

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Богданова Ильи Олеговича
на тему «Двухмасштабное моделирование пространственных течений жидко-
стей и газов в пористых композитных структурах»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

1. Актуальность темы

Метод инъекции смолы в закрытую форму (RTM – Resin Transfer Moulding) является одним из наиболее эффективных для производства изделий из композиционных материалов. Получаемый при этом ламинат обладает высоким качеством и положительными характеристиками. В тоже время качество изделия зависит от многих факторов. В связи с этим возникает необходимость моделирования технологических процессов изготовления композита, которое главным образом основывается на теории фильтрации. При этом требуется информация о проницаемости пористой среды, которая определяется чаще всего на основе либо эмпирических исследований образцов материала наполнителя, либо на основе приближенных соотношений. В любом случае эти подходы могут давать значительные погрешности при определении параметров пористой среды со сложной внутренней геометрией, свойственной композиционным материалам. Поэтому вопросы адекватного моделирования процессов фильтрации в пористых средах со сложной конфигурацией пор, рассматриваемые в диссертации, безусловно, имеют большую актуальность и практическую значимость.

2. Научная новизна

В работе предложен ряд новых моделей. В частности, разработана физико-математическая модель слабосжимаемой жидкости, основанная на уточненном уравнении слабой сжимаемости. Рассмотрено дальнейшее развитие метода асимптотического осреднения применительно к исследованию процесса вытеснения газа слабосжимаемой жидкостью в пористой композитной структуре в трехмерной постановке. Предложены конечно-элементные

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № _____
"15" 10 2018

алгоритмы решения локальной и глобальной задач фильтрации. Сформулирован конечно-элементный алгоритм расчета тензора проницаемости пористой среды с заданной геометрией пор, позволяющий избежать экспериментального исследования образцов и использования приближенных соотношений.

2. Достоверность результатов

Результаты работы достоверны и адекватно описывают исследуемые физические процессы, поскольку их получение базировалось на использовании фундаментальных законов механики сплошной среды и апробированных ранее математических методах. Кроме того, ряд результатов проверен непосредственным сравнением с известными аналитическими решениями.

3. Практическая значимость

Полученные в работе результаты могут быть полезны при моделировании технологических процессов производства композиционных материалов на основе технологии пропитки армирующего материала жидким связующим под давлением. Для этого предложена методика двухмасштабного моделирования пространственных течений жидкости и газа, основанная на методе асимптотического осреднения, позволяющая непосредственно определить параметры пористой среды с заданной микроструктурой, что значительно может повысить точность проводимых расчетов.

4. Апробация

Результаты исследования докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях, а также на научных семинарах. Основные положения диссертационной работы отражены в 12 научных работах, в том числе в 5 статьях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ.

Не умоляя значимости полученных в работе результатов, следует отметить ряд **замечаний** по автореферату:

- Как следует из автореферата, при решении макроскопической задачи о вытеснении газа из пористой среды требуется информация о форме

межфазной поверхности. Для этого используется метод введения динамических независимых координат, в которых положение границы не изменяется. В тоже время следует отметить, что данный подход либо сложно реализуем, либо вовсе неприменим для случаев более сложной геометрии, содержащей, например, отверстия или вырезы.

- Из автореферата не совсем ясна необходимость учета слабой сжимаемости жидкости.

Заключение

На основе автореферата можно сделать следующие выводы. Диссертация Богданова Ильи Олеговича на тему «Двухмасштабное моделирование пространственных течений жидкостей и газов в пористых композитных структурах» является законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Начальник лаборатории «Прочность и надежность материалов воздушного судна» им. профессора С.И. Кишкиной, кандидат технических наук


Яковлев Николай Олегович

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр

Адрес: 105005, Россия, г.Москва, ул. Радио, д. 17

Тел.: 8(499)263-86-20

E-mail: admin@viam.ru

Подпись Яковлева Николая Олеговича удостоверяю

Ученый секретарь


Шишимиров Матвей Владимирович