

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дьяковой Ольги Алексеевны « Течение неньютоновской жидкости в каналах различной формы с условиями скольжение-прилипание на твердой стенке», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05-Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационная работа Дьяковой О.А. посвящена **актуальным** вопросам механики сплошной среды – математическому моделированию течений жидкости Оствальда-де Виля в каналах различной конфигурации с учетом пристеночных эффектов трения-скольжения. Исследование структуры течения для рассматриваемых геометрий области имеет важное практическое значение для многих отраслей индустрии, биомеханики и т.д. Кроме этого, рассматриваемые геометрии важны и для исследования поведения различных реологических зависимостей в окрестности особых точек с сингулярностью ей (выпуклые углы области) и построения эффективных численных алгоритмов решения краевых задач, построенных на их основе. Сложность математического моделирования такого класса течений дополняется наличием П-эффекта на твердых стенках.

Автором диссертационной работы сформулирована математическая модель, выполнены обширные вычислительные эксперименты по исследованию определяющих безразмерных критериев, геометрических характеристик и П-эффекта на структуру и характеристики потока. Выявлены характерные режимы течения жидкости с степенным реологическим законом в каналах сложной геометрии и описаны их особенности, построены диаграммы и критериальные зависимости от основных параметров задачи. Полученные результаты несомненно отражают **новизну** проведенных исследований.

К **достоинствам** работы следует отнести и полученные характерные режимы течения жидкости с степенным реологическим законом при умеренных и малых числах Рейнольдса в *условиях проскальзывания жидкости* на твердых стенках. Полученные результаты исследований хорошо согласуются с известными экспериментальными и численными исследованиями других авторов.

Практическая значимость работы заключается в теоретическом обосновании и убедительном подтверждении возможности глубокого математического моделирования реальных процессов течения жидкости с степенным реологическим законом в геометрически сложных областях. Получены условия «запирания» течения в одном из рукавов Т-канала в функции от напорных характеристик.

Результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих научных журналах и докладывались на прошедшем в августе этого года Всероссийском съезде по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, что позволяет считать данную работу в достаточной степени представленной научной общественности.

В ходе работы над авторефератом диссертационной работы возникли замечания:

1. Согласно исследованиям Моффата (1964 г) и Кондратьева В.А. (1967-1968 г.г.) решение рассматриваемых краевых задач содержит сингулярность для давления и напряжений в выпуклых углах расчетной области (точка Е рис 1, точки К, D рис.9 при $m=1$ равна 0.544483). Использование разрывных граничных условий для поправки давления предложенных Роучем П. не позволяют ее исключить, но существенно снижают осцилляции давления в ее окрестности. Кроме этого, в этом случае максимальная скорость сходимости решения при использования классического подхода будет пропорционально корню квадратному от диаметра ячейки сетки, т.е. очень медленная, а давление и напряжения дают осцилляции в начале координат связанных с угловой точкой и распространяющаяся на некоторую ее окрестность. Уровень сингулярности зависит от числа Рейнольдса и параметра нелинейности реологической модели. Из автореферата не ясно, как автор разрешает эту особенность?
2. Автореферат не лишен описок и неточностей. Так в стационарных уравнениях Навье-Стокса (1) стр. 7 и (7) стр. 15 автореферата тензор τ - обозначен как тензор напряжений, а не тензор скоростей деформаций? На стр. 8 формула (6) β - является безразмерной длиной проскальзывания, а не коэффициентом проскальзывания. По-видимому, имеется описка и в задании граничного условия для скорости на входном сечении АМ стр. 17 автореферата?
3. В качестве критерия остановки итерационного процесса алгоритма SIMPLE используются производные от поправки давления (например, стр 27 диссертации), которые в выпуклых углах расчетной области имеют сингулярность? Кроме этого в критерии остановки по сходимости компонент вектора скорости вдруг появляется их зависимость от времени? Хотя исходная постановка стационарна...
4. Как в алгоритме производилась линеаризация источникового члена в дискретном аналоге и обеспечивалась его положительное значение?
5. Особенностью структуры течения вязкой жидкости в Т- канале- точка стагнации течения, которая совпадает с вершиной одного из выпуклых углов (в зависимости от направления течения). Какие особенности реализации численного алгоритма возникают в этом случае? В области разветвления и рециркуляции требуется адаптация сетки с шагом $h < 0.01$. Кроме этого хорошо известно, что циркуляционные

зоны в области выпуклых углов возникают при числах Рейнольдса превышающих $Re > 17$ (для ньютоновской жидкости) и несколько снижают этот порог псевдопластичные свойства жидкости. Чем обусловлено появление зон рециркуляции при $Re=10$ (рис.3,б, и 6, б) и их отсутствие при $Re=19.1$ (рис. 13,б).

Отмеченные замечания в основном носят методический характер. В целом материалы автореферата позволяют сделать вывод, что диссертация представляет собой профессионально выполненное на высоком уровне исследование по актуальной проблеме, отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Дьякова О.А. заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05- механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Чехонин Константин Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Дьяковой Ольги Алексеевны и их дальнейшую обработку.

Лаборатория численных методов математической физики
Ведущий научный сотрудник
Вычислительного центра
Дальневосточного отделения РАН,
доктор физико-математических наук
(01.02.04), профессор



К.А. Чехонин

Адрес: 680000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65

e-mail: lex7861@rambler.ru, admvc@ccfebras.ru

сайт: <http://www.ccfebras.ru>

09.09.2019

Подпись Чехонина К.А. заверяю.

Начальник  Солонина Т.Ю.

