

Рентгеновские комплексы на основе регистрации обратно рассеянного излучения

В статье отражены результаты работ ОАО «Светлана» и ООО «Флэш электроникс» по разработке рентгеновских трубок, специально предназначенных для использования в досмотровой аппаратуре, основанной на регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения, и аппаратуры указанного типа.

Ключевые слова: рентгеновская трубка, рентгеновская аппаратура, обратно рассеянное рентгеновское излучение, микрозиверт, мобильный досмотровый комплекс.

Рентгеновские просвечивающие комплексы используются для решения широкого круга задач в области безопасности. Однако в ряде случаев возможность их применения ограничена тем, что они требуют обязательного двустороннего доступа к объекту контроля. В качестве примера можно привести досмотр предмета, стоящего вплотную к стене, при поиске взрывных устройств, или обследовании стен с целью поиска устройств съема информации в помещениях. Метод рентгеновского просвечивания имеет также существенные ограничения при использовании для персонального досмотра, так как дает существенную дозовую нагрузку на обследуемого человека, при этом качество изображения снижается для людей с большим объемом груди или бедер. Обойти эти ограничения позволяют комплексы, основанные на регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения. Они позволяют проводить контроль с односторонним доступом к объекту и дают малую дозовую нагрузку на досматриваемый объект (0,05 мкЗв и менее за цикл контроля).

ОАО «Светлана» в кооперации с компанией ООО «Флэш электроникс» были проведены теоретические и экспериментальные исследования характеристик контроля, в том числе максимальной глубины и чувствительности, которые дает метод регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения в зависимости от условий контроля (материал объекта, энергия квантов рабочего пучка, эффективность детектора обратно рассеянного излучения). Были определены оптимальные условия для визуализации типовых объектов в многослойных конструкциях.

На основе результатов проведенных исследований была проведена разработка оборудования нового класса, позволяющего получать рентгеновские изображения с односторонним доступом к поверхности обследуемого объекта. Начиная с 2001 г., был освоен серийный выпуск ряда комплексов разного назначения и исполнения – портативных переносных, мобильных, стационарных.

Портативный переносной рентгеновский комплекс «Феникс» (рис. 1) состоит из сканирующего устройства размерами 430x320x170 мм и массой 13,5 кг и портативного компьютера для управления сканирующим устройством и отображения полученных изображений. Передача управляющих команд и изображений между компьютером и сканирующим устройством может осуществляться как по кабелю длиной 10 м, так и с помощью беспроводного соединения с расстояния до 100 м. Работа сканирующего

устройства и компьютера обеспечивается от встроенными автономными источниками электропитания.



а)



б)

Рисунок 1. Рентгеновский комплекс «Феникс»

а) внешний вид

б) досмотр предмета, стоящего вплотную к стене

Сканирующее устройство размещается в легком армированном кофре, служащем транспортно-эксплуатационной тарой. Для удобства перемещения кофр снабжен колесами.

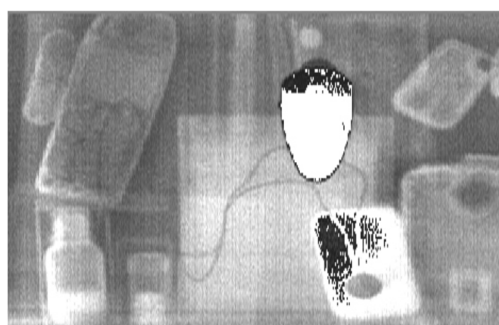
Комплекс может быть использован для оперативного досмотра сумок, кейсов, посылок, транспортных средств с целью обнаружения оружия, взрывчатых, наркотических и психотропных веществ. Комплекс также может использоваться при обследовании помещений с целью обнаружения взрывных устройств, устройств съема информации. Комплекс позволяет получать рентгеновские изображения с геометрическим разрешением 0,5 мм за преградами толщиной (в зависимости от материала стенки):

- дерево, пластик, ДСП – 45 мм;
- гипсокартон – 24 мм;
- сталь – 1 мм.

Время получения изображения составляет 20 секунд.



