

Детектор взрывчатых веществ ДВИН-1 для нужд транспортной безопасности

Детектор взрывчатых веществ ДВИН-1 основан на использовании метода быстрых меченых нейтронов. Эта технология была разработана учеными Объединенного института ядерных исследований в г. Дубне. На ее основе по заказу ФСБ России были созданы различные модификации детекторов взрывчатых веществ: переносной, стационарный, детектор для заминированных автомобилей, портал для досмотра крупногабаритных грузов.

Explosives detector DVIN-1 for transport security purposes

Detector of explosives DVIN-1 is based on the tagged neutrons method. This technology was developed by scientists from the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna. On the basis of this technology and on the order of Russian Federal Security Service various versions of explosives detectors were created: portable, stationary, detector for car bombs, the portal for the large cargo inspection.



М.Г.Сапожников,
Объединенный институт ядерных исследований,
Дубна, ООО «Нейтронные технологии»

M.G. Sapozhnikov,
Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, LLC
«Neutron technologies»



НЕЙТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ООО
141980, Московская обл., г. Дубна,
ул. Жолио-Кюри, 6
Тел.: (49621) 65-875, (916) 432-2632,
(49621) 63-027
Факс: (49621) 63-935
e-mail: ntech@jinr.ru
http://ntech.jinr.ru

Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте, утвержденная постановлением Правительства РФ от 30.06.2010, предусматривает оснащение постов инструментального досмотра на входах на станции всех метрополитенов России переносными комплексами обнаружения взрывчатых веществ на основе метода быстрых меченых нейтронов (БМН).

В настоящее время 62 детектора ДВИН-1 поставлены на вокзалы Северо-Кавказской и Октябрьской железной дороги, а также на станции метрополитенов Москвы, Санкт-Петербурга и Новосибирска.

Детектор ДВИН-1 позволяет обнаруживать более 30 взрывчатых веществ (ВВ). Его главное преимущество перед газоанализаторами состоит в том, что детектор определяет не только факт возможного наличия ВВ, но и точное положение ВВ в объекте досмотра. В отличие от рентгеновских сканеров обнаружение подозрительных веществ происходит в автоматическом режиме, без участия оператора. Герметичность упаковки или наличие экранирующих веществ не играют большой роли для быстрых нейтронов, что позволило сделать детекторы БМН даже для досмотра морских контейнеров. Естественно, наличие резких запахов, сбивающих досмотровых собак, не играет никакой роли.

В отличие от рентгеновских установок, которые обнаруживают контрасты плотности, детекторы БМН реагируют на элементный состав вещества. По сути, они определяют, как много содержится в веществе различных элементов, на-

пример углерода, азота и кислорода. Это дает возможность обнаруживать различные взрывчатые твердые и жидкие вещества, в том числе безазотные ВВ. Детектор, в принципе, может быть настроен на обнаружение хлора, фосфора, калия и использоваться для контроля за сильнодействующими ядовитыми веществами. Детекторы БМН были протестированы на обнаружение различных наркотиков, таких как кокаин, героин, гашиш, солутан, оксibuтират натрия. В пассивном режиме, при выключенном источнике нейтронов, детектор ДВИН-1 может быть использован в качестве детектора радиоактивных веществ.

Быстрые нейтроны имеют большую проникающую способность. Это дает возможность использовать детектор ДВИН-1 и его модификации для поиска различных закладок в земле, стенах зданий, автомобилях и т.д.

Конструктивно детектор ДВИН-1 (рис. 1) состоит из модуля досмотра, который кабелем соединен с компьютером оператора. Модуль досмотра имеет размеры 740x510x410 мм и массу 40 кг. Внутри модуля досмотра размещены источник нейтронов, гамма-детектор и электроника сбора данных. Питание модуля досмотра осуществляется от сети 220 В или от автономного аккумулятора. Потребляемая мощность – 300 Вт. Управление детектором осуществляется одним оператором, который должен только правильно позиционировать комплекс относительно объекта досмотра и запустить процесс измерения. Все остальные действия по обнаружению ВВ производятся автоматически.



Рис. 1. Переносной детектор взрывчатых веществ ДВИН-1

Принцип действия

В методе БМН объект досмотра облучается быстрыми нейтронами с энергией 14 МэВ. Такие нейтроны возбуждают ядра вещества, это возбуждение снимается испусканием жестких гамма-квантов. В результате под действием быстрых нейтронов объект досмотра начинает «светиться» – излучать гамма-кванты с энергиями 1–10 МэВ. Это свечение индивидуально для каждого элемента, и по характеру спектра гамма-квантов можно определить элементный состав вещества.

Идентификация взрывчатых, наркотических и других опасных веществ основана на том факте, что элементный состав опасных веществ отличается от элементного состава обычных веществ.

