

УТВЕРЖДАЮ



Шевцов А. П.

10 апреля 2015 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ООО ФПК "Космос-Нефть-Газ" о диссертационной работе Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаба «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения макроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения», представленной на соискание научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный университет".

Диссертация включает введение, четыре главы и перечень цитируемой литературы. Работа изложена на 120 страницах машинописного текста и содержит 43 рисунка, библиографию из 179 наименований и приложений.

Диссертационная работа представляет собой логично выстроенное и завершённое научное исследование математической и компьютерной моделей течения микроструктурного вязкопластического материала с учетом дополнительных граничных условий и построение алгоритма расчета поля скоростей одномерного течения как инструмента математического моделирования с использованием ЭВМ.

Актуальность темы

Актуальность темы диссертации обусловлена недостаточной адекватностью известных математических моделей, описывающих течение и деформирование материалов с микроструктурой. Это объясняется сложным влиянием микроструктуры материалов, обладающих вязкими и пластическими свойствами, на их течение и деформирование вблизи гладких и различной степени шероховатости поверхностей. Микроструктура материала слабо проявляется в областях течения с малыми градиентами скоростей, однако в местах больших градиентов скоростей свойства микроструктуры проявляются существенным образом, что влияет на весь характер течения, изменяя его качественно.

Существенной трудностью использования течения материалов с микроструктурой является построение самой математической модели, которая описывала бы особенности реальных явлений.

Широкое внедрение новых технологических, искусственно созданных, материалов с заданными свойствами и отсутствие удовлетворительных математических моделей их анализа объясняет актуальность темы рассматриваемой диссертации.

Основные научные результаты:

1. Создана математическая модель течения микроструктурного вязкопластического материала с учетом граничных условий на неподвижных и подвижных криволинейных поверхностях.

2. Построен алгоритм расчета поля скоростей течения исследуемого материала в трубе эллиптического сечения с точностью до величин 1-го порядка по малым величинам математической модели.

3. Построен алгоритм расчета поля скоростей течения в цилиндрическом зазоре.

4. Разработан программный комплекс моделирования течения МВПМ в цилиндрическом зазоре путем реализации МКЭ с нелинейными базисными функциями.

5. Создана математическая модель и алгоритм расчета заполнения молекулами внутренней полости углеродной нанотрубки.

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

1. Сформулирована полная вместе с граничными условиями математическая модель стационарного продольного течения микроструктурного вязкопластического материала в трубах различного поперечного сечения. Граничные условия прилипания или скольжения материала на стенках имеют место для различных реальных материалов в зависимости от превалирования в них свойств вязкости или пластичности. Построенная математическая модель содержит производные четвертого порядка что потребовало увеличения числа граничных условий. Показано, что дополнительные граничные условия, обусловленные микроструктурой материала, выполняются автоматически при стремлении параметра микроструктура к нулю и тем самым имеет место асимптотический переход модели течения микроструктурного вязкопластического материала к классической идеальной модели течения вязкопластической жидкости.

2. Алгоритм построения и результаты анализа поля скоростей течения МВПМ в трубе эллиптического сечения основан на использовании метода малого параметра (методы возмущений) решения сингулярно возмущенных задач. Детальное исследование пограничного слоя показало возможность его аппроксимации и как в линейном, так и в нелинейном приближении, что позволяет провести сращивание решений внутреннего и внешнего приближений. Показано, что продольный градиент давления в трубе эллиптического сечения является не осесимметричной величиной с отклонением порядка эксцентриситета эллипса. Моделирование поля

скоростей в цилиндрической трубе позволило выделить случаи: течение без образования жесткого ядра; неразрывного гладкого течения с выделением ядра течения; течение с ядром, которое проскальзывает относительно основного течения.

3. Программный комплекс, реализованный на основе алгоритма метода конечных элементов построения поля скоростей течения МВПМ в цилиндрическом зазоре позволяет выделять течение в пограничном слое и основной поток. Моделирование течения в кольцевом зазоре с условием прилипания материала к стенкам показало невозможность образования твердых зон.

4. Математическая и компьютерная модели течения микроструктурного вязкопластического материала допускают слабо слоистое поле скоростей, поперечный размер которых есть величина порядка относительного характерного параметра микроструктуры. Для случая внедрения молекул в углеродную трубку слой молекул можно модельно соотнести со слоем микроструктурного вязкопластического материала. Для переднего сечения микроструктурного вязкопластического материала, внедряющегося в углеродную трубку под действием поверхностного натяжения отмечен на модели факт более быстрого движения материала у стенки нанотрубки по сравнению со скоростью центральных слоев, что аналогично внедрению молекул в нанотрубку.

