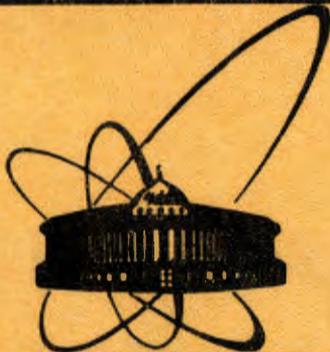


85-889



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-85-889

В.Н.Дугинов, А.Б.Лазарев, В.Г.Ольшевский,
С.Н.Шилов

**КРИОСТАТ ДЛЯ μ SR-ИССЛЕДОВАНИЙ
С ОХЛАЖДАЕМЫМИ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫМИ СЧЕТЧИКАМИ**

1985

ВВЕДЕНИЕ

Многие исследования твердого тела с помощью μ SR-метода^{/1-3/} проводятся в условиях низких температур. Для этого исследуемые образцы помещают в криостаты, конструкция которых описана, например, в работе^{/4/}. В экспериментах с помощью телескопов из сцинтилляционных счетчиков регистрируются входящие в образец поляризованные мюоны и соответствующие им вылетающие из образца позитроны распада. Экспериментальный материал получается в виде зависимости счета позитронного телескопа от времени жизни мюонов в образце.

К криостатам для μ SR-опытов предъявляются два основных требования:

1/ Для обеспечения высокой скорости набора статистики телесный угол позитронного телескопа должен быть максимально возможным. Необходимо отметить, что во многих μ SR-экспериментах исследуемые образцы помещают в электромагниты. Поэтому размеры счетчиков позитронного телескопа ограничены размерами рабочей области электромагнитов, и единственным путем увеличения телесного угла является сближение исследуемого образца с позитронным телескопом;

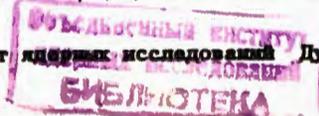
2/ Для снижения фона от остановок мюонов вне исследуемого образца количество "постороннего" вещества между образцом и счетчиками должно быть минимальным.

Как отмечалось в^{/4/}, одним из решений, удовлетворяющих этим двум требованиям, является создание криостата со счетчиками, расположенными в холодной зоне в непосредственной близости от исследуемого образца.

В этой работе мы приводим описание такого криостата и результаты испытаний сцинтилляционных счетчиков.

КОНСТРУКЦИЯ

На рис.1 приведен схематический чертеж вакуумированного криостата с охлаждаемыми сцинтилляционными счетчиками. Исследуемый образец /4/ помещается в контейнер /3/, конструкция которого аналогична описанной в работе^{/4/}. Образец может охлаждаться от комнатной температуры до 4,2 К. Общее количество вещества, дающего фон, на пути пучка мюонов составляет 0,18 г/см². Непосредственно перед контейнером с образцом по направлению пучка мюонов расположен сцинтиллятор /8/ счетчика мюонного телескопа,