В методе БМН источником нейтронов служит портативный ускоритель дейтронов, который ускоряет дейтроны до энергии порядка 100 кэВ. Дейтроны попадают на тритиевую мишень и рождают нейтроны с энергией 14 МэВ в реакции $d + t \rightarrow \alpha + n$. Альфа-частица (ядро гелия) и нейтрон разлетаются практически на 180°. Поэтому, зная куда попала α -частица, можно определить, куда полетел нейтрон. Примечательно, что можно получить информацию и о третьей пространственной координате, направленной вдоль направления полета нейтрона. Для этого определяют время пролета, которое проходит между попаданием α -частицы в альфа-детектор и приходом γ -кванта из объекта досмотра в соответствующий гамма-детектор. Зная время пролета, можно вычислить расстояние до той точки, из которой вылетел γ -квант, поскольку скорость нейтрона постоянна и равна $v = 5 \text{ см/нс}$.

Обычные источники быстрых нейтронов испускают их во все стороны, как

обычная лампочка испускает фотоны во все стороны. В методе БМН объект досмотра облучается как бы набором узких нейтронных пучков, своеобразным аналогом лазерных указок (рис. 2).

Радиационная безопасность

Степень радиационной безопасности при работе детектора ДВИН-1 была проверена специалистами Роспотребнадзора в ходе испытаний в досмотровой зоне станции Ладожская Санкт-Петербургского метрополитена. По результатам испытаний было подготовлено санитарно-эпидемиологическое заключение. В нем фиксируется полное отсутствие наведенной активности в объекте досмотра или в окружающей среде. Физическая причина этого состоит в том, что быстрые нейтроны слабо взаимодействуют с веществом, в отличие от тепловых или медленных нейтронов. В сочетании с малым временем досмотра (менее 10 мин) и невысокой

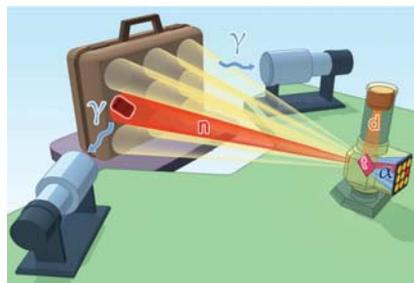


Рис. 2. Принципиальная схема работы установки по методу БМН. Справа – источник нейтронов, которые рождаются при взаимодействии дейтронов d с тритиевой мишенью t . Альфа-детектор показан в виде матрицы 3×3 . Два γ -детектора регистрируют свечение из объекта досмотра

интенсивностью нейтронного генератора ($5 \times 10^7 \text{ с}^{-1}$) это приводит к полному отсутствию какого-либо превышения фоновых значений.

Специалистами Роспотребнадзора была определена безопасная зона, на которой должен находиться оператор во время обследования. Она составляет 8,5 м.

Важно, что использованием детекторов на основе БМН не разрешается и не предполагается облучение людей. Эти детекторы не будут использоваться при выборочном контроле багажа в зонах досмотра. Они будут работать только для досмотра забытых вещей и подозрительных объектов. В таких ситуациях действующие сейчас инструкции предусматривают при вызове кинолога полностью оцеплять место расположения подозрительного объекта, удаляя население. Тем самым создаются все условия для безопасного применения детекторов БМН. В заключении Роспотребнадзора оценена мощность эквивалентной дозы, возникающей при работе ДВИН-1 на расстоянии 20 м: она составляет 0,4 мкЗв. Для сравнения: величина дозы пренебрежимо малого радиационного риска, который вообще не подлежит учету, составляет 10 мкЗв в год, а допустимая годовая доза для населения составляет 1000 мкЗв. То есть обычный гражданин может в год 2500 раз ходить мимо оцепленного места, где работает ДВИН-1.

В выключенном состоянии детектор ДВИН-1 не является источником ионизирующего излучения. Поэтому никаких дополнительных требований к месту хранения ДВИН-1 не возникает.

Детектор ДВИН-1 содержит тритиевую мишень, находящуюся в герметически отпаянном корпусе нейтронной трубки. В заключении Роспотребнадзора подчеркивается, что в выключенном состоянии детектор ДВИН-1 не представляет радиационной опасности и может транспортироваться в штатной таре, например в багажниках легковых автомобилей по I транспортной категории в соответствии с требованиями СанПин 2.6.1.1281-03.

Заключение

Серийное производство детекторов ДВИН-1 налажено в г. Дубне силами ООО «Нейтронные технологии». Разрабатываются различные модификации детектора, например для работы в полевых условиях. Для целей обнаружения малых количеств скрытых веществ разработан вариант с повышенной гранулярностью меченых пучков, он позволяет облучать объекты досмотра 64 пучками меченых нейтронов.

Более подробно о детекторах на основе технологии БМН можно узнать на сайте <http://ntech.jinr.ru>.