

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Петрова Андрея Владимировича**

«Тонкие пленки FeSeTe на аморфных подложках при низких температурах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.10. Физика низких температур.

В диссертационной работе А.В. Петрова решаются задачи исследования сверхпроводимости в тонких железосодержащих пленках тетрагонального селенида железа интеркалированного теллуром FeSe_{0,5}Te_{0,5} (далее FeSeTe) на аморфных диэлектрических подложках без буферного слоя и нахождения их физических характеристик при низких температурах.

Эти исследования актуальны как в фундаментальном, так и в поисково-прикладном аспектах. Их важность заключается, прежде всего, в том, что в указанном материале, имеющем очень простую кристаллическую структуру и две анизотропные щели в спектре возбуждений, до сих пор не раскрыт механизм образования куперовских пар и получение новой информации о физических характеристиках пленок, напыленных на необычную – аморфную – подложку. В поисково-прикладном физическом аспекте актуальность заключается в том, что разработка сверхпроводящих проводов на основе тонких пленок FeSeTe на диэлектрических аморфных подложках предлагает потенциально недорогую и интересную альтернативу проводам на основе купратных сверхпроводников на основе редкоземельных элементов для применений в магнитах и современной электронике при гелиевом уровне охлаждения.

Для достижения поставленной в диссертации цели были сформулированы следующие задачи:

- разработать методику безбуферного импульсно-лазерного осаждения пленок FeSeTe на аморфные подложки и оптимизировать параметры роста;
- исследовать морфологию поверхности, фазовый состав и элементную однородность пленок методами сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии;
- определить электрофизические характеристики: зависимости сопротивления на переходе из нормального в сверхпроводящее состояние от температуры и магнитного поля, критическую температуру T_c , верхнее критическое магнитное поле H_{c2} и поле необратимости H_{irr} , зависимость плотности критического тока от температуры и магнитного поля;
- провести анализ вихревой динамики термически активированных вихрей, определить энергию их активации, а также характер центров пиннинга;
- выявить механизмы, определяющие значения T_c , проявление квазидвумерных эффектов и перехода Березинского–Костерлица–Таулеса;
- оценить перспективность применения полученных пленок для создания высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) проводов третьего поколения.

Научная значимость диссертации заключается в разработке комплексной методики формирования и исследования тонких сверхпроводящих пленок FeSeTe на аморфных диэлектрических подложках как первого успешного шага на пути создания прототипов сверхпроводящих проводов так называемого третьего поколения на гибких диэлектрических подложках. Разработанная методика включает подготовку образцов, выбор режимов импульсно-лазерного осаждения, получение оценок температурной зависимости энергии активации вихрей Абрикосова, верхнего критического поля, поля необратимости, плотности критического тока, результаты измерений морфологических, структурных и электродинамических характеристик пленок, определение анизотропии сверхпроводящих параметров пленок – длин когерентности и лондоновских глубин

проникновения, анализ нормированной плотности силы пиннинга. Научная значимость заключается также в получении данных о механизме самотекстурирования за счет изменения элементного фазового состава в осаждаемой пленке и размеров элементарной кристаллической ячейки без эпитаксии к подложке, обнаружении двумерности в поведении пленки, величине энергии активации вихрей и доминировании коррелированного пиннинга на протяженных дефектах, что дополняет фундаментальные представления о вихревой динамике и устойчивости сверхпроводящего состояния в железосодержащих пленках.

Практическая значимость работы заключается в демонстрации возможности получения сверхпроводящих FeSeTe-пленок с $T_c \approx 9,5$ K, высокими значениями H_{c2} , H_{it} и плотности критического тока при низкотемпературном (300 °C) импульсном лазерном осаждении в вакууме на аморфных подложках без применения буферных слоев. Данный подход может быть адаптирован для гибких диэлектрических подложек типа световодов, что позволит формировать длинномерные сверхпроводящие элементы при сохранении ключевых характеристик и снижении себестоимости. Реализация этой технологии создает предпосылки для разработки гибких ВТСП-проводов третьего поколения, способных передавать сигналы и ток с низкими потерями.

Все экспериментальные данные, приведенные в автореферате, получены на современных измерительных установках с соблюдением единых процедур подготовки образцов и многократного повторения измерений на разных сериях образцов. Данные измерений обработаны с применением проверенных методов статистической обработки, согласуются между собой и с литературными данными для $FeSe_xTe_{1-x}$ на кристаллических подложках. Результаты работы опубликованы в изданиях, индексируемых в системах Scopus, WoS и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ. Материалы исследования были представлены на российских конференциях.

Из текста автореферата следует, что диссертация Петрова Андрея Владимировича «Тонкие пленки FeSeTe на аморфных подложках при низких температурах» соответствует требованиям, установленным Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» и Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова к диссертационным исследованиям, а сам соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.10. Физика низких температур.

Профессор Института физики и прикладной математики НИУ МИЭТ, д.ф.-м.н., доцент

V.V. Бардушкин

Бардушкин Владимир Валентинович

27.04.2026

01.04.07 – Физика конденсированного состояния

тел.: 8 (499) 720-87-39; e-mail:

124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (НИУ МИЭТ)

Подпись Бардушкина В.В.

УДОСТОВЕРЯЮ

Уч. секретарь УС

А.В. Куликов