

ОТЗЫВ

научного руководителя, доктора физико-математических наук Сергея Карповича Немировского на диссертационную работу Андриющенко Владимира Андреевича, выполненную на тему «Процессы реконнекций и стохастическая динамика квантованных вихревых нитей в сверхтекучем гелии», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости газа и плазмы.

Общая характеристика соискателя.

Андриющенко Владимир Андреевич, 1985 года рождения, имеет высшее образование, в 2008 году он закончил физический факультет Новосибирского государственного университета. За время работы над диссертацией он провел большой объем исследований и проявил себя как высококвалифицированный и эрудированный специалист в этой области. При работе над поставленными задачами Владимир Андреевич проявляет самостоятельность и способность решать важные научные задачи. Суммарное количество статей, опубликованных в ведущих отечественных и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК для публикации материалов диссертаций, Андриющенко В.А. составляет 15, из них 7 работы по теме представляемой к защите диссертации. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 7 всероссийских и международных конференциях.

Педагогическая деятельность соискателя.

Андриющенко В.А. давно и активно занимается педагогической деятельностью: он работал на кафедре теоретической механики в НГАСУ (вел семинары по курсу теоретической механики), а также на кафедре общей физики НГУ (вел семинары по курсам термодинамики, молекулярной физики и квантовой механики). В настоящее время он ведет семинарские занятия по физике в СУНЦ НГУ.

Актуальность темы диссертации.

Интерес к квантовой турбулентности обусловлен несколькими моментами. Во-первых, мотивация аналитического исследования и теоретических расчетов связана с тем, что теория сверхтекучей турбулентности является основой решения многих прикладных задач, касающихся квантовых жидкостей. Развитие некоторых отраслей науки и техники, особенно прикладной сверхпроводимости для создания сильных стационарных магнитных полей, требует создания устойчиво функционирующих систем при сверхнизких температурах.

Во-вторых, квантовая турбулентность, как часть теории сверхтекучести, тесно связана с другими проблемами общей теории квантовых жидкостей, такими как генерация

вихрей, взаимодействие между близко расположенными вихревыми нитями и, следовательно, их реконнекция и т.д.

В-третьих, мотивация тесно связана с идеей моделирования классической турбулентности хаотическими набором хаотических квантованных вихрей. Идея о моделировании турбулентности дискретными вихрями в классической гидродинамике обсуждается давно, однако в квантовых жидкостях, где вихревые нити являются реальными объектами, она приобретает новый импульс. Более того, в ряде последних численных работ, посвященных моделированию сверхтекучей турбулентности, был получен спектр колмогоровского типа, т.е. $E(k) \sim k^{-5/3}$.

Стоит отметить, что развитие теории сверхтекучей турбулентности представляет большой интерес и с точки зрения общей физики, поскольку подобные системы неупорядоченного множества одномерных особенностей обнаружены во многих физических полях. В качестве примеров можно указать дислокации в твердых телах, линейные топологические дефекты в жидких кристаллах, полимерные цепи и др.

Научная новизна.

Впервые детально изучена динамика квантованных вихревых нитей перед реконнекциями при конечной температуре. При изучении установлено, что динамика вихревых нитей перед реконнекцией имеет три характерных этапа: универсальной, “полу-универсальной” и полностью не универсальной. Вычислена скорость сближения ближайших элементов вихревых нитей на универсальном и “полу-универсальном” этапах, а также установлены границы между этими тремя этапами эволюции.

Кроме того, впервые показана независимость геометрической конфигурации вихревых нитей от температуры и начальных условий непосредственно перед реконнекцией, а также установлено, что при сближении ближайшие элементы вихревых нитей переориентируются таким образом, чтобы вектора циркуляции, соответствующие им при реконнекции, были противоположно направлены.

Исследована динамика вихревого клубка в рамках метода вихревой нити с применением нового критерия реконнекций, основанного на динамике элементов вихревых нитей. Установлены связи числа реконнекций с плотностью вихревого клубка и скоростью противотока нормальной и сверхтекучей компонент гелия в стационарном состоянии.

Найдены энергетические спектры полей скорости, индуцируемые различными (описываемыми различным статистическим моделям) хаотическими вихревыми нитями.

Впервые, с помощью метода корреляционных функций, был получен энергетический спектр трехмерного поля скорости, индуцированного

реконnectирующими вихревыми нитями, также установлено, что конфигурация вихревых нитей, образуемая ими перед реконnectией, создает поле скорости со спектром близким к колмогоровскому.

Впервые, с помощью метода корреляционных функций, был найден спектры энергии, создаваемые вихревыми клубками в противотоке нормальной и сверхтекучей компонент при различных температурах. Также, показано, что на межвихревых масштабах $E(k) \sim k^{-\alpha}$, где $1.3 < \alpha < 1.4$ в зависимости от температуры. На больших масштабах $E(k) \sim k^{-1}$.

Об уровне соискателя.

При работе над диссертацией, Андриященко В.А. выполнил колоссальный объем работы по изучению современной физики и гидродинамики квантовых жидкостей, а также освоил широкий арсенал различных методов теоретической физики. Кроме того, он приобрел навыки успешного использования современных алгоритмов моделирования и их реализации на нескольких языках программирования. Уровень квалификации соискателя соответствует кандидату наук и продолжает быстро расти. Ему можно доверить решение научных, научно-организационных и других задач как самостоятельному научному сотруднику.

Практическая ценность полученных результатов.

На основании проведенных исследований получены важные результаты, способствующие развитию такого фундаментального раздела физики, как теории квантовой турбулентности. Проведенные исследования вносят существенный вклад в понимание процессов реконnectий и динамики квантовых вихревых нитей при ненулевых температурах, а также их связи с переносом энергии по масштабам в сверхтекучем гелии.

Заключение о соответствии работы требованиям ВАК.

В целом, представляемая диссертационная работа является законченным научным исследованием на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют большое значение для физики квантовых жидкостей и развития теории квантовой турбулентности. В плане актуальности, новизны, профессионального уровня, объема и научной значимости диссертационная работа «Процессы реконnectий и стохастическая динамика квантованных вихревых нитей в сверхтекучем гелии» полностью удовлетворяет требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Андриященко Владимир Андреевич, несомненно заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 механика жидкости газа и плазмы.

Доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник ИТ СО РАН

Н-ский

С. К. Немировский

ФАНО России

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе

Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН)

Проспект Лаврентьева, 1, г. Новосибирск тел. (383)3356057, e-mail: nemir@itp.nsc.ru

<http://www.itp.nsc.ru/>