а)



б)

Рисунок 2. Изображения, полученные с помощью рентгеновского комплекса «Феникс»

а) травматический пистолет в сумке

б) содержимое портфеля

Комплексы типа «Феникс» используются структурами МВД России, ФСО России, ФСБ России. В период проведения XXII зимних Олимпийских игр в г. Сочи в 2014г., комплексы «Феникс» были использованы в рамках реализации мероприятий по обеспечению безопасности для оперативного досмотра предметов, подозреваемых на наличие взрывных устройств.

Комплекс не имеет аналогов, подобное оборудование у других производителей рентгеновского оборудования, и в России и за рубежом, отсутствует.

Стационарный рентгеновский комплекс «Рубеж-ПЧ» предназначен для обнаружения в одежде и на теле человека опасных предметов, в том числе оружия и взрывных устройств, средств связи и других изделий. Он может использоваться для персонального досмотра посетителей, персонала, пассажиров на объектах транспортной инфраструктуры (вокзалы, аэропорты, станции метро), в местах проведения массовых мероприятий (концертные залы, стадионы), в государственных и других учреждениях.

Комплекс «Рубеж-ПЧ» состоит из двух досмотровых кабин с габаритными размерами (ширина×глубина×высота) 1200х720х2230 мм и массой 250кг каждая, которые обеспечивают одновременное получение изображения человека с двух сторон (см. рис. 3). Длительность сканирования составляет 4 секунды.



Рисунок 3. Рентгеновский комплекс «Рубеж-ПЧ»

Рентгеновский метод обеспечивает высокую эффективность досмотра комплексом «Рубеж-ПЧ». Он позволяет обнаруживать предметы на теле и в одежде человека независимо от их электропроводности, магнитных свойств, летучести паров вещества, температурных градиентов, других физических характеристик, нечувствителен к наличию одежды – качество получаемого изображения не снижается при наличии зимней одежды (шубы, дубленки), а также мокрой одежды. Другие методы контроля не позволяют этого добиться. Так, широко используемые в настоящее время арочные металлодетекторы не выявляют диверсионно-террористические средства, не содержащие металлические элементы.



Рисунок 4. Изображение, полученное с помощью рентгеновского комплекса «Рубеж-ПЧ»

По сравнению с просвечивающими рентгеновскими комплексами, комплекс «Рубеж-ПЧ» дает меньшую на 1-2 порядка лучевую нагрузку на досматриваемого человека: не более 30 нЗв за цикл контроля, что соответствует дозе, получаемой авиапассажиром за 1-2 минуты полета. Поэтому эксплуатация комплекса не требует специальных организационных мер (регистрация индивидуальных доз облучения). Другим преимуществом перед просвечивающими комплексами является то, что качество изображения не снижается даже для людей с большими физическими размерами.

В местах с ограниченным пространством для размещения, досмотр может производиться с использованием только одной досмотровой кабины, что обеспечивает компактное размещение (при этом для получения изображения человека с двух сторон требуется два последовательных сканирования).

Комплексы «Рубеж-ПЧ» широко используются подразделениями служб, ответственных за безопасность государственных и правительственных структур. Длительный опыт эксплуатации показал их высокую эффективность.

Компанией AS&E (США) производится комплекс «SmartCheck», имеющий аналогичное назначение и принцип действия. По сравнению с ним, комплекс «Рубеж-ПЧ» обладает рядом преимуществ:

- меньшая доза облучения (30 нЗв против 50 нЗв у «SmartCheck»);
- меньшее время сканирования (4 сек. против 8 сек. у «SmartCheck»);
- меньшие габаритные размеры. Необходимая для размещения площадь составляет 2170x1300 мм против 2450x1630 мм у «SmartCheck»;
- меньшая масса досмотровых кабин (250кг против 680 кг у «SmartCheck»).

Для досмотра припаркованных и движущихся транспортных средств с целью обнаружения оружия и взрывчатых веществ, а также для персонального дистанционного

досмотра с целью обнаружения оружия и средств связи в местах проведения массовых мероприятий в период 2011-2013гг. в рамках ФЦП «Развитие ЭКБ и радиоэлектроники на 2008÷2015гг.», разработан **мобильный досмотровый комплекс «МРК-1»**. Комплекс размещен в герметичном кузове, обеспечивающем защиту от внешних атмосферных и физических воздействий на автомобильном шасси и оформлен в виде стандартного автофургона. Рабочее место оператора расположено в кабине водителя и имеет пульт управления, а также компьютер для просмотра получаемых рентгеновских изображений в режиме реального времени.



