



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2001-7

ОЭФ

А.В. Кораблев

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАЛОРИМЕТРА**

Направлено в *ПТЭ*

Протвино 2001

Аннотация

Кораблев А.В. Оптимизация структуры электромагнитного калориметра: Препринт ИФВЭ 2001-7. – Протвино, 2001. – 4 с., 2 рис., 1 табл., библиогр.: 2.

Для устранения эффекта каналирования в электромагнитном калориметре с продольным расположением слоев поглотителя и сцинтиллятора относительно направления налетающих частиц предложена новая структура поглотителя и сцинтиллятора. Приводятся результаты расчета энергетического разрешения для такого калориметра при разных значениях геометрических параметров.

Abstract

Korablev A.V. Optimization of Electromagnetic Calorimeter Structure: IHEP Preprint 2001-7. – Protvino, 2001. – p. 4, figs. 2, tables 1, refs.: 2.

To avoid a channeling effect in electromagnetic calorimeter with scintillator and absorber layers that are arranged along incident particles direction, a new structure of such detector is put forward. The values of energy resolution are calculated for different geometry parameters.

Введение

Калориметр с продольным расположением слоев поглотителя и сцинтиллятора имеет ряд преимуществ по сравнению с поперечным расположением. Это простота конструкции, простота изготовления его составных частей и сборки детектора [1]. Недостатком такого подхода является зависимость характеристик калориметра от угла между траекторией частицы и плоскостью сцинтиллятора. Для устранения этого недостатка рассматривается конструкция, являющаяся дальнейшим развитием предложенного в [1] подхода. Характеристики такого калориметра исследовались моделированием методом Монте-Карло.

1. Конструкция калориметра

На рис. 1 показана принципиальная схема электромагнитного калориметра. Как и в [1], калориметр состоит из чередующихся слоев свинца и сцинтиллятора, состоящего из двух половинок, между которыми расположено оптическое волокно с переизлучателем. Толщина свинца была 0.3 мм, активного вещества — 1.1 мм. Для увеличения однородности калориметра, приближения его к гомогенному, сцинтиллятор разбит на несколько частей, между которыми вставлены пластины свинца той же толщины. В этом случае на пути частицы всегда будет свинцовый поглотитель при любом угле падения. В слоях сцинтиллятора вставки из свинца сделаны таким образом, что отношение объемов свинца и сцинтиллятора в таком слое при неизменной его длине 400 мм было равным $7/33$. В среднем это составляет $26 X_0$ для всего детектора. Чтобы достичь такого же количества радиационных длин без использования вставок свинца в слой сцинтиллятора при глубине калориметра 400 мм необходимо увеличить толщину слоев поглотителя до 6 мм.

Расчет проводился для электронов с энергией 25 ГэВ, падающих под разными углами относительно плоскостей слоев калориметра, чтобы изучить влияние эффекта каналирования на энергетическое разрешение детектора. Наибольшее влияние этого эффекта происходит при направлении пучка налетающих частиц параллельно слоям калориметра и вклад уменьшается с увеличением угла падения частиц [2]. Падающие частицы были равномерно распределены на площади $28 \times 28 \text{ мм}^2$ в центральной части передней стенки калориметра. Для простоты поперечные размеры детектора были взяты $1000 \times 1000 \text{ мм}^2$ и не было разбиения объема на башни.

Расчет энергетического разрешения проводился с помощью программы GEANT 3.21. При этом не учитывались способ и особенности светосбора, которые могли бы повлиять на результат в реальности для каждого из вариантов.

