

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На диссертацию Султановой Мадины Рафаиловны

«Нелинейные волновые и вихревые движения на поверхности и в объеме классической и квантовой жидкости», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. –

«Физика конденсированного состояния»

Диссертационная работа М.Р. Султановой выполнена в лаборатории квантовых кристаллов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук и посвящена изучению турбулентных явлений в классической, квантовой, а также в полимерной жидкостях.

Актуальность исследований обусловлена тем, что волновая и вихревая турбулентность играет значительную роль во многих процессах как на Земле, так и во вселенной. Понимание механизмов передачи энергии и диссипации энергии в турбулентности, а также взаимодействие разных подсистем (волновой и вихревой) важно для понимания многих как прикладных, так и фундаментальных задач, например, для понимания нелинейного переноса энергии на поверхности нейтронных звезд; динамики крупномасштабных планетарных атмосферных вихрей. Волновые турбулентные состояния могут возникать в магнитных системах твердых тел, в системах фононов в твердых телах, или в плазме.

В данной диссертационной работе представлены результаты экспериментальных исследований вихревого течения в нормальной и сверхтекучей компоненте ^4He , индуцированного слабо нелинейными волнами на поверхности жидкого гелия, а также исследования влияния диссипации на турбулентный спектр в области высоких частот в системе капиллярных волн на поверхности жидкого водорода. Экспериментальное изучение волновых и вихревых течений на поверхности жидкого водорода и сверхтекучего гелия позволяет глубже понять процессы переноса энергии в турбулентных течениях. Отдельным направлением является изучение эластической турбулентности неньютоновских жидкостей, результат которого можно использовать в медицинских целях.

Целью данной работы является: изучение турбулентных явлений в классической, квантовой, а также в полимерной жидкостях, а именно:

- Исследование взаимодействия инжектированных зарядов с вихревым течением в нормальном гелии He-I и сверхтекучем гелии He-II;

- Изучение турбулентного распределения в системе радиальных и азимутальных мод капиллярных волн на поверхности жидкого водорода;
- Исследование характеристик перехода полимеров coil-stretch transition в случайных потоках.

Основные задачи, решенные соискателем:

1. Изготовление экспериментальной ячейки и разработка методики регистрации вихревых течений с помощью инжектированных зарядов под поверхностью жидкого гелия в нормальном He-I и сверхтекучем состоянии He-II;
2. Экспериментальное изучение процесса генерации квантовых вихрей волнами, распространяющимися на поверхности сверхтекучего гелия при $T=1.5$ К.
3. Исследование взаимодействия инжектированных зарядов с вихревым течением в нормальном и сверхтекучем гелии вблизи $T\lambda$;
4. Экспериментальное исследование турбулентного состояния в системе азимутальных волн на поверхности жидкого водорода в ячейке цилиндрической геометрии;
5. Вычисление энтропийной характеристики перехода полимеров coil-stretch transition в случайных потоках неньютоновских жидкостей.

Для выполнения исследований на поверхности жидкого водорода М.Р. Султанова воспользовалась методикой «отраженного луча», развитой ранее в лаборатории квантовых кристаллов. Была разработана методика накачки радиальных и азимутальных волн, которая была применена для изучения высокочастотной области прямого турбулентного каскада на поверхности жидкого водорода и было обнаружено формирование локального максимума в высокочастотной области прямого турбулентного каскада при понижении амплитуды накачки.

Следует отметить большую выполненную работу по созданию экспериментальной ячейки для исследования вихревых движений в нормальном и сверхтекучем гелии, отработки методики регистрации и проведение экспериментов. Создание алгоритма обработки полученных экспериментальных данных и интерпретация полученных результатов происходила при непосредственном участии Султановой М.Р. Формирование вихревого движения происходило с помощью 2 плунжеров, установленных на двух смежных перпендикулярных гранях, которые двигались в вертикальной плоскости. Регистрация осуществлялась с помощью инжектированных отрицательных зарядов.

К наиболее значимым полученным результатам я отношу первое наблюдение генерации квантовых вихрей поверхностными перпендикулярными стоячими волнами на поверхности сверхтекучего гелия. При температурах ниже 1.7 К наблюдался захват

отрицательных зарядов квантовыми вихрями, а при температурах выше 1.8 К было показано, что происходит рассеяние зарядов на вихревой структуре в нормальной компоненте. Также следует отметить наблюдение локального максимума в области высокочастотного края инерционного интервала прямого турбулентного каскада при понижении амплитуды накачки и впервые была предложена новая методика обнаружения области перехода coil-stretch transition для полимерных растворов.

Султановой М.Р. принимала непосредственное участие в постановке экспериментальных задач и их решении, а также в обсуждении полученных результатов и в написании статей.

Диссертационная работа Мадины Рафаиловны Султановой выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния.

Научный руководитель,
Директор ИФТТ РАН
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.,
по специальности 01.04.07 – физика
конденсированного состояния

20. сентября 2023г.

Левченко А.А.

Подпись Левченко А.А. заверяю.
Ученый секретарь ИФТТ РАН
к.ф.-м.н.

Терещенко А.Н.

