



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

97-22
На правах рукописи

Акопян Михаил Владимирович

**АДРОННО-СЛЕПОЙ ДЕТЕКТОР
ДЛЯ УСТАНОВКИ ФЕНИКС**

01.04.23 - физика высоких энергий

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Протвино 1997

Работа выполнена в Массачусеттском Технологическом Институте (г. Бостон, США).

Научные руководители: доктор физико-математических наук Р.С.Шувалов (ИФВЭ, Протвино), профессор Мин Чен (МТИ, Бостон, США).

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук В.И.Рыкалин, кандидат физико-математических наук О.П.Гавришук.

Ведущая организация – Институт ядерных исследований (г.Новосибирск).

Защита диссертации состоится “_____” _____ 1997 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д-034.02.01 при Институте физики высоких энергий (142284, Протвино Московской обл.).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИФВЭ.

Автореферат разослан “_____” _____ 1997 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д-034.02.01

Ю.Г.Рябов

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. На современных коллайдерах тяжелых ионов остро стоит проблема подавления фона от Далитц-распадов пионов, а также проблема регистрации электронов в условиях большого адронного фона. Адронно-слепой детектор (АДС) может располагаться вблизи зоны столкновения встречных пучков и регистрировать электроны с высокой эффективностью при малой эффективности регистрации адронов.

Цель диссертационной работы — изготовление и изучение характеристик нового поколения порогового черенковского счетчика, обладающего высокой эффективностью регистрации надпороговых частиц (электронов) при низкой эффективности регистрации подпороговых частиц (адронов) при малой длине детектора (40 см).

Научная новизна диссертационной работы заключается в создании и исследовании характеристик прототипов нового поколения порогового черенковского счетчика, нечувствительного к адронам.

Основные результаты проведенных исследований:

- Изучены характеристики прототипа безоконного АДС: средний сигнал от электронов в 4 раза превышает сигнал от пионов.
- Для АДС с тонким окном из LiF получена эффективность регистрации электронов 95% при эффективности регистрации пионов 1% для детектора с длиной радиатора 40 см.
- Создан и испытан прототип безоконного АДС со встроенной системой калибровки фотокатода. Получен одноэлектронный спектр фотонного детектора и измерена квантовая эффективность фотокатода — 28% при длине волны 175 нм.

Апробация работы и публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 5 научных работ. Основные результаты, использованные в диссертации, опубликованы в виде препринтов МТИ и CERN, в журнале “Nuclear Instruments and Methods”. Они докладывались на семинарах в BNL и ИФВЭ.

Структура диссертации. Работа изложена на 80 страницах, состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 33 рисунка, 5 таблиц и список цитируемой литературы, включающий 42 наименования.

Содержание работы

Во введении отмечено, что широко используемые в физике высоких энергий пороговые черенковские детекторы обладают ограниченной спектральной чувствительностью в основном из-за обрезания ультрафиолетовой части спектра материалом окна, используемого для разделения объема, в котором черенковский свет излучается, от объема, в котором расположены детекторы черенковского света. Это ограничение часто понижает эффективность регистрации черенковского света и вынуждает увеличивать длину черенковского радиатора. Кроме того, эффективность подавления адронов в обычных черенковских счетчиках ограничивается дельта-электронами от адронов, проходящих через черенковский счетчик.

В данной работе приводятся результаты исследований нового поколения черенковских счетчиков, состоящих из радиатора черенковского света, непосредственно за которым расположен детектор фотонов. В качестве детектора используется плоско-параллельная проволочная камера с цезий-йодовым фотокатодом. Цезий-йодовый катод обладает высокой квантовой эффективностью в области вакуумного ультрафиолета (35-40% при длине волны 170 нм и выше при более коротких длинах волн).

Плоско-параллельная камера имеет высокий коэффициент усиления, необходимый для регистрации единичных фотонов, а также обладает высоким быстродействием.

В экспериментах на встречных пучках тяжелых ионов (ускоритель RHIC в Брукхейвенской национальной лаборатории, США) ожидается, что при столкновении ядер золота будет излучаться примерно 10,000 пионов/столкновение. При таком количестве пионов остро стоит проблема подавления фона от Далитц-электронов. Описываемый адронно-слепой детектор позволяет эффективно подавлять этот фон.

