

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Черникова Александра Николаевича  
«Разработка криостатов для ядерно-физических исследований»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики

Применение сверхнизких температур в физических экспериментах стало доступно относительно недавно, со времени создания в 1966 г. первого рефрижератора растворения с хладопроизводительностью и ресурсом работы, приемлемыми для проведения электрофизических измерений. С тех пор в данной области достигнут значительный прогресс, получивший мощный импульс с появлением безжидкостных криокулеров, способных обеспечить базовые условия получения сверхнизких температур. В настоящее время температуры менее 1 К используются для изучения основного состояния конденсированной материи, прецизионного детектирования космического излучения, в том числе нейтринного, и других областях фундаментальной науки. Создание криогенных устройств в данной области температур требует не только высокой технической грамотности, но и богатого опыта наряду с экспериментальным искусством, которые необходимы для обеспечения, как правило, уникальных условий проведения экспериментов. Разработки, представленные в диссертационной работе, свидетельствуют, что их автор, Черников А.Н., обладает этим в полной мере.

В начале автореферата кратко, но емко описаны физические основы получения сверхнизких температур, необходимые для понимания сути конструкционных решений, представленных в дальнейшем.

Первым из описанных устройств является оригинальная комбинация рефрижераторов растворения и откачки, обеспечившая повышенную хладопроизводительность при температурах менее 0.75 К. Достоинством данной разработки также является возможность оперативной установки и замены образца без отогрева и разборки криостата, обеспечивающая большую экономию жидкого гелия, существенно упрощающая проведение «основных» экспериментов и сокращающая их длительность.

Далее представлена серия автономных рефрижераторов с откачкой паров  $^3\text{He}$ , не имеющих внешних откачных и газовых коммуникаций, которые реализованы как в виде погружной вставки в гелиевый криостат, так и в виде составной части гелиевого криостата или криокулера, находящейся в общей вакуумной части. Конструкция рефрижераторов предотвращает риск потери дорогостоящего хладагента  $^3\text{He}$  и позволяет эксплуатировать их в составе установок неспециализированных лабораторий.

Уникальной является разработка безазотного гелиевого криостата, предназначенного для охлаждения сканирующего туннельного микроскопа, работающего в условиях сверхвысокого вакуума. Для исследований методом СТМ конструкция криостата должна обеспечивать как большую жесткость, требуемую для подавления вибраций, так и малый теплоприток, нужный для

поддержания температуры во время длительных измерений. Автору удалось найти решение, удовлетворяющее обоим условиям и получить рекордное время поддержания рабочей гелиевой температуры.

Еще одной серией разработок автора диссертации являются шахтные криостаты на базе промышленных криокулеров, созданные для нейтронных исследований. Спецификой этих исследований является большой объем образца, который должен быть хорошо термостатирован, и необходимость применения специальных материалов, обеспечивающих требуемые условия поглощения и рассеяния нейтронов. В автореферате представлены три разработки для разных типов экспериментов, в одной из которых реализована возможность охлаждения крупногабаритной камеры высокого давления. Каждая из этих разработок является уникальной.

Большим достоинством диссертации Черникова А.Н. является практическая ценность всех работ. Характеристики разработанных криогенных систем, представленные в автореферате, получены не в специально оптимизированных условиях, а являются рабочими параметрами установок в течение многих лет функционирующих в различных исследовательских центрах. Все разработки либо защищены патентом, либо описаны в научных трудах, опубликованных в журналах ВАК, препринтах ОИЯИ и материалах конференций по тематике выполненных исследований.

Как следует из автореферата, диссертационная работа «Разработка криостатов для ядерно-физических исследований» выполнена на высоком уровне и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики, а автор диссертации, Черников Александр Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры  
физики твердого тела и наносистем  
Национального исследовательского  
ядерного университета «МИФИ»,  
кандидат физико-математических наук.  
тел. (495) 788-56-99 доб. 81-94  
e-mail: AVKuznetsov@mephi.ru  
Москва, Каширское ш. 31, НИЯУ МИФИ

А.В. Кузнецов

Подпись удостоверяю  
Заместитель начальника отдела  
документационного обеспечения  
НИЯУ МИФИ



*Черников А.Н.*