Степень обоснованности научных положений и выводов

Достоверность полученных в диссертации научных результатов обеспечивается использованием: фундаментальных положений теории математического моделирования и механики сплошных сред, теории дифференциальных уравнений, методов теории регулярных и сингулярных возмущений, численных методов решения дифференциальных задач, апробированных языков программирования и программ математического обеспечения ЭВМ. Правильность построенной математической модели и ее

результатов подтверждается также совпадением ее с классической при предельном переходе при стремлении возмущений за счет микроструктуры к нулю.

Практическое значение результатов

В диссертации создан аналитический и компьютерный аппараты расчёта течения сложных микроструктурных материалов в трубах.

Предложенная в диссертации уточненная математическая модель программного комплекса расчета течения микроструктурного вязкопластического материала позволяют моделировать параметры течения многих реальных технических материалов с наполнителями и биологических растворов с целью использования полученных данных при конструировании технологического оборудования и приборов. Изложенный в диссертации материал по применению метода малого параметра может служить частью спецкурсов по построению математических моделей реальных процессов.

Публикации

Автореферат и опубликованные работы отражают основные положения диссертации. Результаты работы достаточно полно представлены в журналах, рекомендованных ВАК (2 статьи): в сборниках трудов ряда международных конференций и математических школ (6 статей).

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследований Аль Имам Адель А Абеда Аль Вахаба могут быть полезны для организаций проводящих научно- конструкторские разработки в области химического машиностроения, расчёты оборудования нефтегазодобычи – ОАО КБХА, ООО ФПК “Космос-Нефть-Газ”, а также для ВУЗов ведущих подготовку магистров по специальности 05.13.18 - 05.13.17 -

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и 01.02.04 - "Механика деформируемого твёрдого тела".

Замечания к диссертационной работе

1. В главе 1 недостаточно полно описана модифицированная автором математическая модель и не отмечены детально ее отличия от известной модели Бингама.
2. Графическое представление скорости течения (Рис. 1.4; 1.5) содержит изломы, угловые точки и не пояснено – это результат численного приближения или это физический факт.
3. В главе 2 не описаны подробно условия согласования поведения течения МВПМ в пограничном слое и во внешнем течении.
4. В главе 3 не приведена интегральная характеристика течения с проскальзыванием – сравнение расхода вязкой жидкости и расхода МВПМ со скольжением на границе.
5. Глава 4 не содержит конечно-разностной аппроксимации порядка Δ^2 и системы конечно-разностных уравнений с 5-тидиагональной матрицей.
6. Приложение 2, на наш взгляд, мало относится к теме диссертации.

Оценка качества оформления работы

Диссертация написана грамотным научным языком, оформлена с использованием большого набора первичных экспериментальных данных и иллюстративного материала. Выдержана логическая последовательность изложения: обзор литературы, описание объектов и методов исследования, решение конкретных задач, обсуждение результатов приложения, выводы. Обзор литературы дает полное представление о современном состоянии выбранного направления исследований.

Заключение

Сделанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку работы, направленной на решение важной научной проблемы: разработку математических и компьютерных моделей течения современных сложных технологических материалов. Полученные результаты полностью соответствуют заявленным в работе целям и задачам. Содержание автореферата отражает основные идеи и выводы диссертации.

Диссертационная работа Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаба «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения макроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения» представляет собой законченную научно-квалификационную работу по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», в которой содержится решение важной научно-практической задачи математического и компьютерного моделирования течения реальных материалов, обладающих микроструктурой.

По актуальности поставленной задачи, новизне, практической значимости диссертационная работа Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаба «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения макроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения» полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор - Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаб заслуживает присуждения искомой степени по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзыв по диссертационной работе и автореферату Аль Имам Адель А. Абед Аль Вахаба «Математическое и компьютерное моделирование особенностей продольного течения макроструктурного вязкопластического материала в каналах различного поперечного сечения», представленной на соискание научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» рассмотрен и одобрен на заседании Научно-технического совета ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ» 10 апреля 2015 года (протокол №1).

Отзыв составлен:

Помощник исполнительного директора
по новой технике,
доктор технических наук

 А.И. Сухов

Ученый секретарь
Научно-технического совета,
кандидат химических наук

 Ю.Д. Меркулова

Сухов Анатолий Иванович – доктор технических наук, помощник исполнительного директора ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ» по новой технике, член НТС.

394019, г. Воронеж, ул. 9 Января, 180., Тел: (473)2479155

E-mail: suhov@kng.vrn.ru

Подписи д.т.н. Сухова А.И. и к.х.н. Меркуловой заверяю

Начальник ОК
ООО ФПК «Космос-Нефть-Газ»



Ильченко Г.В.