



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2012–17
ОЭФ

В.И. Крышкин, В.В. Скворцов

**Исследование радиационной стойкости
активных элементов калориметров**

Направлено в ПТЭ

Протвино 2012

Аннотация

Крышкин В.И., Скворцов В.В. Исследование радиационной стойкости активных элементов калориметров: Препринт ИФВЭ 2012–17. – Протвино, 2012. – 6 с., 6 рис., библиогр.: 6.

Приведены результаты измерения радиационной стойкости активных элементов калориметров. Один элемент основан на органическом сцинтилляторе со светосбором переизлучающим волокном, а другой элемент – на основе толстослойного газового электронного умножителя.

Abstract

Kryshkin V.I., Skvortsov V.V. Radiation Hardnes Study of Calorimeter Active Elements. – Protvino, 2012. – p. 6, figs. 6, refs.: 6.

There are presented the results of radiation hardness study of a calorimeter active elements. One element is based on organic scintillator with wave length shifting fiber light collection. The other one is an element based on thick gas electron multiplier.

Введение

Установки, работающие при высоких нагрузках детекторов, требуют высокой радиационной стойкости аппаратуры. В [1] кандидатом для активного элемента калориметра, работающего при высоких радиационных нагрузках, рассмотрен толстослойный газовый электронный умножитель (ТГЭУ). Радиационная стойкость газовых детекторов определяется радиационной стойкостью конструктивных материалов и газов, а также процессом старения детекторов при работе в интенсивных радиационных полях. В качестве первого шага проведено измерение радиационной стойкости конструктивных материалов такого детектора. Для сравнения также измерена радиационная стойкость активного элемента адронного калориметра, который в настоящее время используется в ЦЕРН [2], в котором свет с органического сцинтиллятора собирается переизлучающим волокном.

1. Активные элементы

Детектор на основе ТГЭУ, показанный на рис. 1, был изготовлен в ИФВЭ из FR-4 - материала, используемого для печатных плат. Катод и анод имеют толщину 0,2 мм, с одной стороны покрыты медью толщиной 35 мк. Напряжение на электроды подается через резистивный делитель.

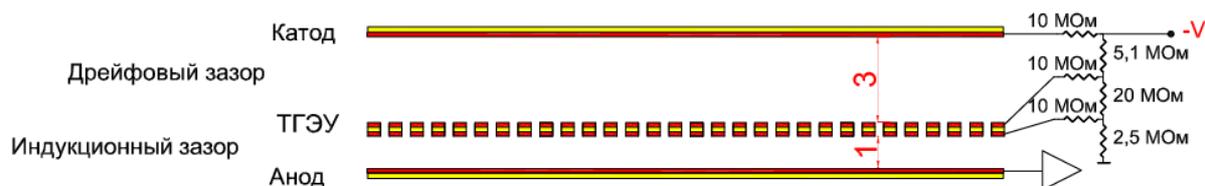


Рис. 1. Схема активного элемента на основе ТГЭУ.

На рис. 2 показан электрод ТГЭУ - стеклотекстолит толщиной 0,5 мм, покрытый медной фольгой толщиной 35 мкм с двух сторон. В восьмигранной медной площадке просверлены отверстия диаметром 0,3 мм, расположенные гексагонально относительно друг другу с шагом 0,7 мм. Вокруг отверстий вытравлен ободок шириной 100 мкм.

