

СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗА РАЗЛИЧНЫМИ ПОГЛОТИТЕЛЯМИ

Ю. Б. ЯНКЕЛЕВИЧ

(Представлена научным семинаром НИИ ЭИ)

Развивающаяся в последнее время радиационная дефектоскопия материалов и изделий нуждается в исследовании спектрального состава проникающих излучений за различного рода поглотителями. Основы «счетно-спектрометрического метода в сцинтилляционной дефектоскопии» [1] предполагают знание энергетических спектров излучения, падающего на сцинтилляционный кристалл, что позволяет сделать правильный выбор оптимальных параметров системы дефектоскопии.

Спектральный состав рентгеновского излучения до и после различных поглотителей удобно исследовать с помощью сцинтилляционных спектрометров.

С этой целью автором был сконструирован и изготовлен сцинтилляционный спектрометр с кристаллом NaI (Tl). Конструкция спектрометра и геометрия представлены на рис. 1.

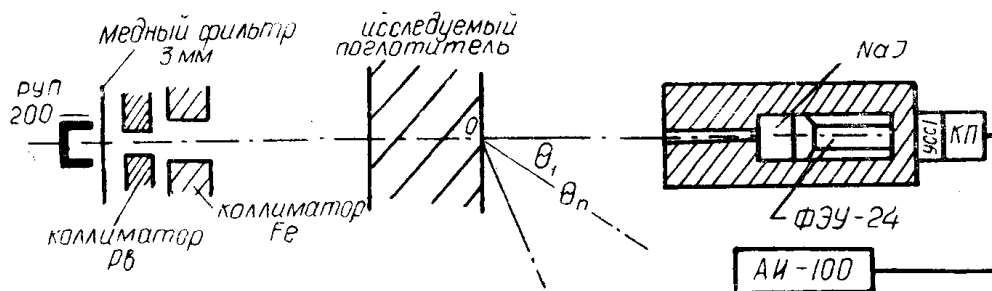


Рис. 1.

Рентгеновское излучение коллимировалось двумя коллиматорами — свинцовым [60 мм] и стальным (80 мм). Диаметр отверстия свинцового коллиматора равен 15 мм, а стального — 20 мм. Спектрометр окружен свинцовой защитой толщиной 3 см, а лобовой слой и толщина коллиматора составляли по 60 мм. Свинцовый коллиматор спектрометра, использованный в экспериментах, имел отверстие диаметром 5 мм. Канал в коллиматоре был покрыт 0,5 мм слоем листового олова для уменьшения вероятности попадания характеристических квантов свинца на сцинтилляционный кристалл. Сцинтилляционный кристалл NaI (Tl) выпилен и отшлифован из спектрометрического кристалла

диаметром 70 мм. Кристалл был упакован в алюминиевую оболочку 0,1 мм толщины и оптически сочленен непосредственно с окном фотокатода фотоумножителя с помощью силиконового масла. Фотоумножитель ФЭУ-24 был отобран из 10 имевшихся в распоряжении и имел наилучшее разрешение при минимальном темновом токе. Делитель напряжения для питания диодной системы ФЭУ, расположенной на самой панельке ФЭУ, позволял устанавливать оптимальное напряжение на диодах. В спектрометре использовался предусилитель типа УСС-1 от установки «Волна».

Сигналы с предусилителя подавались на катодный повторитель, собранный по схеме Уайта, и дальше по кабелю на стоканальный анализатор импульсов АИ-100.

Энергетическое разрешение спектрометра составляло 8,5% на 660 keV и 7% на 1,25 MeV.

Оценивалось влияние обратно рассеянного излучения от внутренних стенок свинцовой защиты. Интенсивность обратно рассеянного излучения составляла единицы процентов от интенсивности падающего на кристалл через коллимационное отверстие излучения.

С помощью описанного спектрометра были сняты выходные спектры излучения промышленной рентгеновской установки РУП-200 (рис. 2) при ускоряющих потенциалах 100, 150 и 200 keV. Расстояние от излучателя до кристалла составляло 3 м. Регулировкой тока трубки устанавливалась общая скорость счета в пределах $0,5 \div 1$ кГц.