В первой главе излагаются требования к адронно-слепому детектору (АСД) и кратко описан принцип его работы. Для успешной работы АСД должен удовлетворять нескольким условиям:

- иметь высокую эффективность регистрации для надпороговых частиц, т.е. черенковский газ должен обладать большим коэффициентом преломления для того чтобы производить достаточное количество фотонов;
- газы, используемые для генерации черенковского света и для плоско-параллельной камеры, должны быть прозрачны в области вакуумного ультрафиолета;

- иметь низкую эффективность регистрации подпороговых частиц, т.е. фотодетектор должен быть нечувствителен к проходящим заряженным частицам и в то же время регистрировать единичные фотоны.

В работе описаны две конструкции создания АСД:

- **безоконная конструкция** — один и тот же газ используется в качестве черенковского радиатора и для усиления сигнала. Конструкция детектора при этом относительно простая, выбор газовой смеси труден, поскольку нужно удовлетворить набору взаимопротиворечивых требований.
- **конструкция с тонким окном из LiF** позволяет использовать разные газовые смеси для генерации и детектирования черенковского света. При этом можно оптимально подобрать смеси. Конструкция детектора, однако, становится сложнее, поскольку нужно обеспечить одинаковое давление по обе стороны тонкого окна.

Во второй главе описываются конструкция и результаты пучковых испытаний безоконного АСД. Прототип детектора состоит из 40 см радиатора, за которым расположен детектор фотонов. Для регистрации фотонов использовался тонкий (0,5 мк) слой цезий-йода (40×40 мм), разделенный на 8 полос. Сигнал с каждой полосы подавался на отдельный усилитель. Сигнал с фотокатода калибровался с использованием импульсной лампы с длиной импульса 100 нс. В АСД необходимо использовать высокочистые газы (примесь не более нескольких долей на миллион), поэтому газы проходили очистку в фильтре Oxisorb.

Далее в главе описаны лабораторные исследования по поиску газа для АСД. Нужно было найти газ, имеющий большой показатель преломления, прозрачный в области вакуумного ультрафиолета и позволяющий получить достаточный коэффициент усиления в плоско-параллельной камере. В результате выбор был остановлен на CF_4 . Этот газ имеет большой показатель преломления, прозрачен вплоть до энергии фотонов 12 эв, позволяет получить газовое усиление более 10^4 . Основным недостатком является способность этого газа захватывать электроны.

Были проведены пучковые испытания прототипа детектора на пучке в CERN.

Триггерная система состояла из двух сцинтилляционных счетчиков до АСД и одного после него. Пороговый черенковский счетчик и ВаF2-калориметр полного поглощения использовались для выделения электронов. В результате испытаний было продемонстрировано, что средний сигнал от электронов в 4-5 раз превышает сигнал от пионов.

В третьей главе описываются конструкция и результаты пучковых испытаний прототипа АСД с использованием тонкого (0,5 мм) окна из LiF. Наличие окна позволяет оптимально выбрать газовые смеси для черенковского радиатора и детектора фотонов. В результате проведенных исследований для радиатора был выбран газ C_2F_6 , а для плоско-параллельной камеры — газовая смесь из 95% гелия и 5% метана. Были проведены пучковые испытания прототипа АСД, в результате которых получены следующие характеристики:

| Длина детектора, см | Режекция пионов | |
|------------------------|---|--|
| | Эффективность регистрации электронов 95% | Эффективность регистрации электронов 90% |
| 40 | 1/100 | 1/150 |
| 80 | 1/200 | 1/300 |
| 120 | 1/300 | 1/1000 |

В четвертой главе описана конструкция прототипа безоконного АСД со встроенной системой измерения квантовой эффективности фотокатода, позволяющей мониторировать свойства фотокатода без вскрытия камеры. Используемый метод счета фотонов позволяет не только измерять квантовую эффективность фотокатода, но и изучать свойства детектора фотонов от предполагаемого черенковского света.

Экспериментально получен одноэлектронный спектр фотонного детектора и измерена квантовая эффективность цезий-йодового фотокатода — 28% при длине волны 175 нм.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы проделанной работы.

