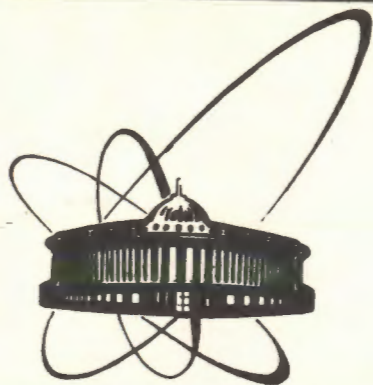


90-295



Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

Г-125

P1-90-295

О.П.Гаврищук, В.С.Дацко*, Р.В.Еремеев,
М.Г.Кадыков, И.Г.Косарев, В.В.Кухтин,
В.К.Семенов*

ВЛИЯНИЕ ЧЕРЕНКОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В СПЕКТРОСМЕЩАЮЩЕМ СВЕТОВОДЕ
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АДРОННОГО КАЛОРИМЕТРА

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

*Институт физики высоких энергий, Серпухов

1990

ВВЕДЕНИЕ.

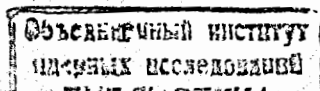
В последние годы в различных физических установках широко используются спектросмещающие световоды (WLS)^{1/1}, позволяющие создавать широкоапертурные годоскопические электромагнитные и адронные калориметры с ячеистой структурой, аналогичные матричным гомогенным детекторам типа ГАМС^{1/2}. Эти детекторы отличает малая стоимость, простота конструкции, технологичность сборки и автономность модулей, что позволяет широко варьировать конфигурацию калориметров. Основным недостатком ячеистых калориметров с WLS — наличие так называемых "горячих зон", обусловленных большим вкладом черенковского излучения в световодах-смещителях спектра. Этот фактор в значительной степени определяет зависимость энергетического разрешения и неоднородность отклика калориметров от координаты попадания частиц в детектор.

Ниже приведены результаты измерения вклада паразитного черенковского излучения в разрешение адронного калориметра АК-600^{1/3}, создаваемого в рамках подготовки эксперимента на комплексе "Меченые нейтрино"^{1/4}. Исследования проводились на матричной борке из 12 модулей, используемых в адронном калориметре установки МИС ИТЭФ, предназначенном для регистрации нейтральных адронов (K_L , n , \bar{n}). Калориметр облучался пучком отрицательных π -мезонов с энергией 40 ГэВ на канале 2А ускорителя У-70 ИФВЭ (Протвино).

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАЛОРИМЕТРА

Конструкция отдельного модуля показана на рис.1. Он представляет собой сборку типа "сэндвич" из 40 стальных пластин толщиной 20 мм, прослоенных 5 мм пластинами сцинтиллятора. Общая толщина модуля составляет 4,97 ядерных длин, что достаточно для полного (95%) поглощения адрона с энергией 40 ГэВ^{1/5}.

В калориметре использован полистирольный пластический сцинтиллятор, изготовленный методом литья под давлением^{1/6}. Для повышения световыхода каждая пластина обертывалась алюминизированным майларом. Применение комбинированного обертывания (на 2/3 майларом



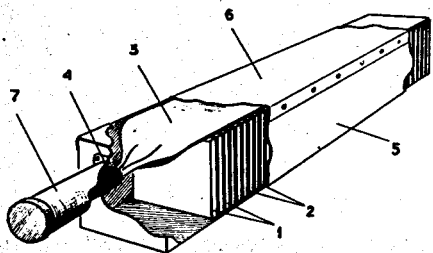


Рис.1. Конструкция модуля адронного калориметра: 1 — стальные поглотители $d = 20$ мм, 2 — пластиковые сцинтилляторы $d = 5$ мм, 3 — световод-смещитель спектра, 4 — ФЭУ-84-3, 5 — корпус модуля, 6 — крышка модуля, 7 — корпус ФЭУ.

и на $1/3$ черной бумагой у ближайшего к WLS края пластины) позволило достичь однородности светособирания порядка 98% ¹⁷. Световод-смещитель спектра, осуществляющий сбор света со сцинтилляторов, был изготовлен в лабораторных условиях из пластин оргстекла толщиной 3 мм. Спектрсмещающее покрытие наносилось методом погружения в спиртовой раствор люминофора.

