

Отзыв научного консультанта
на диссертацию Александра Викторовича Проскурина
«Устойчивость магнитогидродинамических течений в каналах»
представленную на соискание ученой степени доктора физики-математических наук
по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Александр Викторович Проскурин приступил к работам по изучению устойчивости течений в 1999 году, когда учился на втором курсе физико-технического факультета Алтайского государственного университета. В 2001 году А.В. Проскурин окончил с отличием бакалавриат, а в 2003 году – магистратуру по направлению «Физика» со специализацией в механике жидкости, газа и плазмы. В 2003 году он продолжил обучение в аспирантуре в АлтГУ, защитив в 2006 году досрочно диссертацию «Математическое моделирование ламинарно-турбулентного перехода в параллельных течениях вязкой электропроводящей жидкости» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». С 2006 года А.В. Проскурин работает преподавателем в Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова. С 2013 по 2016 годы А.В. Проскурин проходил обучение в докторантуре Алтайского государственного университета по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность темы определяется недавно открывшимися перспективами использования жидких металлов в энергетике. В обозримом будущем предполагается строительство большого количества ядерных реакторов на быстрых нейтронах, которые позволяют реализовать более эффективный топливный цикл по сравнению с существующими. Такие реакторы охлаждаются жидкими металлами. В завершающей стадии находится строительство термоядерного реактора ITER, который является последней ступенью к созданию энергетических термоядерных реакторов, проекты которых активизировались в последние несколько лет. Проект ITER предусматривает серию экспериментов по испытанию тестовых модулей бланкетов, в том числе жидкометаллических, непосредственно в действующем реакторе. Существующий в системах охлаждения реакторов режим течения, ламинарный или турбулентный, существенно влияет на их характеристики. Поэтому исследования устойчивости магнитогидродинамических течений, как в модельной геометрии, так и в реальной геометрии каналов реакторов, разработка и реализация соответствующих численных методов, несомненно, являются актуальными.

В работе А.В. Проскурина проведен беспрецедентно большой объем расчетов для плоского канала и канала кольцевого сечения в случае произвольных магнитных чисел Прандтля. Это привело к ряду новых результатов: обнаружению окон стабилизации по магнитному числу Прандтля и скачкообразных изменений критического числа Рейнольдса, найдена новая магнитогидродинамическая мода. Задача устойчивости плоского течения Пуазейля электропроводящей жидкости в продольном магнитном поле была сформулирована 70 лет назад, обнаружение новой моды в задаче, ставшей классической, по моему мнению, можно считать заметным результатом. Изложенные в работе результаты исследования устойчивости течения в трубе кольцевого сечения при наличии спирального магнитного очень интересны. Как неожиданно оказалось, включение азимутального поля при наличии продольного может дестабилизировать это течение.

Заметная часть работы посвящена применению метода функций Рвачева. С его помощью удалось решить задачу устойчивости течения возле цилиндра. Этот метод очень мало применялся в гидродинамике и вообще не применялся в гидродинамической устойчивости, а задача устойчивости течения возле круглого цилиндра сложна даже при использовании хорошо известных методов. Сделаны выводы о новых возможностях метода функций Рвачева, связанных с использованием современных типов вычислительных устройств.

В работе впервые предложено использовать спектрально-элементный метод для исследования устойчивости магнитогидродинамических течений в каналах сложной геометрии. Показана корректность работы численного метода и программы на примерах МГД-течений. Введены возмущения специального вида для исследования нелинейной устойчивости.

В работе впервые сделана оценка критического числа Рейнольдса для двумерных возмущений в изогнутом канале без магнитного поля. В каналах сложной формы двумерные возмущения нарастают намного позже, чем трехмерные и до работы А.В. Проскурина не существовало обоснованных оценок для их критического числа Рейнольдса. В работе впервые исследована устойчивость трехмерных возмущений в изогнутом канале без магнитного поля: вычислены критические числа Рейнольдса в зависимости от радиуса изгиба и классифицированы типы возмущений.

Впервые обнаружено возникновение устойчивого противотечения в изогнутом канале под действием магнитного поля. Обычно противотечения связаны с особенностями геометрии. Неожиданно оказалось, что взаимодействие потока жидкости в изгибе и магнитного поля может приводить к аналогичным эффектам.

А.В. Проскурин проводил исследования самостоятельно. Часть задач, решенных в диссертации, была им поставлена лично, часть – в согласовании с научным руководителем. Он лично без чьей-либо помощи разработал численные методы и создал компьютерные программы, провел расчеты, обработал результаты, подготовил все приведенные в диссертации иллюстрации и таблицы. А.В. Проскурин принимал участие в интерпретации результатов и работе над текстом публикаций, часть печатных работ была написана им полностью самостоятельно.

Суммированные в диссертации результаты апробировались на многочисленных семинарах, всероссийских и международных конференциях, опубликованы в трудах этих конференций и ведущих научных журналах.

Считаю, что диссертация А.В. Проскурина является научным исследованием на актуальную тему, в котором получены оригинальные и полезные результаты. А.В. Проскурин является сформировавшимся ученым, способным самостоятельно ставить задачи, подбирать методы их решения, проводить численные расчеты, интерпретировать результаты в соответствии с современным состоянием науки в областях магнитной гидродинамики и гидродинамической устойчивости. Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые результаты на актуальную тему, совокупность которых можно считать научным достижением в области гидродинамической устойчивости. Работа заслуживает положительной оценки, а квалификация автора – присвоения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Научный консультант профессор кафедры
общей и экспериментальной физики
ФГБОУ Алтайский государственный уни-
верситет, профессор, доктор физико-
математических наук, заслуженный ра-
ботник высшей школы РФ

А.М. Сагалаков

Ь(И) ЗАВЕРЯЮ
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ
А. Н. Трушников