

УДК 62-97/-98

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ РЕГИСТРИРУЮЩИХ ДЕТЕКТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Н.Й. Заполовский, проф., декан КИТ ф-та НТУ "ХПИ",
О.С. Лавриненко, аспирант каф. ВТП НТУ "ХПИ"**

***Аннотация:** Данная разработка представляет собой наукоемкое технологическое решение, которое позволяет производить эффективный мониторинг радиационного ионизирующего излучения при помощи полимерных сцинтилляционных детекторов. Для снижения энергетического порога регистрации применены специально разработанный предварительный усилитель импульсного сигнала от ФЭУ и источники напряжений с низким уровнем помех.*

***Ключевые слова:** ионизирующее излучение, полимерные сцинтилляционные детекторы, усилитель импульсного сигнала*

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРИСТРОЇВ РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ НА ОСНОВІ РЕЄСТРУЮЧИХ ДЕТЕКТОРІВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

**М.Й. Заполовський, проф., Декан КІТ ф-та НТУ "ХПІ",
О.С. Лавриненко, аспірант каф. ВТП НТУ "ХПІ"**

***Анотація:** Дана розробка представляє собою наукоемне технологічне рішення, що дозволяє виконувати ефективний моніторинг радіаційного іонізуючого випромінювання за допомогою полімерних сцинтиляційних детекторів. Для зниження енергетичного порогу реєстрації застосовані спеціально розроблені попередній посилювач імпульсного сигналу та джерело напруги з низьким рівнем завад.*

***Ключові слова:** іонізуюче випромінювання, полімерні сцинтиляційні детектори, підсилювач імпульсного сигналу*

CREATING EFFECTIVE RADIATION MONITORING DEVICES BASED ON REGISTERED DETECTORS OF IONIZING RADIATION

**N. Zapolovsky., Prof., CIT Faculty Dean NTU "KhPI"
O. Lavrynenko, PhD student ECP Dept. NTU "KhPI"**

***Abstract:** The given development represents the high technology decision which allows to make the effective monitoring of radiative ionizing radiation by means of polymeric scintillation detectors. For lowering of energy threshold of registration were apply a specially developed preliminary amplifier of impulse signal from photoelectronic multiplier and voltage sources with low level of noise.*

***Keywords:** ionizing radiation, polymeric scintillation detectors, power pulse signal*

Введение

Расширение областей применения и повышение содержания радиоактивных изотопов

в биосфере, а также изменение их качественного состава, увеличивает опасность радиоактивного заражения среды обитания человека и оказывает неблагоприятное воздей-

ствии на жизненные процессы. Чрезвычайно важен контроль загрязнений окружающей среды радиоактивными веществами в общей системе охраны природы и разработка высокоэффективных качественных технических средств для его осуществления.

Анализ публикаций

Основными элементами дозиметрических приборов и других средств измерения ионизирующих излучений в ядерной энергетике и биомедицине, с помощью которых производится этот контроль, являются детекторы, генерирующие определенные сигналы, которые регистрируют и характеризуют параметры ионизирующих излучений. Чувствительность проводимых измерений, а также большинство точностных характеристик детекторов в значительной мере зависят от совершенства их конструкции, качества изготовления и режимов работы [1–3].

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является изучение особенностей проектирования устройств регистрации и контроля уровня ионизирующего излучения и, в частности, разработка пешеходно-транспортного радиационного монитора, обладающего безинерционностью и высокой чувствительностью к гамма и нейтронному излучению. В качестве основной задачи выдвигается обеспечение высоких эксплуатационных характеристик готового изделия при стабильных показателях долговечности.

Устройство радиационного мониторинга

Разрабатываемое устройство предназначено для радиационного контроля пешеходов, грузового и легкового транспорта, которые пересекают пункты контроля. Монитор с сцинтилляционными детекторами ионизирующего излучения и регистраторами однократных импульсов в фотонных преобразователях может устанавливаться на контрольных пунктах зон отчуждения и объектах АЭС, пограничных пунктах пропуска и таможенного контроля, а также на объектах, где используются радиоактивные вещества.