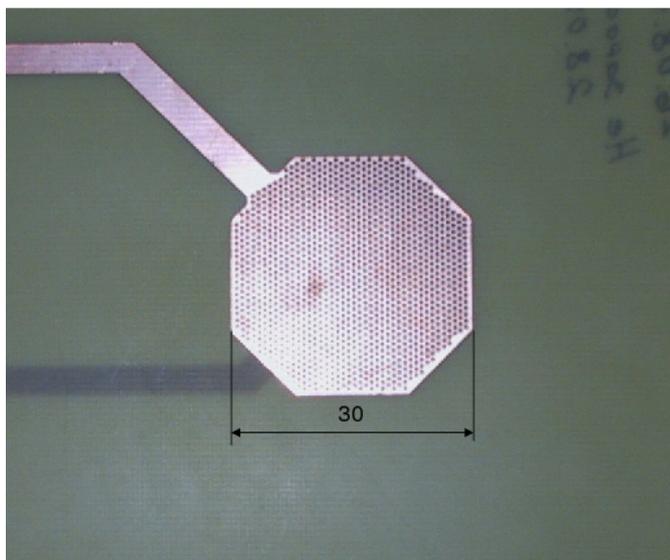


Рис. 2. Фотография электрода ТГЭУ.

Как видно на рис. 3, расстояние между электродами фиксируется стеклотекстолитовыми пластинами толщиной 3 мм и 1 мм, склеенных эпоксидной смолой. Форма электродов катода и анода та же, что и усиливающего электрода. На рис. 4 показана камера в сборе.

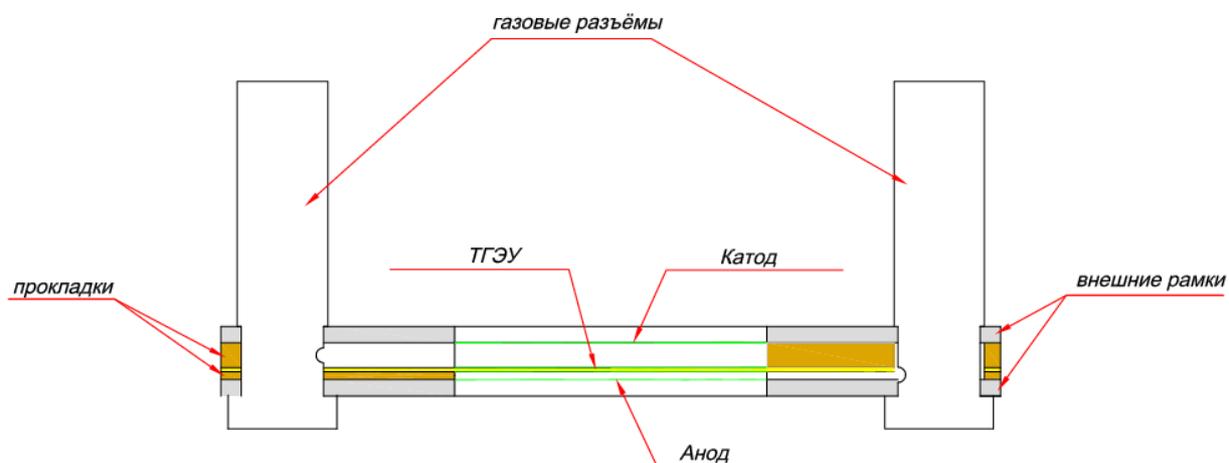


Рис. 3. Разрез активного элемента на основе ТГЭУ вдоль газовых разъёмов.