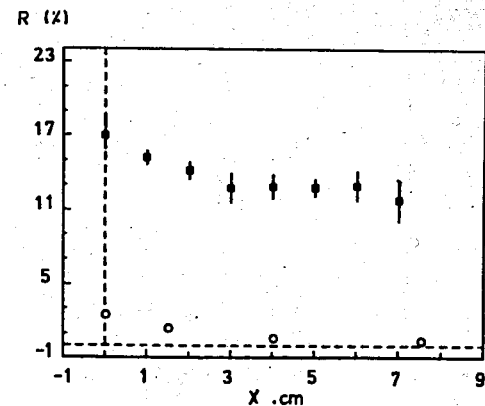
Отличительной особенностью конструкции адронного калориметра АК-600 по сравнению с применявшимися ранее^{8,9} является возможность замены WLS индивидуального модуля без разборки всего детектора, что было предусмотрено для замены WLS при появлении радиационных повреждений¹⁰ во время длительной работы в высокоинтенсивных пучках. В данном случае это позволило провести исследования влияния черенковского излучения в WLS на энергетическое разрешение калориметра в процессе проведения физических измерений на установке МИС ИТЭФ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

На рис.2 представлена зависимость энергетического разрешения АК-600 от точки попадания адронов в счетчик размером 15×15 см². Точка отсчета проходит через стык модулей. Наблюдается ухудшение разрешения от центра к краю модуля с 12 до 17% в области 2 см между осью ливня и сместителем спектра.

Этот эффект может быть объяснен в основном вкладом черенковского излучения от частиц ливня, пересекающих WLS, неоднородностью светособирания сцинтиллятора и наличием щелей на стыках модулей. Чтобы разделить эти эффекты между сцинтилляторами и WLS одного из центральных модулей была проложена черная бумага. При этом сцинтилляционный свет не попадает в сместитель спектра, а условия для переизлучения черенковского света не изменяются. Измерения проводились для четырех положений пучка по X-координате. На рис.3 представлены

Рис.2. Зависимость энергетического разрешения калориметра от координаты регистрируемой частицы.



амплитудные распределения переизлученного черенковского света в зависимости от расстояния между осью ливня и световодом. Рис.4 иллюстрирует вклад черенковского излучения в общее разрешение калориметра.

На этом рисунке приведены отношения величин σ_A , определенные для распределений рис.3, к амплитуде адронного сигнала со всей сборки в зависимости от координаты X попадания π^- -мезона в детектор. Максимальный вклад в энергетическое разрешение, связанный с черенковским излучением, составил 2,5%. Видно, что величина σ_A/A круто падает и на расстоянии 2 см от оси ливня до WLS составляет 1% (см. также рис.2).

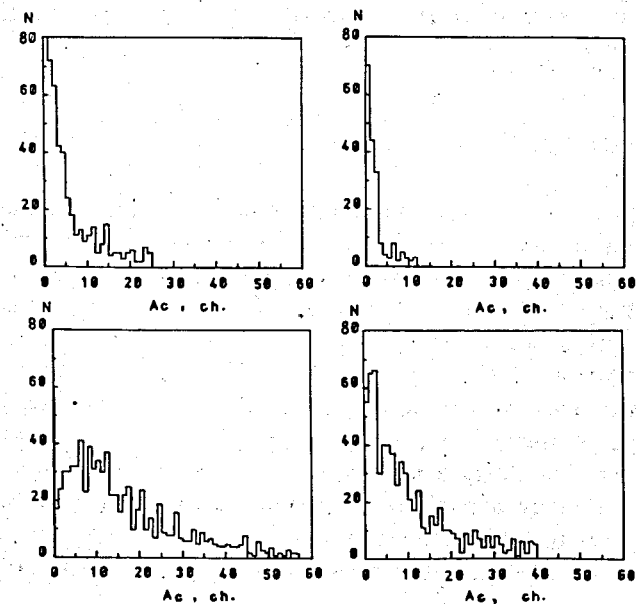


Рис.3. Амплитудные распределения черенковского излучения частиц ливня в световоде в зависимости от расстояния между осью ливня и световодом.