Обмен данными осуществляется по стандартному интерфейсу RS-232 или USB-2, а также мобильных устройств сотовой связи

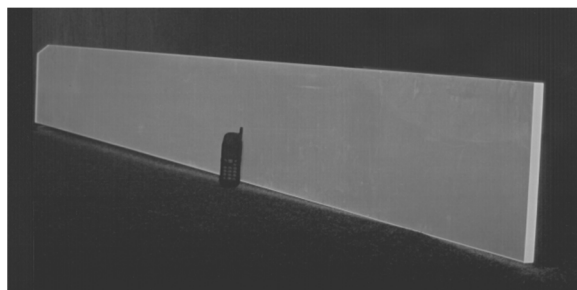
формата GSM 900, что позволяет оператору находиться на значительном расстоянии от места контроля.

Основным отличием радиационного монитора предлагаемой конструкции являются сцинтилляционные детекторы ионизирующего излучения и регистраторы однократных импульсов. Гамма и нейтронные детекторы большого объема (90x150x775мм), изготавливаются на основе полимерных сцинтилляторов UPS923A и UPS99N соответственно, что позволяет с высокой эффективностью регистрировать как гамма-кванты, так и нейтроны в широком энергетическом диапазоне. Детектор нейтронного канала изготовлен на основе полистирольного сцинтиллятора с добавкой вещества, содержащего изотоп бор-10. Известно, что сцинтилляционные детекторы нейтронов имеют значительные преимущества перед газовыми счетчиками – большую эффективность регистрации тепловых и быстрых нейтронов, высокое быстродействие, большую долговечность, надежность и стабильность в работе. Так, например, наиболее часто используемые в радиационных мониторах пропорциональные счетчики на BF_3 резко теряют эффективность регистрации нейтронов с энергией более 1 кэВ. Сцинтилляционные материалы для детекторов гамма и нейтронного излучения разработаны и изготавливаются в НТК "Институт монокристаллов".

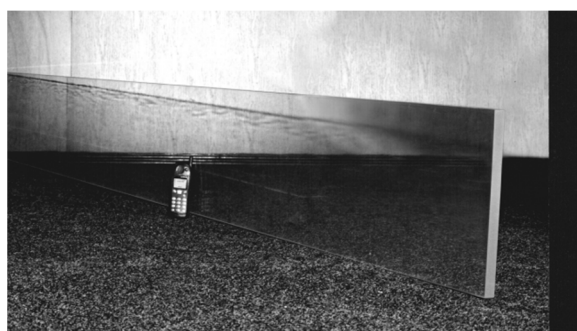
Специальные технологические приемы, применяемые при механической обработке оптических полимеров в процессе производства, значительно повышают качество сформированного в процессе прецизионной лезвийной алмазной обработки функционального поверхностного слоя сцинтилляционных детекторов, что значительно повышает их оптические характеристики и показатели долговечности, т.е. обеспечивает способность сохранять высокий уровень эксплуатационных показателей на протяжении гарантированного длительного срока эффективной эксплуатации [4].

Несмотря на очевидные преимущества полимерной оптики, ее широкое применение ограничено из-за технологической сложности производства крупногабаритных изделий, т.е. изделий, линейные размеры которых превышают 10 мм, исключает применение метода экструзии и штамповки. Предложен-

ная технология обеспечивает возможность высокоэффективного производства полимерной оптики, в том числе и крупногабаритной (например, блоков сцинтилляционных детекторов) один из линейных размеров которых может превышать 3 метра (см. рис. 1).