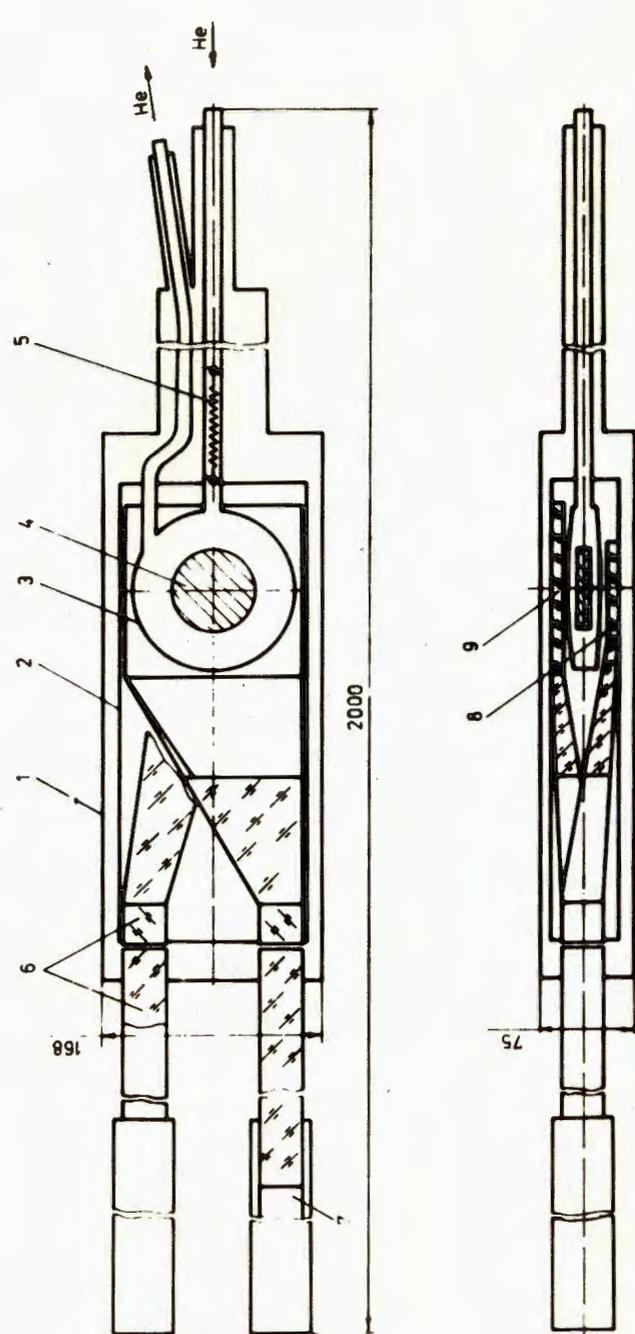


Рис.1. Схематический чертёж криостата. Цифрами показаны: 1 - вакуумный кожух; 2 - азотный экран; 3 - корпус внутреннего контейнера; 4 - исследуемый образец; 5 - нагреватель; 6 - световод с вакуумным зазором; 7 - фотоумножитель; 8 - сцинтиллятор мюонного счетчика; 9 - сцинтиллятор позитронного счетчика.

представляющий собой диск диаметром 60 мм и толщиной 10 мм. За контейнером с образцом расположен сцинтиллятор /9/ счетчика позитронного телескопа размером 125x125x10 мм³. Минимальное расстояние от центра образца до счетчика позитронного телескопа - 15 мм. В счетчиках использовался "стандартный" сцинтиллятор на основе полистирола с добавкой 2% Р-терфинала и 0,02% РОРОР.

Оба сцинтиллятора расположены внутри азотного экрана /2/ и имеют с ним тепловой контакт. Световоды /6/ счетчиков имеют длину около 50 см. Вакуумные зазоры между холодными и теплыми частями световодов снижают теплоприток в холодную зону криостата.

В счетчиках применены фотоумножители ФЭУ-85. В контейнерах с фотоумножителями размещены также предусилители. Необходимость применения предусилителей вызвана значительными потерями света в световодах с вакуумным зазором.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

При испытании криостата с охлаждаемыми сцинтилляционными счетчиками ставились следующие цели:

1/ Определение зависимости амплитудных характеристик счетчиков от температуры сцинтилляторов;

2/ Проверка качества оптического контакта в местах склеивания сцинтилляторов со световодами после нескольких циклов охлаждения и отогрева;

3/ Определение влияния большого количества пластмассы /сцинтилляторы, световоды/ и уплотняющих элементов на качество вакуума внутри криостата.

Перед работой вакуумное пространство криостата откачивалось насосом производительностью 5 л/с до давления 10^{-8} мм рт.ст. После охлаждения азотного экрана вакуум улучшался, однако криостат требовал непрерывной откачки из-за большого газовыделения из пластмассовых деталей.

В работе /6/, где приведены результаты испытаний счетчика аналогичной конструкции, было отмечено, что при охлаждении сцинтиллятора и световода до ~ 77 К место склейки разрушалось. На наш взгляд, это происходило из-за чрезмерно быстрого охлаждения. Мы провели несколько циклов охлаждения до ~ 77 К и отогрева до комнатной температуры сцинтиллятора и световода. Скорость охлаждения и отогрева была не более 1 град/мин. При этом качество оптического контакта в месте склеивания не ухудшалось.

Испытания счетчиков криостата проводились способом, аналогичным описанному в работе /6/. Схема испытаний приведена на рис.2. В исследуемом счетчике 2С детектировались частицы с ионизационными потерями, близкими к минимальным. В качестве таких частиц использовались релятивистские мюоны космического излучения, выделяемые телескопом из счетчиков 1С, 2С, 3С.

Рис.2. Схема испытаний счетчиков криостата. IC-3C - сцинтилляционные счетчики /2C находится в криостате/; ЛЗ - линия задержки; Ф - формирователь; СС - схема совпадений; ЛВ - линейные ворота; АА - амплитудный анализатор.