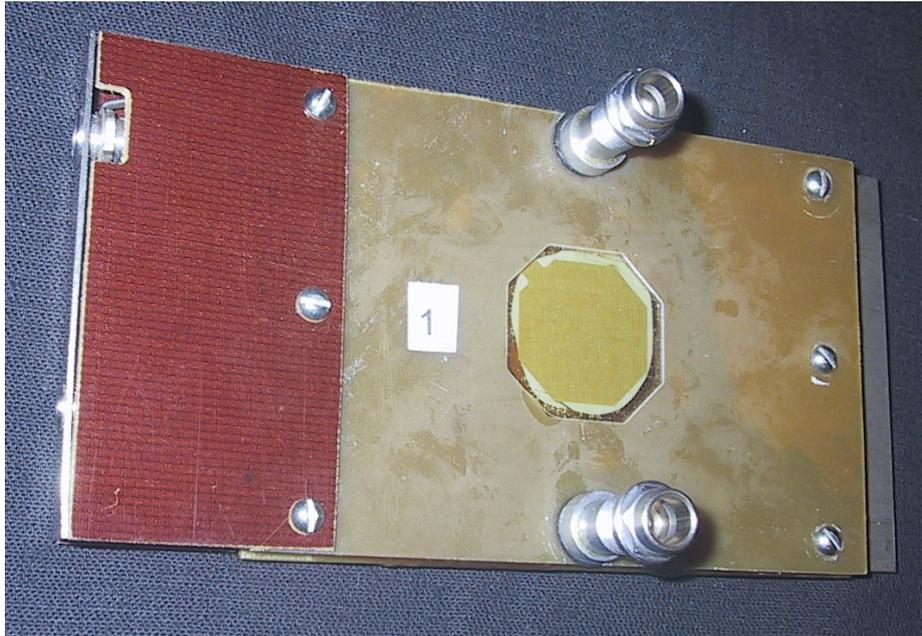


Рис. 4. Фотография активного элемента адронного калориметра на основе ТГЭУ.

Для сравнения также исследовалась радиационная стойкость активного элемента торцевого адронного калориметра CMS, показанного на рис. 5. Элемент состоит из трапециевидальной формы сцинтиллятора SCSN-81 [3] толщиной 4 мм, в котором выфрезерована канавка и вставлено переизлучающее волокно диаметром 1 мм типа Y11 [4] длиной 20 см.

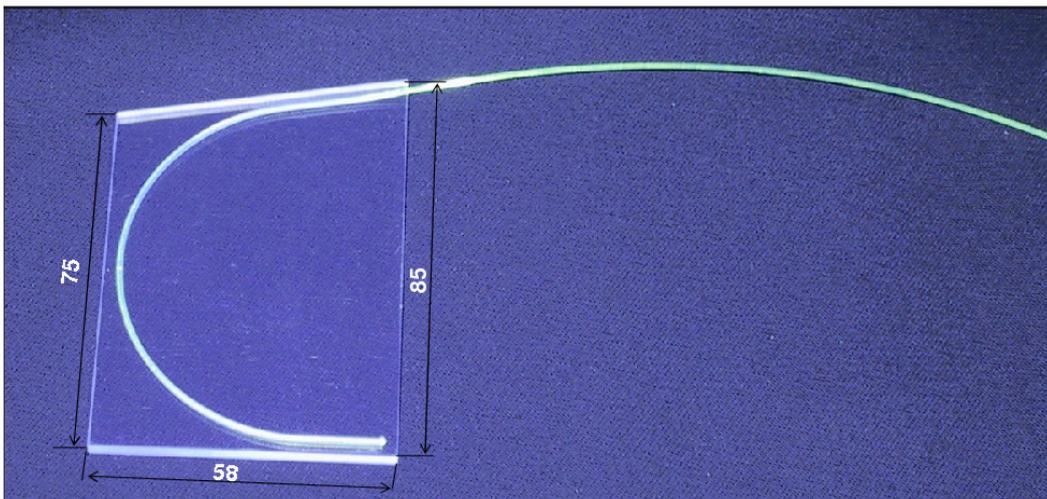


Рис. 5. Фотография активного элемента адронного калориметра, состоящего из сцинтиллятора и переизлучающего волокна.

2. Облучение

Оба активных элемента облучались одновременно – сцинтилляционный элемент устанавливался после камеры – до 5 Мрад несколькими источниками ^{60}Co , обеспечивающими равномерное облучение по площади с интенсивностью 2700 рад/мин [5]. Интервал времени между облучением и измерением составлял 3 суток.

3. Измерения

Характеристики активных элементов до и после облучения измерялись в одних и тех же условиях. Камера продувалась смесью $\text{Ar}+30\%\text{CO}_2$. Одновременно с потоком газа включалось напряжение на камере – 2,84 кВ, устанавливался радиоактивный источник ^{90}Sr и измерялся ток с камеры до выхода на плато. В пределах точности измерения показания с камеры до и после облучения не изменились, так же как и амплитуда импульса на 50 оМ равнялась ~ 1 мВ.

