

## Отзыв официального оппонента

на диссертацию Ноамана Салама Абдулхалека Ноамана «Математическое и компьютерное моделирование образов сложных вращательных течений микроструктурных вязкопластических материалов» представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математические модели, численные методы и комплексы программ».

Представленная на 115 страницах текста кандидатская диссертация Ноамана Салама Абдулхалека Ноамана «Математическое и компьютерное моделирование образов сложных вращательных течений микроструктурных вязкопластических материалов» посвящена нестареющему вопросу математического и компьютерного моделирования современных технологий. В технологиях строительства широко распространено транспортирование реологически сложных микроструктурных материалов для описания движения которых, классические модели идеального, вязкого и вязкопластического материалов подходят только в самом грубом приближении. Исследование вращательного движения по уточненной модели Бингама представляется крайне необходимым, сложным с математической стороны модели вследствие её сингулярности и существенного влияния малого параметра микроструктуры на характер течения.

Исходя из широкого распространения явления массопереноса комплексных материалов, необходимости точного расчёта этих процессов, отсутствия качественных математических моделей и методов их решения – научная тема представленной диссертации является актуальной, а уточненная математическая модель вращательного течения вязкопластического материала обладает научной новизной.

Во введении в диссертацию автор достаточно полно представил современное состояние вопроса математического моделирования течения и деформирования реологически сложных материалов и основные направления разработки математических моделей микроструктурных материалов.

В первой главе приведена математическая модель течения микроструктурных вязкопластических материалов (МВПМ) в виде системы дифференциальных уравнений в частных производных 4-го порядка с малым параметром  $\delta$  перед старшей производной. Диссертант уточнил математическую модель Бингама подробным анализом условий на границе отвердевания материала и на границе области, где допустил не только прилипание, но и проскальзывание.

Вторая глава диссертации содержит самостоятельное исследование автором диссертации вращательного течения МВПМ в кольцевом зазоре под действием эксцентрично вращающегося вала. Модель МВПМ позволила выделить застойную зону и основное течение, возмущение радиуса застойной зоны и окружного перепада давления за счёт микроструктуры. Построенные 3-Д графики поля скоростей хорошо иллюстрируют особенности течения.

Третья глава диссертации посвящена приложению рассматриваемой математической модели к течению в зазоре с внешней эллиптической границей под действием вращающегося вала. Последовательное применение метода малого параметра привело к построению основного возмущенного поля скоростей, 3-Д графики которого приведены в диссертации.

В четвёртой главе диссертации построен компьютерный вариант течения МВПМ в кольцевом зазоре методом конечных элементов, который сведён к системе линейных алгебраических уравнений с 3-х диагональной матрицей, разрешимой методом прогонки.

Программный комплекс обладает удобным интерфейсом ввода входных параметров, выбора условий прилипания или проскальзывания на границах области и вывода результатов в виде графиков.

Список использованных источников обширен и часть учебной литературы можно было не приводить.

Диссертация выполнена самостоятельно, является законченной научной работой, оформленной в соответствии с требованиями ВАК РФ, научные результаты обоснованы и достаточно широко опубликованы в рецензируемых изданиях и в материалах международных конференций. Следует отметить ряд новых научных результатов – введение твёрдых микродобавок с характерным размером  $\sim \delta$  уменьшает момент динамического трения и ведёт к устойчивому характеру течения по возмущениям геометрии области течения и введению микродобавок в МВПМ.

В процессе изучения материалов диссертации возникло ряд вопросов и неясностей:

на стр. 8 диссертации и в автореферате на стр. 3 вместо фамилии Иевлевым следует писать Ивлевым Д.Д., не указан способ определения величины  $h$  или  $\delta = h/L$ ; на стр.15 закон вязкого трения (1.5) следует отнести к И. Ньютону, а не Навье – Стоксу; на стр. 30 график для скорости вращательного движения рис. 2.2 построен формально для областей, где течение есть и где течение отсутствует.

Имеют место ошибки написания слов и синтаксические ошибки:

- стр. 14 – в конце формулы (1.2) отсутствует точка; в конце формулы (2.28) на стр. 36 вместо точки с запятой должна стоять точка; и

ряд других, на стр.40 формула (2.40) должна содержать еще одну постоянную для случая пограничного слоя на движущейся поверхности;

- графики рис. 4.7 - 4.14 выполнены в разном масштабе, что затрудняет их визуальное сравнение.

Упомянутые выше замечания не снижают научной ценности диссертации, представляющей собой законченное научное исследование, выполненное самостоятельно, научные результаты исследований опубликованы в реферируемых журналах и в материалах ряда международных научных конференций.

Тема диссертации соответствует специальности 05.13.18 «Математическое моделирование численные методы и комплексы программ» и автор диссертации Ноаман Салама Абдулхалека Ноамана заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по избранной специальности.

доктор физико-математических наук  
профессор

22.04.2015

*В.Д. Коробкин* / Коробкин В. Д. /

профессор, кафедра строительной техники  
и инженерной механики

Коробкин Валерий Дмитриевич

Воронежский государственный архитектурно-  
строительный университет

394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84,

e-mail: v.d.korobkin@yandex.ru

тел. : 2-66-57-36

моб. : 89507564169



*В.Д. Коробкин*