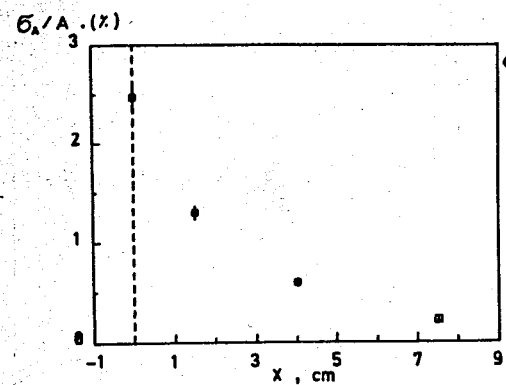


Рис.4. Вклад черенковского излучения в энергетическое разрешение calorиметра (X-расстояние от оси ливня до световода в см).

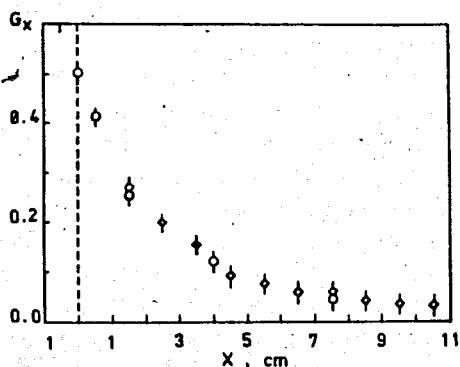


Рис.5. Профиль адронного ливня (\diamond) и вклад черенковского излучения (\circ) в зависимости от точки попадания регистрируемой частицы.

Интересно отметить, что зависимость величин A_{ch} (отн.ед.) от точки попадания частиц в calorиметр совпадает с профилем ливня, полученным нами ранее (рис.5) ¹¹.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашей работе приведены данные по изучению влияния черенковского излучения в световоде-смещителе спектра на энергетическое разрешение адронного calorиметра АК-600. Показано, что максимальный вклад σ_A/A в области WLS составляет 2,5% и становится пренебрежимо малым уже на расстоянии 2-3 см от смещителя. Учитывая, что размер ячейки составляет $15 \times 15 \text{ см}^2$, можно сделать вывод, что наличие небольших "горячих зон" не окажет существенного влияния на характеристики детектора в целом. В целях дальнейшего уменьшения паразитного черенковского света можно рассмотреть возможность использования пленочных переизлучателей, нанесенных на световод, в который введены добавки с границей области поглощения $450 \div 480 \text{ нм}$. Авторы работы ¹¹ утверждают, что это позволит еще в 1,5-2 раза уменьшить неоднородность отклика.

В заключение выражаем благодарность сотрудникам установки МИС ИТЭФ за предоставление возможности проведения настоящих исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.Н. и др. — Препринт ИФВЭ 82-62, Серпухов, 1982.
2. Бинон Ф. и др. — Препринт ИФВЭ 85-62, Серпухов, 1985.
3. Алеев А.Н. и др. — Препринт ОИЯИ Р1-89-434, Дубна, 1989.
4. Денисов С.П. — Пучки меченых нейтрино — новый шаг в методике нейтринных исследований. М.: из-во МИФИ, 1987.
5. Прокошкин Ю.Д. — Препринт ИФВЭ 79-148, Серпухов, 1979.
6. Семенов В.К. — В сб.: Тезисы докладов IX Всесоюзной конференции "Состояние и перспективы разработки и применения сцинтилляторов и сцинтилляционных детекторов в XII пятилетке". Харьков: Изд-во АН УССР, 1986, с.86.
7. Кадыков М.Г. и др. — Препринт ОИЯИ Р13-90-16, Дубна, 1990.
8. Бинон Ф. и др. — Препринт ИФВЭ 86-109, Серпухов, 1986.
9. Битюков С.Н. и др. — Препринт ИФВЭ 87-172, Серпухов, 1987.
10. Пищальников Ю.М. — Препринт ИФВЭ 86-136, Серпухов, 1986.
11. Гавришук О.П. и др. — Препринт ОИЯИ Р1-90-227, Дубна, 1990.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 апреля 1990 года.