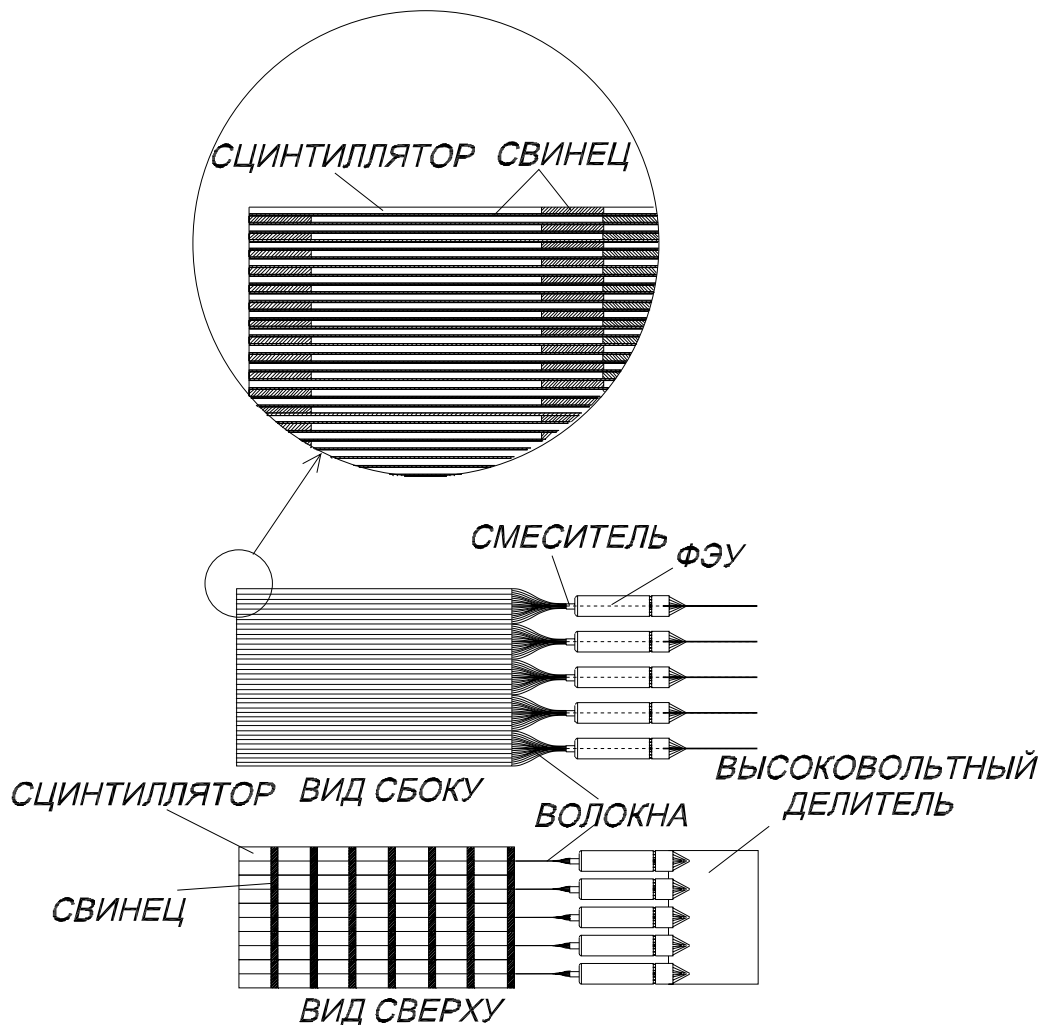


Рис. 1. Конструкция электромагнитного калориметра с дополнительными пластинами свинца для подавления эффекта каналирования.

2. Результаты

На рис.2 показаны полученные расчетом зависимости энергетического разрешения детектора от угла между направлением налетающих частиц и плоскостями слоев калориметра для вариантов (б) и (ж) внутреннего строения детектора, схематически изображенных в табл. 1. Видно, что калориметр со вставками из свинца (вариант (б)) имеет лучшее энергетическое разрешение при малых углах падения частиц и более слабую угловую зависимость при значениях $\Theta > 30$ мрад по сравнению с калориметром, у которого толщина слоев свинца увеличена до 0.6 мм.

