

Сцинтилляторы для прецизионных γ -спектрометров

DOI: 10.37414/2075-1338-2023-112-1-3-16

М.П.Белоусов (н.с.), О.В.Игнатъев (д.т.н., г.н.с.) – Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург.

Аннотация. В статье анализируются возможности применения современных сцинтилляторов, обеспечивающих относительное энергетическое разрешение по γ -линии ^{137}Cs $ER_{662\text{keV}} \leq 5\%$. Прецизионные гамма-спектрометры актуальны для применения в технологических процессах атомной промышленности, на атомных электростанциях для мониторинга активности воздуха, сбросных вод и прилегающих территорий и т. п. Сейчас известны 36 сцинтилляционных кристаллов, удовлетворяющих вышеобозначенному требованию. Из них только 8 производятся промышленностью. Семь кристаллов являются кандидатами для освоения в промышленном производстве. Остальные мало пригодны для практического применения из-за малого световыхода LY ($\text{Cs}_2\text{NaGdCl}_6:\text{Ce}$, $\text{Tl}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$ и TlCaCl_3 , например). Кристаллы с Eu-активатором обладают высоким световыходом ($LY = 60 \div 100$ ph/MeV) и низким значением нелинейности световыхода ($NLY = 7 \div 10\%$) в широком диапазоне энергий электронов, что крайне важно для спектрометрии «мягкого» γ -излучения ($ER_{662\text{keV}} \leq 10\%$). Из-за высокого самопоглощения света эти сцинтилляторы теряют свои преимущества в диапазоне энергий $E_\gamma = 200 \div 3000$ кэВ.

В статье показано, что среди сцинтилляторов, пригодных для одновременной регистрации гамма- и нейтронного излучений, более предпочтительны кристаллы, содержащие ^6Li .

Ключевые слова: сцинтилляторы, фотоумножитель, относительное энергетическое разрешение, собственное разрешение, световыход, нелинейность световыхода, постоянные высвечивания, самопоглощение.

Scintillators for Precision γ -Spectrometers

Belousov Maxim, Ignatyev Oleg (Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia)

Abstract. The article analyzes the possibilities of using modern scintillators that provide a relative energy resolution along the γ -line of ^{137}Cs $ER_{662\text{keV}} \leq 5\%$. Precision gamma spectrometers are relevant for use in technological processes of the nuclear industry, at nuclear power plants for monitoring the activity of air, waste water and adjacent areas, etc. Now 36 scintillation crystals are known that meet the above mentioned requirement. Of these, only 8 are produced by industry. Seven crystals are candidates for development in industrial production. The rest are hardly suitable for practical use due to the low light yield of LY ($\text{Cs}_2\text{NaGdCl}_6:\text{Ce}$, $\text{Tl}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}$ and TlCaCl_3 , for example). Eu-activated crystals have a high light output ($LY = 60 \div 100$ ph/MeV) and a low light output nonlinearity ($NLY = 7 \div 10\%$) in a wide range of electron energies, which is extremely important for the spectrometry of “soft” γ -radiation ($ER_{662\text{keV}} \leq 10\%$). Due to the high self-absorption of light, these scintillators lose their advantages in the energy range $E_\gamma = 200 \div 3000$ keV. The article shows that among the scintillators suitable for the simultaneous detection of gamma and neutron radiation, crystals containing ^6Li are more preferable.

Key words: scintillators, photomultiplier, relative energy resolution, intrinsic resolution, light output, non-linearity of light output, constant emission, self-absorption.