Список литературы

- [1] M.Chen, M.Akopyan, T.Hemmick, R.Pisani. Hadron blind detector. MIT-LNS technical report, MIT-LNS 211, August 29, 1996.
- [2] M.Chen, D.Luckey, M.Smolín, K.Sumorok, X.Zhang (MIT, LNS), A.Bolozdynya, S.Belogurov, D.Churakov, A.Koutchenkov, A.Kovalenko, V.Kuzichev, V.Lebedenko, V.Sheinkman, G.Smirnov, G.Safronov, V.Vinogradov (Moscow, ITEP), Y.Giomataris, C.Joseph, M.Werlen (Lausanne U.), G.Charpak (CERN), B.Blumenfeld, A.K.Gougas, D.Steele (Johns Hopkins U.), M. Akopian (Moscow, INR). Results of a first beam test of hadron blind trackers. CERN-PPE-93-191, August, 1993. Published in Nucl.Instrum.Meth.A346:120-126,1994.
- [3] M.Chen, D.Luckey, K.Sumorok, X.Zhang (MIT, LNS), M.P.J. Gaudreau (MIT, Plasma Fusion Ctr.), D.Akimov, A.Bolozdynya, D.Churakov, V.Chernyshev, A.Koutchenkov, A.Kovalenko, V.Kuzichev, V.Lamkov, V.Lebedenko, L.Gusev, G.Safronov, V.Sheinkman, G.Smirnov (Moscow, ITEP), R.N.Krasnokutsky, R.S.Shuvalov, N.N.Fedyakin, V.Sushkov (Serpukhov, IHEP), M.Akopian (Moscow, INR), A.K.Gougas, A.Pevsner (Johns Hopkins U.). R&D proposal to DRDC: fast EM-calorimeter with excellent photon angular resolution and energy resolution using scintillating noble liquids. CERN-DRDC-93-9, January, 1993.
- [4] M.Chen, M.Mullins, D.Pelly, S.Shotkin, K.Sumorok (Laboratory for Nuclear Science, MIT, Cambridge, MA, USA), D.Akyuz, E.Chen, M.P.J.Gaudreau (Plasma Fusion

Center, MIT, Cambridge, MA USA), A.Bolozdynya, V.Tchernyshev, P.Goritchev, V.Khovansky, A.Koutchenkov, A.Kovalenko, V.Lebedenko, V.Vinogradov, L.Gusev, V.Sheinkman (ITEP, Moscow, Russia), R.N.Krasnokutsky, R.S.Shuvalov, N.N.Fedyakin, V.Sushkov (IHEP, Serpukhov, Russia), M.Akopyan (Institute for Nuclear Research, Moscow, Russia), T.Doke, J.Kikuchi, A.Hitachi, T.Kashiwagi (Science and Eng. Res. Lab., Waseda University, Tokyo, Japan), K.Masuda, E.Shibamura (Saitama College of Health, Saitama 338, Japan), N.Ishida (Keisei University, Japan), S.Sugimoto (INS, University of Tokyo, Japan), Y.Giomataris (Lausanne University, Lausanne, Switzerland), G.Charpak (CERN, Geneva, Switzerland). A precision E/GAMMA detectors using LKr/Xe scintillating calorimeters and hadron blind trackers for heavy ion and hadron colliders. MIT-LNS Technical Report # 184, July, 1992.

- [5] M.Chen, K.Sumorok, M.Mullins, D.Pelly (MIT, LNS), M.P.J.Gaudreau, D.Akyuzn (MIT, Plasma Fusion Ctr.), A.Bolozdynya, V.Chernyshev, A.Koutchenkov, A.Kovalenko, V.Lebedenko, V.Vinogradov, L.Gusev, V.Sheinkman (Moscow, ITEP), R.N.Krasnokutsky, R.S.Shuvalov, N.N.Fedyakin, V.Sushkov (Serpukhov, IHEP), M.Akopian (Moscow, INR). Proposal to beam test hadron blind trackers for hadron and heavy ion collisions: Addendum to P38. CERN-DRDC-92-35, June, 1992.

Рукопись поступила 31 марта 1997 г.

М.В.Акопян

Адронно-слепой детектор для установки ФЕНИКС.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы \LaTeX .

Редактор Л.Ф.Васильева.

Технический редактор Н.В.Орлова.

Подписано к печати 14.04.97. Формат $60 \times 84/8$. Офсетная печать.

Печ.л. 0,62. Уч.-изд.л. 0,48. Тираж 100. Заказ 981. Индекс 3649.

ЛР №020498 06.04.92.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий

142284, Протвино Московской обл.

Индекс 3649

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т 97-22, И Ф В Э, 1997