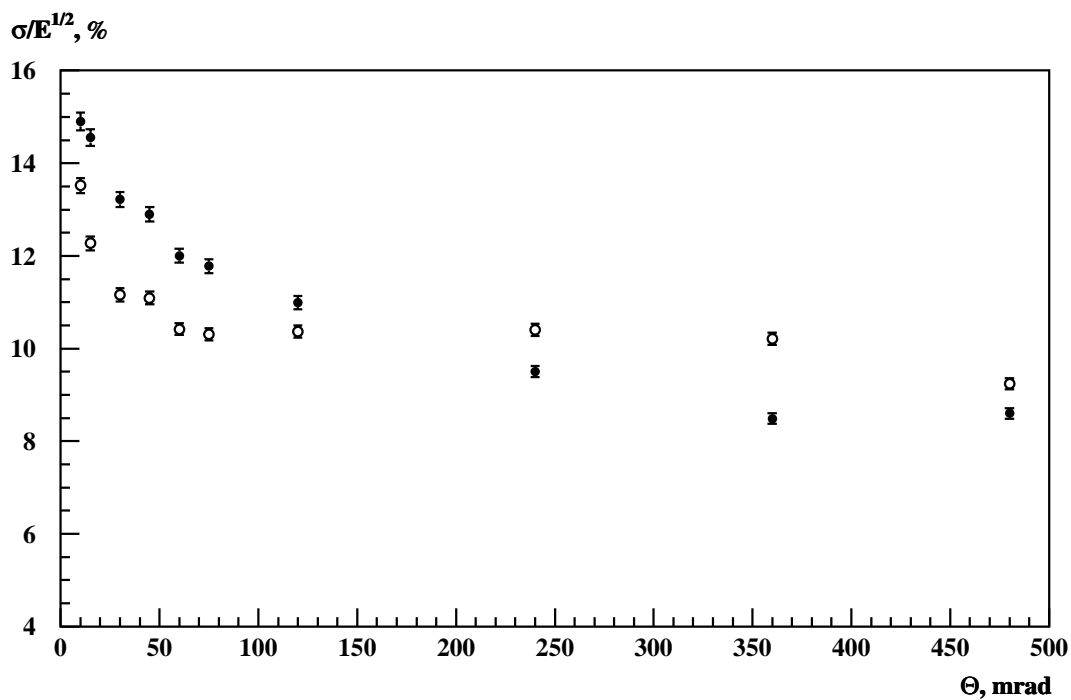


Рис. 2. Зависимость энергетического разрешения от угла для вариантов (б) – о и (ж) – • (см. таблицу 1).

Таблица 1. Результаты расчета энергетического разрешения калориметра.

Вариант	Строение внутренней структуры	Толщина слоя свинца, мм	Количество вставок	$\frac{\sigma}{\sqrt{E}}$ (при $\Theta=120$ мрад)
а		0.3	7	14.19
б		0.3	14	10.37
в		0.3	14	11.92
г		0.3	11	11.27
д		0.3	14	10.69
е		0.5	–	10.15
ж		0.6	–	10.99

В табл. 1 приведены значения энергетического разрешения калориметра для различных вариантов строения внутренней структуры детектора (изображенных в таблице схематично) при падении частиц под углом 120 мрад относительно слоев калориметра. В случае вариантов (е) и (ж) увеличение числа радиационных длин достигается не наличием свинцовых вставок в слоях сцинтиллятора, а увеличением толщины слоев поглотителя до 0.5 мм ($23 X_0$) и 0.6 мм ($26 X_0$).

Заключение

Предложена новая конструкция электромагнитного калориметра, которая при значениях $\Theta > 30$ мрад имеет более слабую зависимость энергетического разрешения от угла падения частиц по сравнению с калориметром, описанном в работе [1]. Такой вариант может быть использован в тех случаях, когда угловая однородность калориметра является более важным фактором, чем конструктивное усложнение детектора.

Автор благодарит В.И. Крышкина за идею, ценные советы и внимание, проявленное к этой работе, а также за предоставленный рис. 1.

Список литературы

- [1] Крышкин В.И., Лапшин В.Г., Мысник А.И. и др. // ПТЭ, 1993, т. 3, с. 43.
- [2] Abramov V.V., Goncharov P.I., Gorin A.M. et al. // Nucl. Instr. and Meth., A365, 1997, p. 185.

Рукопись поступила 7 февраля 2001 г.

А.В.Кораблев
Оптимизация структуры электромагнитного калориметра.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы L^AT_EX.
Редактор Л.Ф.Васильева. Технический редактор Н.В.Орлова.

Подписано к печати 16.02.01. Формат 60 × 84/8. Офсетная печать.
Печ.л. 0,5. Уч.-изд.л. 0,4. Тираж 130. Заказ 40. Индекс 3649.
ЛР №020498 17.04.97.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий
142284, Протвино Московской обл.