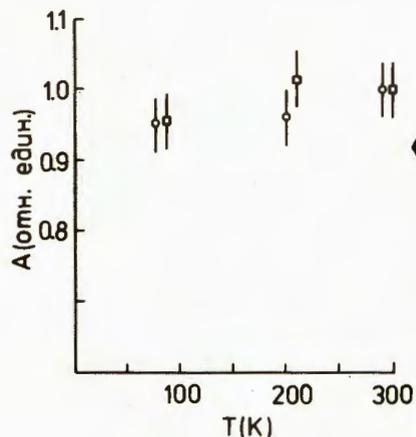
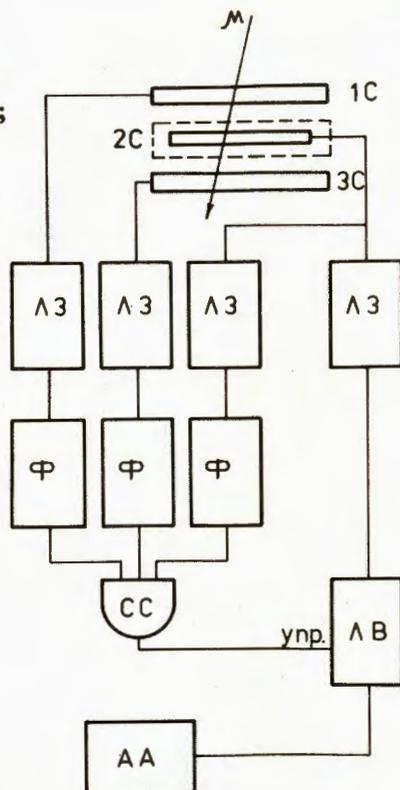


Рис.3. Зависимость среднего значения амплитуды сигналов А от температуры сцинтиллятора Т. О - результаты испытаний мюонного счетчика. □ - результаты испытаний позитронного счетчика. Значение А=1 соответствует комнатной температуре сцинтиллятора. Шкала по температуре для позитронного счетчика сдвинута на 10 градусов вправо.

Необходимо отметить, что имеющиеся в литературе данные ^{1/6/} указывают как на повышение, так и на снижение светового выхода полистирольного сцинтиллятора /в зависимости от типа и концентрации добавок/ при охлаждении его до температуры жидкого азота. В работе ^{1/5/} отмечено ~10%-е снижение амплитуды сигналов при охлаждении сцинтиллятора до ~77 К. Для того чтобы выяснить температурную зависимость амплитуды в нашем случае, мы провели испытания счетчиков при температуре сцинтиллятора 77К, 200К, 290К.

Температура контролировалась предварительно прокалброванными полупроводниковыми диодами и выдерживалась с точностью ± 1 градус.

Амплитудный спектр сигналов от космических мюонов для каждой точки набирался около полутора часов, содержал ~2000 событий и имел вид симметричного пика. Область пика фитировалась при обработке спектра гауссовой кривой. В измерениях была обеспечена ~4%-я точность определения среднего значения и полуширины линии. Повторные измерения, проводившиеся для проверки стабильности амплитудного тракта и контроля качества оптического контакта в местах склейки, показали, что воспроизводимость среднего значения находится на уровне ~3%.

Результаты обработки спектров приведены на рис.3. Они показывают, что в пределах ошибок измерений амплитуда сигналов при охлаждении сцинтилляторов от комнатной температуры до 77 К остается неизменной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты испытаний позволяют сделать следующие выводы:

- 1/ амплитуда сигналов счетчиков остается неизменной в диапазоне температур сцинтилляторов 77 - 290К;
 - 2/ качество оптического контакта в местах склеивания сцинтилляторов со световодами не ухудшается при многократном охлаждении до температуры жидкого азота;
 - 3/ непрерывная откачка вакуумного пространства криостата насосом производительностью 5 л/с обеспечивает необходимый для нормальной работы уровень вакуума /не хуже 10^{-3} мм рт.ст./.
- В заключение авторы выражают благодарность В.А.Жукову, В.Г.Гребиннику, В.И.Селиванову за интерес к работе и полезные обсуждения, Г.Д.Соболевой за помощь при выполнении графических работ, Е.Н.Русакову и А.Н.Донскому за помощь при сборке криостата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич И.И., Никольский Б.А. "Эксперименты по физике положительных мюонов". Изд-во ИАЭ им.И.В.Курчатова, М., 1976.
2. Гуревич И.И., Никольский Б.А. УФН, 1976, 119, с.169.
3. Yamada Conference on Muon Spin Rotation, Schimoda (Japan), 1983. Nur.Int., 1983, vv.17, 18, 19.
4. В.Г.Гребинник и др. ПТЭ, 1984, № 5, с.51.
5. А.Б.Лазарев, А.В.Огибин. ОИЯИ, 13-83-247, Дубна, 1983.
6. Розман И.М. Изв.АН СССР, 1958, т. XXII, № 1, с.50.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 декабря 1985 года.