

# Эксплуатационные характеристики дисперсных воздухоэквивалентных сцинтилляторов

В. В. ВОЛОСЮК, С. П. ВЕРШИННИНА, О. А. ГУНДЕР, Л. С. ПРОКОФЬЕВА, Л. В. СИГАЛОВА

УДК 539.1.074.3

Исследовалось влияние радиационного и температурного воздействия на дозиметрические характеристики детекторов, состоящих из пластмассового сцинтиллятора (ПС) и 1/200 весовой части ZnS(Ag) (световый выход К-430).

Образцы (диаметр 16 мм, высота 10 мм) облучались на калибровочной установке ИЯФ АН Узбекской ССР, линейная экспозиционная дозы составляла 6000 p/сек. Предварительные исследования показали, что зависимость относительной эффективности воздухоэквивалентных детекторов от энергии  $\gamma$ -излучения остается постоянной вплоть до поглощенных доз  $8 \cdot 10^6$  рад, а световой выход не падает (рис. 1). Согласно работе [1], зависимость относительной эффективности дисперсных сцинтилляционных детекторов от энергии  $\gamma$ -излучения определяется концентрацией и относительной конверсионной эффективностью компонент. Методика определения относительных конверсионных эффективностей ПС и ZnS(Ag) изложена в работе [1].

Полученные экспериментальные данные дали возможность предположить, что поглощение света в основе детектора возрастает, тогда как конверсионные эффективности составных компонент в исследуемом диапазоне доз  $\gamma$ -излучения практически остаются постоянными. Зависимость относительного коэффициента пропускания света ПС от поглощенной дозы  $\gamma$ -излучения исследовалась по методике, предложенной в работе [2]. Облучаемые образцы помещались между фотоэлектронным умножителем и возбуждаемым  $\alpha$ -излучением необлученным детектором такого же состава. При определении относительной конверсионной эффективности ПС вводилась поправка на поглощение света в детекторе. При этом считалось, что пропускание света пропорционально коэффициенту светособирания детектора. Как видно из рис. 1, уменьшение светового выхода дисперсных детекторов, измеренного в токовом режиме, обусловлено уменьшением прозрачности ПС.

Относительный коэффициент пропускания света ПС уменьшается в два раза при поглощенной дозе  $\gamma$ -излу-

чения, равной  $5 \cdot 10^6$  рад. В работе [2] такое же изменение коэффициента пропускания света ПС достигается при поглощенной дозе  $\gamma$ -излучения  $3 \cdot 10^{10}$  рад. Такое расхождение можно отнести за счет различия толщины исследуемых образцов. Толщина образцов ПС, исследованных в работе [2], составляла 0,5 мм. Конверсионная эффективность ZnS(Ag) при поглощенной дозе  $6 \cdot 10^6$  рад не изменялась. После 50 дней хранения в воздушной среде при нормальной температуре и давлении и влажности 60% характеристики исследуемых детекторов были близки к показателям для необлученных образцов.

Для определения зависимости дозиметрических характеристик детекторов от температуры применялась установка, аналогичная описанной в работе [3]. Детектор помещался в массивный медный держатель, который охлаждался жидким азотом или нагревался. Температура детектора измерялась термопарой медь — константан. Световой контакт между световодом и детектором осуществлялся с помощью термоустойчивого клея. Уменьшение световых выходов ZnS(Ag), измеренного в токовом режиме, в области низких температур приводит к падению относительной эффективности детектора при малых энергиях  $\gamma$ -излучения (рис. 2). Однако зависимость относительной эффективности детекторов от энергии излучения при температуре  $-60^\circ\text{C}$  остается удовлетворительной (рис. 3).