При измерениях со сцинтилляционным элементом переизлучающее волокно просматривалось фэу 85, в центр сцинтиллятора устанавливался радиоактивный источник ^{90}Sr и измерялся ток фэу при напряжении 1,2 кВ. Измерения показали, что ток после облучения упал до 34%.

На рис. 6 показан относительный световыход сцинтилляционного элемента адронного калориметра CMS [5], изготовленного из сцинтиллятора SCSN-81 размером 10×10 см и толщиной 4 мм со светосбором переизлучающим волокном типа VCF-91A [6] в зависимость от дозы облучения (точки на пунктирной линии). На этот же рисунок нанесено значение для элемента на основе ТГЭУ (■) и сцинтилляционного элемента (□).

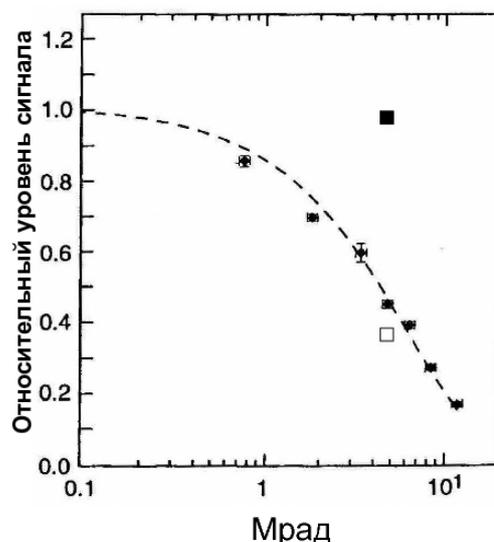


Рис. 6. Световыход сцинтиллятора со светосбором переизлучающим волокном в зависимости от дозы облучения (точки на пунктирной линии) и изменение отклика ТГЭУ (■) и сцинтиллятора с переизлучающим волокном (□) после облучения до 5 Мрад.

Заключение

Представленные результаты измерения радиационной стойкости материалов ТГЭУ можно рассматривать как качественное указание на то, что ТГЭУ может быть кандидатом для детекторов, работающих при очень высоких радиационных нагрузках.

Отметим, что использовался самый доступный стеклотекстолит. Имеются значительно более радиационно стойкие материалы, переход на которые (при необходимости) практически не увеличит стоимость детектора, т.к. основная стоимость связана с изготовлением отверстий.

Следующим шагом мы планируем провести измерения старения такого детектора. Для этого монитор на основе ТГЭУ будет установлен на пучок с интенсивностью $\sim 10^8$ протонов/см²/с и изучены его характеристики во времени.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Г.И. Бритвичу, помощь которого в организации облучения позволила выполнить эту работу.

Список литературы

- [1] Иньшаков В.И., Крышкин В.И., Скворцов В.В. и др., ПТЭ, 2010, т. 2, с. 16; arXiv:0906.4441.
- [2] Абрамов В.В., Волков А.А., Гончаров П.И. и др. ПТЭ, 2005, т. 1, с. 1; Nuclear Physic B (Proc. Suppl.) 150 (2006) 110.
- [3] Kuraray Co. LTD. 8F. Maruzen building, 3-10, 2-Chome, Nihonbashi, Chuo-ku, То-kyo, 103-0027, Japan.
- [4] Bayatian G.L., Grigorian N.K., Khachatryan V.G. et al. CERN/LHCC 97-31.
- [5] Медицинский Радиологический Научный Центр, г. Обнинск.
- [6] Bicron Corporation, 12345 kinsman road. Newbury, Ohio 44065-9677.

Рукопись поступила 13 сентября 2011 г.

В.И. Крышкин, В.В. Скворцов
Исследование радиационной стойкости активных элементов калориметров.

Препринт отпечатан с оригинала-макета, подготовленного авторами.

Подписано к печати 19.10. 2012.	Формат 60 × 84/16.	Цифровая печать.
Печ.л. 0, 625. Уч.– изд.л. 0,77.	Тираж 80.	Заказ 52. Индекс 3649.

ФГБУ ГНЦ ИФВЭ
142281, Протвино Московской обл.

