

## О РЕЗУЛЬТАТАХ РАЗРАБОТКИ КРЕМНИЕВОГО ДЕТЕКТОРА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

*Гулый В.Г., Глыбин Ю.Н., Майсюков В.Д., Шевченко А.П.*

Описаны подходы к разработке конструкции и технологии изготовления детектора тепловых нейтронов, приведены результаты исследований параметров детекторов, оценен диапазон вариации параметров детекторов.

В основу детектора тепловых нейтронов было положено использование использования экзотермической реакции  $\text{Li}^6(\text{n},\alpha)\text{H}^3$  ( $Q=4,8 \text{ МэВ}$ ). В связи с этим конструкция детектора представляла собой сборку из двух PIPS-структур, которые регистрируют импульсы от тритонов и  $\alpha$ -частиц, образовавшихся в результате реакции в пленке радиатора из  $\text{Li}^6\text{F}$ , нанесенной на входные окна структур методом термического вакуумного напыления. Выбор фтористого лития обусловлен его химической пассивностью, а также возможностью использования процессов вакуумного напыления для получения пленок с заданной толщиной (от долей до единиц мкм). Атомная доля изотопа  $\text{Li}^6$  в исходном материале составляла не менее 91%. При реализации детектора авторы ставили перед собой задачу получения максимальной чувствительности, в связи с чем стремились получить радиатор максимальной толщины. Для реализации детектора были выбраны PIPS-структуры с площадью чувствительной поверхности  $250 \text{ мм}^2$ . Этот типоразмер наиболее полно удовлетворяет требованиям блоков детектирования, которые используются для дозиметрии нейтронного излучения.

Толщина полученной пленки  $\text{Li}^6\text{F}$  на каждой структуре измерялась методом измерения потерь энергии альфа-частиц при прохождении радиатора. На рис. 1 приведены полученные результаты.

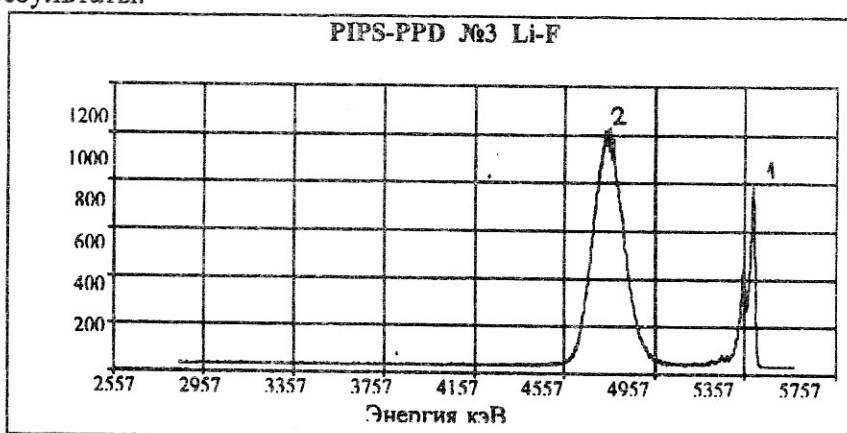


Рис.1 Спектр  $^{239}\text{Pu}$ , расстояние "источник-детектор" 40 мм.

Линия 1 –  $\alpha$ -частицы попали в детектор минуя пленку радиатора.  
 Линия 2 -  $\alpha$ -частицы попали в детектор через пленку радиатора.

Как видно из рисунка, потери энергии альфа-частиц в радиаторе составили 650 кэВ, что с учетом Z материала соответствует 5 мкм толщины пленки  $\text{Li}^6\text{F}$ . Авторам

удалось воспроизводимо получать пленки радиатора таких толщин, что является практически максимально достижимым значением для методов вакуумного напыления.

Электрические контакты к входным окнам и тыльным контактам PIPS-структур формировались методами ультразвуковой сварки, защита края и фиксация структур в оправке осуществлялась с использованием специальных компаундов. Зазор между структурами не превышал 0,2 мм. PIPS-структуры включались параллельно. В результате темновой ток сборки не превышал 15 нА, энергетический эквивалент шума не более 15 кэВ.

Для исследования чувствительности детектора к нейтронному излучению использовался Ru-Be источник с выходом на поверхности сферы  $10^5$  н/с. Расстояние от детектора до поверхности сферы составляло 20 см. Спектр тепловых нейтронов, полученный в этой геометрии, приведен на рис.2.

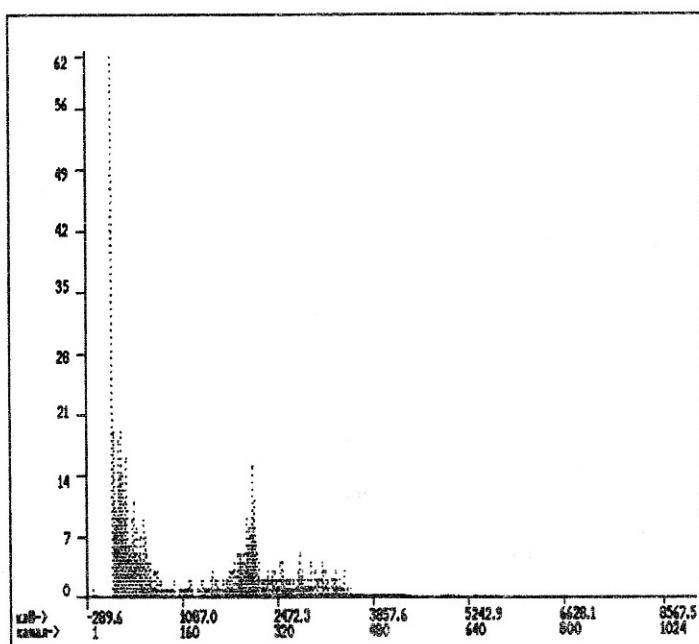


Рис.2. Спектр тепловых нейтронов

Как и следовало ожидать, из-за большой толщины радиатора и геометрии регистрации продуктов реакции в геометрии, близкой к  $4\pi$ , на спектре отсутствует пик, соответствующий сумме энергий тритона и альфа частицы. Однако, пик тритона (около 2,1 МэВ) отчетливо виден на спектре, при этом энергетическое разрешение не хуже 7,5%. Левая часть спектра (до 1 МэВ) соответствует регистрации сопутствующего гаммаизлучения источника. Интегральная скорость счета нейтронов при пороге регистрации 1 МэВ составила около 0,9 имп./с, что с учетом геометрии измерений и плотности потока нейтронов от источника соответствует эффективности регистрации более 8 %.

Очевидно, что предложенная технология позволяет без особых трудностей улучшить энергетическое разрешение (до 1%) за счет использования более тонкого радиатора. При этом, естественно, эффективность регистрации тепловых нейтронов будет снижаться.