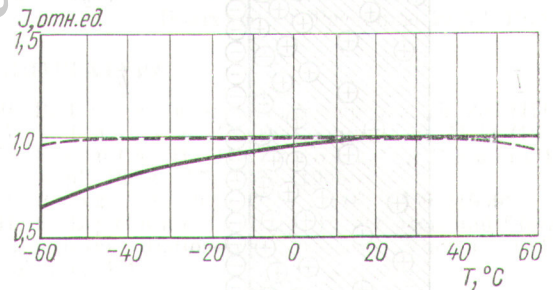


Рис. 2. Зависимость светового выхода ПС и ZnS(Ag) от температуры:  
 --- ПС; — ZnS(Ag).

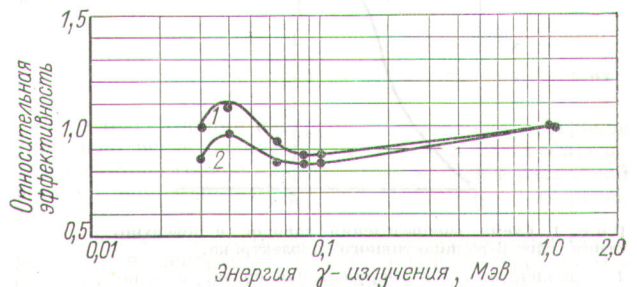


Рис. 3. Изменение относительной эффективности детекторов при различных температурах:

1 — 60 и 20° С; 2 — 60° С.

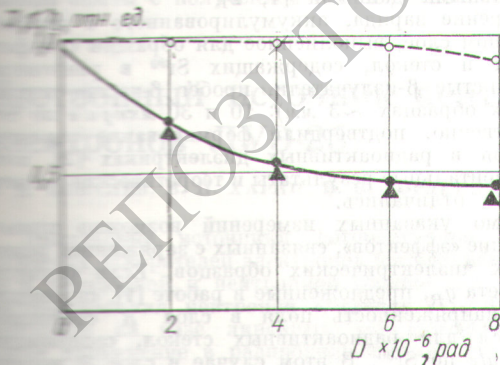


Рис. 1. Зависимость коэффициента пропускания ПС, конверсионной эффективности  $\eta$  ПС и светового выхода  $J$  дисперсных детекторов от величины поглощенной дозы  $\gamma$ -излучения  $D$ :

○ — К — ПС; ▲ —  $J$ .

Было изучено влияние временных и климатических факторов на дозиметрические свойства воздухоэквивалентных детекторов.

Исследуемые образцы подвергались следующим воздействиям: 1) выдержке в камере тепла и влаги при температуре  $50^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 98% в течение 7500 ч; 2) выдержке в камере холода при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  в течение 6000 ч; 3) циклическим испытаниям, при которых образцы попеременно помещались в камеру тепла и влаги при температуре  $50^{\circ}\text{C}$  и в камеру холода при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  с промежуточной выдержкой при нормальной температуре. После проведения испытаний детекторы сохраняли свою работоспособность, т. е. световой выход и зависимость относительной эффективности от энергии  $\gamma$ -излучения.

Дозиметрические свойства детекторов практически не изменялись после хранения в течение двух-трех лет при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ .

Поступило в Редакцию 4/1 1971 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. С. П. Вершинина и др. «Атомная энергия», 26, 341 (1969).
2. И. М. Розман, К. Г. Циммер. «Атомная энергия», 2, 54 (1957).
3. D. Jones, A. Ward. Proc. Phys. Soc., 486, 93 (1960).

## Электрический разряд в радиоактивных диэлектриках

В. В. ГРОМОВ, В. В. СУРИКОВ

УДК 548:537:541.4

В работе [1] было показано, что под влиянием собственного излучения у поверхности радиоактивных малопроводящих образцов должен накапливаться электрический заряд  $q_R$ , положительный в случае  $\beta$ -эмит-

теров и отрицательный для позитронных излучателей. Этот заряд «размазан» по слою полного поглощения  $I$  излучения данного типа в материале радиоактивного диэлектрика.

