

УДК544.1

РЕНТГЕНОВСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА ВЛОЖЕНИЯ ПО ЗНАЧЕНИЮ ПЛОТНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ АТОМНОГО НОМЕРА ПРОСВЕЧИВАЕМОГО МАТЕРИАЛА В ТАМОЖЕННОМ ДЕЛЕ

Галанова М.А.

Научный руководитель – д.т.н., доцент Голубцова Е.С.
Белорусский национальный технический университет

С целью выявления и пресечения незаконных перевозок — контрабанды, важной задачей работы пунктов пропусков на границе является контроль содержимого грузов и транспортных средств.

Для решения этой задачи используется рентгеновский способ контроля, включающий просвечивание движущегося на транспортной ленте багажа поперечным веерным пучком излучения. Вложенные вещества определяются по значению эффективного атомного номера $Z_{эфф.}$, который определяется как усредненное значение порядковых номеров составляющих вещество элементов периодической таблицы Д.И.Менделеева.

$$Z_{эфф.} = \sum z_i m_i / \sum m_i,$$

где суммирование производится по всем $i = 1 \dots N$ химическим элементам, входящим в вещество;

m_i – массовые доли химических элементов, входящих в вещество;

z_i – их атомный номер.

Для многих веществ эффективные атомные номера могут различаться слабо или иметь одинаковые значения.

При совместном анализе формы предмета, его внутреннего строения и размеров со значениями эффективного атомного номера появляется возможность существенно повысить распознаваемость предметов.

Данный способ предполагает просвечивание инспектируемого объекта рентгеновским излучением и регистрацию прошедшего через объект излучения в спектральных областях с различной эффективной энергией.

В современных досмотровых конвейерных рентгеновских установках типа Ni-SCAN6040aTiX реализован метод выявления органических и неорганических веществ путем улавливания энергии обратного рассеивания. Суть его состоит в том, что все органические и неорганические вещества (наркотики, взрывчатые вещества), имеющие низкий по сравнению с металлами атомный номер в периодической таблице химических элементов, практически не поглощают, а отражают

рентгеновское излучение, создаваемое обычными досмотровыми рентгеновскими установками.

Энергия обратного рассеивания может быть зафиксирована специальными детекторами и преобразована в изображение, выведенное на дополнительный монитор аппарата. Обычно отражающие предметы окрашиваются на экране в оранжевый цвет. Таким образом, среди предметов контролируемого объекта могут быть выявлены легкие вещества (пластик, пища, бумага и др.), что помогает обратить внимание оперативного работника на их наличие, при необходимости, провести более тщательный досмотр подозрительных предметов.

Путем сравнения интенсивности рентгеновских лучей на входе и выходе фильтра можно оценить примерную плотность вещества объекта контроля.

В зависимости от энергии излучения и химического состава вещества в процессе взаимодействия излучения с веществом может преобладать фотоэффект или рассеяние: при больших значениях Z и малых энергиях - фотоэффект, при малых значениях Z - рассеяние.

Результатом работы досмотрового комплекса в общем случае должна быть информация о пространственном распределении атомного номера $Z(x,y,z)$ и количества вещества $n(x,y,z)$ в досматриваемом объёме. Для этого весь досматриваемый объём разбивается на небольшие элементарные объёмы — т.н. воксели (Voxel — Volumetric Picture Element). Однако получение трёхмерных изображений содержимого крупногабаритных грузов и транспортных средств за ограниченное время досмотра является трудновыполнимой задачей. Наиболее распространённым способом является получение одной двумерной проекции трёхмерного содержимого при просвечивании пучком фотонов. Результатом является изображение распределения прозрачности $K(x,y)$, состоящее из пикселей (Pixel — Picture Element).

Недостатком способа определения вещества вложения по эффективному атомному номеру является невозможность обнаружения опасных веществ по эффективному атомному номеру среди множества других веществ того же класса с близкими значениями эффективного атомного номера.

Для повышения вероятности обнаружения опасных вложений и существенного снижения вероятности ложных тревог используются данные о плотности вещества вложения. Метод вычисления плотности вещества вложения основан на процедуре рентгеновского просвечивания в двух взаимно-перпендикулярных проекциях.

Для конкретного вложения процедура идентификации состоит в следующем: два измеренных параметра (эффективный атомный номер и

плотность) автоматически сопоставляются с базой данных этих физических параметров для целого ряда бытовых и опасных веществ и, в случае соответствия, происходит вывод на экран монитора названия вещества, значения его эффективного атомного номера и величины плотности.

Таким образом, способ обнаружения опасных веществ в багаже, основанный на определении эффективного атомного номера и плотности вещества вложения, значительно более эффективен по сравнению со способом обнаружения веществ по значению эффективного атомного номера.

Литература

1. Дьяконов В.Н., Малышенко Ю.В. Теория и практика применения технических средств таможенного контроля : учебник /Под общ. ред. Ю.В. Малышенко. – Москва: РИО РТА, 2006.