Рисунок 5. Рентгеновский комплекс «МРК-1». Внешний вид

При досмотре транспортных средств, комплекс обеспечивает получение рентгеновских изображений с разрешением от 5 до 20 мм, в зависимости от скорости передвижения комплекса: от 2 до 10 км/ч соответственно. Комплекс обеспечивает обнаружение оружия и средств связи, скрытых под одеждой человека, с расстояния до 4 м. Индивидуальная доза облучения объекта досмотра составляет не более 0,13 мкЗв за одно сканирование. Мощность дозы излучения вне рабочего пучка излучения не превышает 1 мкЗв/ч, поэтому комплекс не требует выделенной зоны для проведения досмотра и может использоваться при проведении оперативных мероприятий в городских условиях. Комплекс также может использоваться в стационарном варианте для осуществления контроля на пунктах пропуска.



Рисунок 6. Изображения, полученные с помощью рентгеновского комплекса «МРК-1».

Комплекс «МРК-1» был использован на время проведения XXII зимних Олимпийских игр. В период с 28 января по 23 февраля 2014 г. он эксплуатировался в морском порту г. Сочи в круглосуточном режиме. Было произведено более 200 досмотров транспортных средств различного типа – грузовых автомобилей, автомобилей типа минивэн, других коммерческих и легковых автомобилей.

Комплекс показал высокую эффективность при контроле их внутреннего содержимого. Сотрудниками службы транспортной безопасности были отмечены его следующие положительные черты:

- простота и удобство использования, что позволило освоить работу с ним в

кратчайшие сроки;

- быстрота подготовки к работе, что обеспечило высокую оперативность досмотра транспортных средств;

- надежность, за все время эксплуатации сбоев и отказов в работе комплекса не было;

- устойчивость к внешним воздействиям.

К месту проведения испытаний комплекс прибыл своим ходом, преодолев расстояние 1700км. Температура окружающего воздуха в пути изменялась от -25°C до +10°C (Краснодарский край). После транспортировки, комплекс был полностью готов к эксплуатации, не требуя проведения каких-либо регламентных и/или ремонтных работ.

Было особо отмечено, что использование комплекса не требует специальных технических и организационных мероприятий по организации зоны безопасности.

По результатам эксплуатации, рентгеновский комплекс «МРК-1» был рекомендован для оснащения пунктов досмотра автотранспортных средств на объектах транспортной инфраструктуры.

Для обеспечения разработки вышеназванных досмотровых комплексов в ЗАО «Светлана-Рентген» были поставлены ОКР и освоен в производстве ряд специальных рентгеновских трубок, обеспечивающих необходимые выходные параметры. Для переносного комплекса «Феникс» использовалась рентгеновская трубка БХ-9 с малым потреблением энергии, для комплекса «Рубеж-ПЧ» - рентгеновская трубка 0,2БПМ60-100 с внутренней защитой от неиспользуемого рентгеновского излучения с щелевым выходом рентгеновского излучения. Комплекс МРК-1 потребовал создание мощной рентгеновской трубки 1,5БПК20-300/230 с вынесенным заземленным анодом и мощностью рассеивания 1,5 кВт. К настоящему времени в адрес ООО «Флэш электроникс» сумарно поставлено более 700шт таких трубок. На рис.7 представлены описанные выше рентгеновские трубки.



Рисунок 7. Рентгеновские трубки для досмотровой аппаратуры, основанной на регистрации обратно рассеянного рентгеновского излучения.

В интересах МО РФ, ФСО РФ, ФСБ РФ, ФТС РФ и других потребителей к настоящему времени осуществлена поставка более 700 изделий вышеуказанных рентгеновских досмотровых устройств, разработанных и выпускаемых из производства ООО «Флэш электроникс» и ОАО «Светлана».