Когда образец, содержащий радиоактивный изотоп находится в хорошо проводящей среде (ионизированный воздух, вода и пр.), заряды, накапливающиеся в слое  $R$ , могут частично или полностью компенсироваться носителями тока окружающей среды. Однако полная нейтрализация зарядов в случае малопроводящих образцов не происходит, так как электронная и ионная проводимость диэлектриков мала (или относительно мала). Поэтому, если даже радиоактивный диэлектрик будет в целом электронейтрален, в его приповерхностной области возникает «двойной» заряженный слой: одна обкладка которого находится практически на поверхности, а другая — в объеме образца на расстоянии  $R$  от его поверхности (рис. 1). Следует отметить, что распределение зарядов в образце подчиняется более сложному закону, чем это описано выше, однако такая простая модель позволяет довольно легко выводить теоретические оценки  $q_R$  и сравнивать их с экспериментальными данными [1, 2].

Измерение заряда, аккумулярованного в двойном заряженном слое, выполненное для образцов сульфата стронция и стекла, содержащих  $\text{Sr}^{90}$  в равновесии с  $\text{Y}^{90}$  (чистые  $\beta$ -излучатели, пробег  $\beta$ -частиц иттрия в данных образцах  $\sim 3$  мм): 10 и 30 мкюри/г по  $\text{Sr}$  соответственно, подтвердили формирование заряженного слоя в радиоактивных диэлектриках [2], хотя экспериментальные результаты и теоретические расчеты несколько отличались.

Помимо указанных измерений возможно прямое наблюдение «эффектов», связанных с зарядением радиоактивных диэлектрических образцов. Если формулы для расчета  $q_R$ , предложенные в работе [1], справедливы, то напряженность поля в слое  $R$  составляет  $\sim 10^5$  в/см для радиоактивных стекол, содержащих 30 мкюри/г по  $\text{Sr}^{90}$ . В этом случае в слое  $R$  должны появляться самопроизвольные электрические разряды (пробойное напряжение большинства диэлектриков составляет  $\sim 10^5$  в/см). Такое искрение действительно наблюдалось авторами в радиоактивных стеклах, хотя для стимулирования разрядов приходилось в стек-

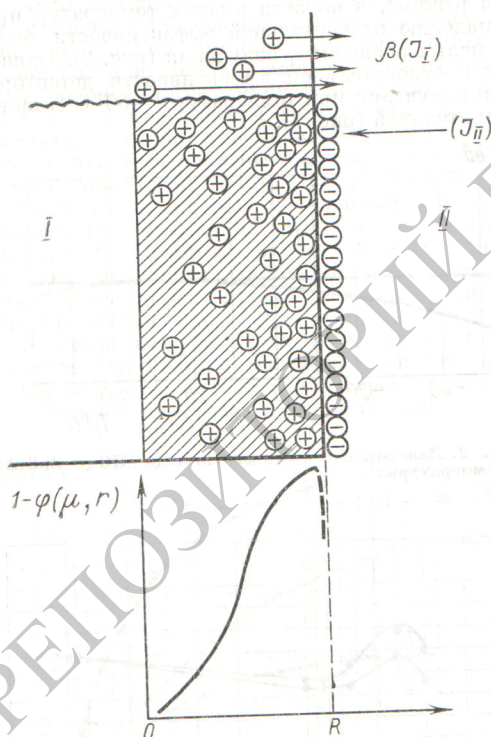


Рис. 1. Схема распределения зарядов в поверхностном слое  $\beta$ -радиоактивного диэлектрика:

$I$  — диэлектрик;  $II$  — окружающая среда;  $J$  — поток носителей заряда;  $R$  — слой полного поглощения  $\beta$ -частиц с максимальной энергией в спектре данного изотопа;  $\varphi(\mu, r)$  — функция, определяющая долю  $\beta$ -частиц, поглощенных в образце с коэффициентом поглощения  $\mu$  и линейным параметром  $r$  [1].