

Отзыв

официального оппонента о диссертации Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаб «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения микроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаб «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения микроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения» представляет собой самостоятельный материал на 120 страницах, который вместе с авторефератом и основными публикациями автора позволяет сформировать заключение об актуальности темы и основных научных достижениях автора.

Проблема математического, а в настоящее время и компьютерного моделирования течения и деформирования материалов со сложными реологическими свойствами является не новой, она всегда стояла перед учёными вследствие появления новых материалов и развития технологий.

Актуальность темы рассматриваемой диссертации обусловлена экономическими вопросами, поскольку за оптимальными разработками течения материалов при гидроразрыве сплошных и газовых пластов при большом объёме нефти и газодобычи стоят громадные финансовые затраты и дивиденды.

Современные технологические материалы твёрдые и текучие, являются искусственно созданными с заранее заданным набором свойств. Это ведёт к тому, что представительный "бесконечно малый" объём $\Delta V = h^3$ является сравнимым с объёмом V области течения и характерная безразмерная величина $\delta = \Delta V/V$ является малой, но оказывающей большее влияние на поведение материалов. Нелинейные модели поведения материалов в упругой области рассматривал Кунин И. А., а модели с введением микрообъёмов и микродеформирования для жидких кристаллов предложил Эринген Э.; для реологически сложных сред

многие модели были предложены Николаевским И. А. Актуальность и значимость научной темы и результатов диссертации состоит в уточнении известных математических моделей Бингама течения вязкопластического материала применительно к микроструктурным материалом и разработке методов расчёта продольного течения в трубах разного поперечного сечения.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, листинга программы и приложений.

Введение содержит краткий научный обзор материалов по теме диссертации и обоснование её актуальности.

В первой главе приведена математическая модель течения микроструктурного вязкопластического материала (МВПМ) в форме системы дифференциальных уравнений в частных производных с граничными условиями на внешних границах (скольжение или прилипание) и на границе твёрдого (жёсткого) поведения материала. Условие предельного напряженного состояния (1.18) в отличие от классического условия в модели Бингама допускает проскальзывание жёсткого ядра течения относительно основного потока. Расчёт одномерного течения МВПМ в плоском канале хорошо иллюстрирована графиками скоростей (рис. 1.6 - 1.9), которые показывают слоистость течения, чего не отражает простая модель Бингама.

Во второй главе автор методично и правильно применяет метод малого параметра к исследованию течения МВПМ в трубе эллиптического поперечного сечения. Выделены основное внешнее течение с твёрдым ядром и течение в пограничном слое вблизи границы трубы.

В третьей главе диссидентант исследует продольное течение МВПМ в кольцевом зазоре. Заслуживают внимания результаты решения задач о течении с условием проскальзывания МВПМ вдоль стенок, при этом объёмный расход через поперечное сечение кольцевого зазора оказался больше, чем при условии прилипания (рис. 3.7), что объяснимо влиянием микроструктуры.

В четвёртой главе диссертации приводится конечно-разностная дискретная математическая модель явления течения МВПМ в кольцевом зазоре методом

конечных элементов на базе нелинейных базисных функций. Компьютерная модель основана на реализации алгоритма метода прогонки решения системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей для значений скоростей в узловых точках. Приведенные примеры расчета скоростей течения (рис. 4.2 - 4.10) показали пробковый характер течения со скольжением на стенках цилиндрического зазора.

Блок-схема и листинг программы достаточно подробно детализированы. Список использованных источников достаточно полон.

В приложениях диссертации изложено математическое моделирование заполнения углеродной нанотрубки молекулами, которое подобно течению МВПМ по многослойности течения и послойности течения молекул внутри нанотрубки.

Диссертация Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаб «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения макроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной единолично, оформленной соответственно требованиям ВАК РФ, достаточно широко опубликованной в виде статей в реферируемых изданиях и материалах международных конференций. Результаты исследования заслуживают внедрения в научных разработках и в вузах России при подготовке магистров и аспирантов.

К диссертации имеются замечания по её содержанию и оформлению:

- 1) из рисунка 2.8 на стр. 49 непонятно - имеет ли место разрыв перемещений на границе твёрдой области?
- 2) некорректно употребление термина "нелинейный пограничный слой", так как уравнения модели этого слоя линейные;
- 3) на рис. 4.2 - 4.10 графиках скоростей в цилиндрическом зазоре есть точки максимума, которые в простой модели Бингама являются границей твёрдой области, что не следует из рисунков;

4) на графиках рис. 1.7- 1.9 неудачно выбранный масштаб затрудняет восприятие пространственных поверхностей в 3-Д пространстве.

Указанные замечания не снижают эвристической и научной ценности диссертации, содержание которой соответствует формуле специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» пунктам 1 и 2:

п.1 Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей.

п.2 Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.

Автореферат соответствует содержанию и структуре диссертации, а также полученным результатам исследования.

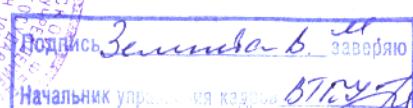
Суммируя все положительные стороны считаю, что диссертация Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаб «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения макроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения» удовлетворяет всем основным требованиям п. 9 ВАК РФ о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой
технологических и естественнонаучных
дисциплин

ФГБОУ ВО Воронежский государственный
педагогический университет.
Улица Ленина, 86. Воронеж 394043, Россия
E-mail: zelen612@mail.ru



Вячеслав Михайлович Зеленев



22.04.2015