

Отзыв
на автореферат диссертации Куликова Юрия Матвеевича
“Устойчивость и турбулентность течений термовязкой жидкости”,
представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

В диссертации рассматриваются некоторые вопросы устойчивости ламинарных и характеристики турбулентных течений термовязких жидкостей. Актуальность обусловлена широким распространением сред с такими свойствами в природе и практике, которые отличаются сильной зависимостью коэффициента вязкости от температуры.

В первой главе приводится обзор научной литературы, а также современных методов и подходов для исследования поставленных задач.

Во второй главе исследуются особенности одномерных установившихся потоков. Приводится решение задачи для профиля скорости течения в плоском канале с линейным распределением температуры, представленное ранее в литературе. Рассмотрена модельная задача о нахождении длины установления профиля скорости в плоском канале, которая растет степенным образом с ростом числа Рейнольдса, при этом показатель есть функция безразмерного перепада температуры на противоположных стенках α . Далее рассматривается задача линейной устойчивости в плоском канале, которая сводится к обобщению уравнения Орра-Зоммерфельда на случай термовязкой жидкости. Задача на собственные значения решается спектральным методом коллокаций, который основан на разложении функций задачи по полиномам Чебышева. Найдены кривые нейтральной устойчивости для различных значений перепада температур на стенках канала α . Интересным результатом (хоть и не приведен в автореферате в качестве иллюстрации) является существенное отличие спектрального портрета рассмотренного течения от классического плоского течения Пуазейля, что, вероятно, связано с наличием точки перегиба в профиле скорости в рассмотренном диапазоне параметра α .

В третьей главе излагается алгоритм численной схемы Кабаре в приближении слабой сжимаемости, проводятся тестовые численные расчеты. Предложена и реализована некоторая модификация этой численной схемы.

В четвертой главе рассматриваются двумерные и трехмерные изотермические течения в периодической области. В двумерном случае – это двойной сдвиговый слой, в трехмерном случае – вихри Тейлора–Грина. Проводится тест численной схемы, развитой в предыдущей главе, а также исследуются некоторые интегральные характеристики потока.

В пятой главе численно исследуются некоторые термовязкие течения: процессы перемешивания в плоском канале при наличии входных гармонических возмущений, двумерная нагретая струя, схожее сдвиговое течение в трехмерном пространстве.

К автореферату имеются следующие замечания:

1. Кажется странным, что зависимость ошибки численного решения уравнения Орра–Зоммерфельда при увеличении числа полиномов Чебышева монотонно растет при $N > 70$ (Рис. 2а). В автореферате это приводится без соответствующих пояснений.

2. На Рис. 2б показаны кривые нейтральной устойчивости для различных значений параметра α в плоскости $k-Re$. Логично было бы привести сравнение, начиная с малых α , со случаем классического плоского течения Пузейля.
3. В последние двадцать лет существенно развита немодальная теория устойчивости, которая, в частности, дает объяснение почему ламинарно-турбулентный переход происходит раньше в плоском канале, чем предсказывает уравнение Орра-Зоммерфельда и анализ наиболее неустойчивой моды, а также ламинарно-турбулентный переход в круглой трубе. Этот вопрос в автореферате не отражен.
4. Является ли развитие численных методов предметом для отдельной содержательной главы (глава 4), по которой должны быть сделаны выводы о физике рассматриваемых процессов? Кажется, что уместнее было бы включить это описание в первую главу, где описаны методы и подходы.
5. В главе 5 нет пояснения, что такое $Z-t$ диаграммы.

Однако, указанные замечания не снижают общую высокую оценку работы. В целом, судя по автореферату, диссертационная работа является завершенным научным исследованием, являющимся хорошим вкладом в теорию гидродинамической устойчивости и турбулентности термовязких сред, и соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, а её автор, Куликов Юрий Матвеевич, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Отзыв составил

кандидат физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы, старший научный сотрудник Института теплофизики СО РАН

Мулладжанов Рустам Илхамович

Почтовый адрес: пр-т ак. Лаврентьева, 1, г. Новосибирск, Россия, 630090

Контактный телефон: +7 913 204 5797

Адрес электронной почты: rustammul@gmail.com

РМ

24 апреля 2019 года

Подпись к.ф.-м.н., с.н.с. Мулладжанова Рустама Илхамовича удостоверяю:

Ученый секретарь Института теплофизики СО РАН

к.ф.-н.м.



Макаров Максим Сергеевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН)

Почтовый адрес: пр-т ак. Лаврентьева, 1, г. Новосибирск, Россия, 630090

Контактный телефон: +7 383 330 9040

Адрес электронной почты: director@itp.nsc.ru