а



б

Рис. 1. Сцинтилляционный оптический полимерный детектор для регистрации ионизирующего излучения: а - регистрация излучения низкого уровня, генерируется телефоном сотовой мобильной связи в режиме ожидания; б - регистрация излучения, генерируемого телефоном сотовой мобильной связи в режиме приема-передачи

Как видно из рисунка, благодаря высокой степени внутреннего отражения функциональных поверхностей детектора, обработанного по специальной технологии, чувствительность его к воздействию ионизирующего излучения многократно возрастает, что позволяет кроме жесткого рентгеновского и альфа-, бета-, гамма-излучения регистрировать также излучение относительно низкого уровня, например, ионизирующее излучение, генерируемое телефоном сотовой мобильной связи, который работает в формате GSM 900, даже если он находится в режиме ожидания (рис. 1,а). При приеме или отправке вызова мощность излучения значительно возрастает, что также регистрируется детектором (рис. 1,б).

Уникальная система светособирания и усиления сцинтилляционного импульса детектора позволяет уверенно регистрировать фотоны с энергией от 20 кэВ, а также тепловые и быстрые нейтроны.

Для снижения энергетического порога регистрации применены специально разработанный предварительный усилитель импульсного сигнала от ФЭУ и источники напряжений с низким уровнем помех.

Монитор со сцинтилляционными детекторами ионизирующего излучения и регистраторами однократных импульсов находится в режиме постоянной готовности, поэтому датчики присутствия не требуются, но могут быть установлены по желанию заказчика.

Программное обеспечение предназначено для приема данных (по каналу RS-232, USB-2 или GSM 900) от измерительного комплекса, их обработки в режиме реального времени, графической визуализации и формирования сигнала тревоги при обнаружении источника радиоактивности. Программа работает на компьютере типа IBM-PC стандартной мощности и комплектации.

Минимально детектируемая активность (МДА) монитора для гамма-излучения различных радионуклидов и чувствительность к нейтронам делящихся материалов либо находится на уровне, либо превышает чувствительность других радиационных мониторов такого типа (Am-241 - 10 мкКи (370 кБк), Cs-137 - 3 мкКи (110 кБк), Co-60 - 1,2 мкКи (44 кБк) при скорости движения автотранспорта 5 км/час и расстоянии между стойками 4 м).

При контроле пешеходов порог чувствительности уменьшается примерно в 10 раз. Кроме того, необходимо отметить, что приведенные значения чувствительности разрабатываемого регистрирующего комплекса получены при относительно малых объемах его детекторов, что значительно удешевляет его стоимость. Поэтому, в случае необходимости, чувствительность комплекса к нейтронам и гамма-квантам может быть значительно повышена за счет увеличения объема детекторов.

Выводы

1. На основании результатов выполненных комплексных теоретических и экспериментальных исследований разработан наукоемкий высокоэффективный продукт – регистратор однократных импульсов для мониторинга и контроля ионизирующего излучения различной природы, имеющий заданные эксплуатационные характеристики и стабильно высокие показатели долговечности.
2. Определена взаимосвязь основных характеристик обрабатываемых поверхностей полимерных блоков сцинтилляционных детекторов, сформированных на этапе механической обработки и выходных качественных характеристик готовых изделий.
3. Уникальная система светособирания и усиления сцинтилляционного импульса детектора позволяет уверенно регистрировать фотоны с энергией от 20 кэВ, а также тепло-

вые и быстрые нейтроны. Для снижения энергетического порога регистрации применены специально разработанный предварительный усилитель импульсного сигнала от ФЭУ и источники напряжений с низким уровнем помех.

Список литературы

1. Фюнфер Е. Счетчики излучений / Е. Фюнфер, Г. Неперт – М.: Атомиздат, 1991. – 325 с.
2. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности / В.Ф. Козлов – М.: Атомиздат, 1977. – 286 с.
3. Корн А.С. Радиометры. Приборы для изотопной диагностики в медицине / А.С. Корн – М.: Атомиздат, 1998. – 364 с.
4. Лавриненко С.М. ефективна технологія прецизійної обробки оптичних полімерних виробів // Резание и инструмент в технологических системах, 2010. Вып. 78. – С. 101-104.