

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОПРОВОЛОК И
НАНОКЛАСТЕРОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В СВЕРХТЕКУЧЕМ ГЕЛИИ

Е.Б. Гордон^а, А.В. Карабулин^б, В.И. Матюшенко^с, В.Д. Сизов^с, И.И. Ходос^д

^а*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Московская область, 142432, Россия*

^б*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, 115409, Россия*

^с*Филиал Института энергетических проблем химической физики РАН
Черноголовка, Московская область, 142432, Россия*

^д*Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН
Черноголовка, Московская область, 142432, Россия*

Обнаруженное ранее явление катализа процесса коагуляции примесей в сверхтекучем гелии квантованными вихрями использовано для выращивания металлических нанопроволок. Исходные частицы - атомы и малые кластеры металлов - получались лазерной абляцией погруженных в HeII мишеней из Ni, Pb, In и Sn. Для всех металлов в сверхтекучем гелии вырастают длинные (до 1 см) пучки нанопроволок диаметром 5–8 нм, связанные между собой точечными контактами и обладающие металлической проводимостью. Все проволоки имеют практически монокристаллическое строение. При высокой интенсивности плазменного испарения кроме нанопроволок образуются сферические кластеры (диаметром около 2 мкм), имеющие правильную форму и атомно-гладкую поверхность. Такое строение объяснено плавлением продуктов абляции металлов при их слипании в HeII. Кратковременное воздействие слабого пучка 200кэВ-ных электронов вызывает взрыв сохраненных металлических сфер в вакуумной камере ТЕМ микроскопа с образованием тысяч кластеров диаметром в несколько нм. Эффект обусловлен наличием больших внутренних механических напряжений, возникающих при резком охлаждении расплавленных сфер жидким гелием. Предложен механизм конденсации атомов и наночастиц металлов в квантованных вихрях сверхтекучего гелия. Как и порождающие их вихри, пучки проволок прикрепляются к введенным в область конденсации остриям-электродам; это позволяет производить электрические измерения непосредственно в криостате. Наблюдаемая высокая интенсивность полевой эмиссии электронов и ее низкий порог объясняются малостью радиуса индивидуальных проволок и их большой длиной. Температура перехода в сверхпроводящее состояние в свинцовых нанопроволоках оказалась сдвинутой вниз на 2,9 К, а в индиевых и оловянных — вверх более чем на 1 К.