

ГЕНЕРАЦИЯ КВАНТОВЫХ ВИХРЕЙ ВОЛНАМИ НА ПОВЕРХНОСТИ СВЕРХТЕКУЧЕГО ГЕЛИЯ

М.Р. Султанова, И.А. Ремизов, А.А. Левченко

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

КВАНТОВЫЕ ЖИДКОСТИ, ТУРБУЛЕНТНОСТЬ, ВИХРЕВЫЕ ПОТОКИ, КВАНТОВЫЕ ВИХРИ

GENERATION OF QUANTUM VORTICES BY WAVES ON THE SURFACE OF SUPERFLUID HELIUM

M.R. Sultanova, I.A. Remizov, A.A. Levchenko

KEYWORDS

QUANTUM FLUIDS, TURBULENCE, VORTEX FLOWS, QUANTUM VORTEXES

Экспериментально исследовано взаимодействие инжектированных зарядов в сверхтекучем гелии He-II (отрицательно заряженных электронных пузырьков диаметром ~ 1.7 нм и положительно заряженных снежных шариков диаметром ~ 0.7 нм) с квантовыми вихрями под свободной поверхностью слоя сверхтекучего гелия He-II глубиной 30 мм в интервале температур от 1.5 до 2.1 К. Точечный источник зарядов располагался на одной из боковых граней прямоугольной рабочей ячейки линейными размерами 50x50x30 мм. Сегментированный плоский коллектор был расположен на соседней боковой грани ячейки. Боковые грани и дно рабочей ячейки были электрически изолированы друг от друга. Подвешенная на расстоянии в 3 мм над торцами боковых граней в паре над поверхностью слоя He-II крышка ячейки была изготовлена из плавленого кварца и покрыта полупрозрачной проводящей пленкой. Это позволяло создавать неоднородные электрические поля в объеме слоя такие, что можно было обеспечить движение зарядов от источника к коллектору под поверхностью слоя He-II. О направлении движения зарядов в He-II в приложенном статическом электрическом поле судили по распределению токов по пяти вертикально ориентированным сегментам составного коллектора. Линейные размеры сегментов 0.9x3.0 см, каждый из них был соединен с отдельным усилителем тока[. Вихревые течения на поверхности и в объеме слоя He-II возникали в результате нелинейного взаимодействия между взаимно перпендикулярными капиллярными волнами, возбуждаемыми в жидкости двумя плоскими плунжерами, которые совершали возвратно - поступательные движения в горизонтальной плоскости с частотой $f_g = 49.8$ Гц.

Обнаружено, что в интервале температур 2.15-1.5 К распределение тока отрицательных зарядов по сегментам приемного коллектора заметно изменяется при включении волновой накачки. При температуре $T=2.15$ К возбуждение стоячих капиллярных волн на поверхности He-II практически не влияет на распределение токов отрицательных зарядов по сегментам. Однако, при понижении температуры He-II до 1.5 К возбуждение волн и вихрей на поверхности сверхтекучей жидкости приводит к существенному перераспределению регистрируемых токов отрицательных зарядов по сегментам. Наблюдаемые существенные различия в поведении распределения токов положительных и отрицательных зарядов знаков можно объяснить тем, что при температурах $T \leq 1.5$ К электронные пузырьки могут захватываться клубками квантовых вихрей, содержание которых значительно возрастает при возбуждении нелинейных волн на поверхности сверхтекучей жидкости.

Работа была выполнена в рамках гранта РФФИ № 23-72-30006

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Султанова Мадина Рафаиловна – инженер-исследователь Институт теоретической физики имени Л.Д.Ландау РАН, г. Черноголовка Московской обл. e-mail: mabinkaiftt@issp.ac.ru