного решения глобальной задачи течения жидкости, вытесняющей газ из пористой композитной структуры, основанный на итерационном процессе Ньютона-Рафсона в сочетании с методом конечных элементов.

4. Получены результаты численного моделирования локальных пространственных течений жидкости и газа на ячейке периодичности типовых композитных структур: на основе сфер, соединенными цилиндрическими каналами, и пор, образованных пустотами между переплетенными волокнами. Результаты показали эффективность предложенного алгоритма решения локальных задач и вычисления тензора проницаемости пористых сред.

5. Получены результаты численного моделирования макроскопического процесса вытеснения газа из порового пространства типового материала наполнителя композита жидким связующим в процессе пропитки под давлением. Указанные результаты показали эффективность предложенного алгоритма решения задач для рассмотренной в работе модели слабосжимаемой жидкости.

Перечисленные результаты являются новыми.

Диссертация соответствует профилю специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы» и может быть принята к защите на заседании диссертационного совета Д 212.125.14.

**Выступили:** д.ф.-м.н. проф. Формалев В.Ф., к.ф.-м.н. доц. Гидаспов В.Ю.


- Постановили:**
1. Утвердить в качестве официальных оппонентов по кандидатской диссертации Богданова Ильи Олеговича следующих специалистов:
    - Кобелькова Георгия Михайловича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Вычислительная математика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;
    - Борисова Виталия Евгеньевича, кандидата физико-математических наук, научного сотрудника Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук» (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН).
  2. Утвердить в качестве ведущей организации Акционерное общество «Композит», 141070, Россия, Московская область, г. Королёв, ул. Пионерская, д. 4.
  3. Назначить дату защиты «19» октября 2018 г.
  4. Разрешить печать автореферата диссертации на правах рукописи.
  5. Утвердить список адресов рассылки автореферата диссертации.

**Результаты** За: 14,  
**голосования:** Против: нет,  
Воздержались: нет.

Председатель  
Диссертационного совета Д 212.125.14,  
д.ф.-м.н., проф.

  
\_\_\_\_\_  
П.С. Красильников

Ученый секретарь  
Диссертационного совета Д 212.125.14,  
к.ф.-м.н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
В.Ю. Гидаспов