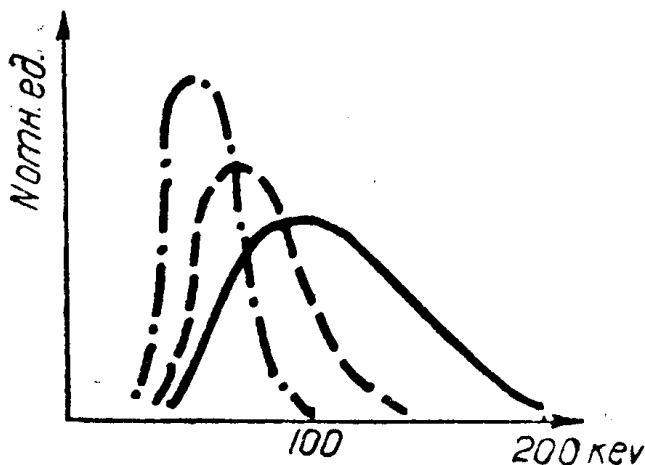


Рис. 2. Спектр излучения рентгеновской трубки при ускоряющих потенциалах 100, 150 и 200 keV.

Для снятия энергетических спектров рентгеновского излучения за различными поглотителями образцы располагались согласно рис. 1, причем плоскость образца со стороны спектрометра оставалась строго фиксированной, а наращивание толщины поглотителя велось со стороны источника. Для снятия угловых спектральных распределений спектрометр поворачивался в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через точку «0» на желаемый угол (рис. 1).

По данной методике было снято более 150 спектров за поглотителями различной толщины из стали, алюминия и пластмасс при различных углах θ , $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$. Приборные спектры за поглотителями различной толщины из стали, алюминия и пластмасс приведены на рис. 3 а, в, с.

Рис. 3а иллюстрирует «ожесточение» белого спектра рентгеновского излучения при прохождении им стального поглотителя различной толщины. Начиная с толщины 70 мм становится заметным «накопление» многократно рассеянных фотонов в области 20÷80 Кев. Оценка

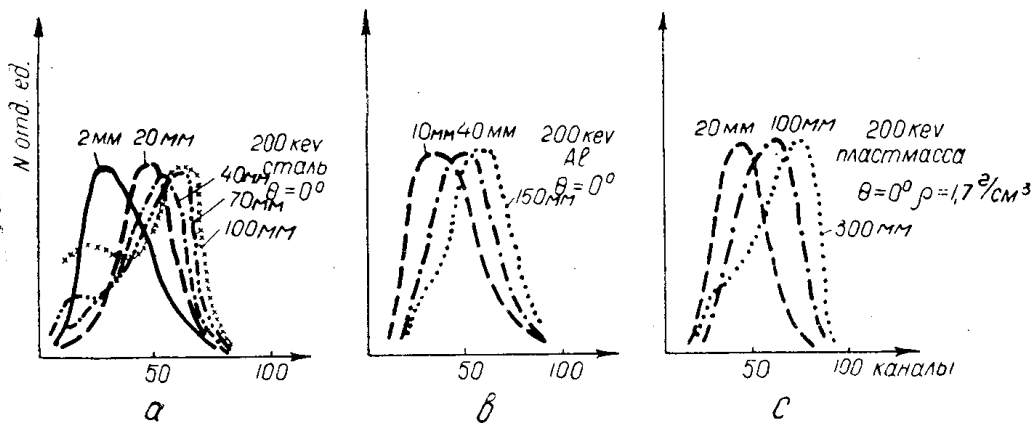


Рис. 3.

фактора «накопления», обусловленного многократным рассеянием, представляет большой интерес для дефектоскопии материалов, поскольку условия «чистой геометрии» реализуются очень трудно. Чувствительность же дефектоскопа в существенной мере зависит от вклада рассеянного излучения в общий спектр квантов, падающих на кристалл.

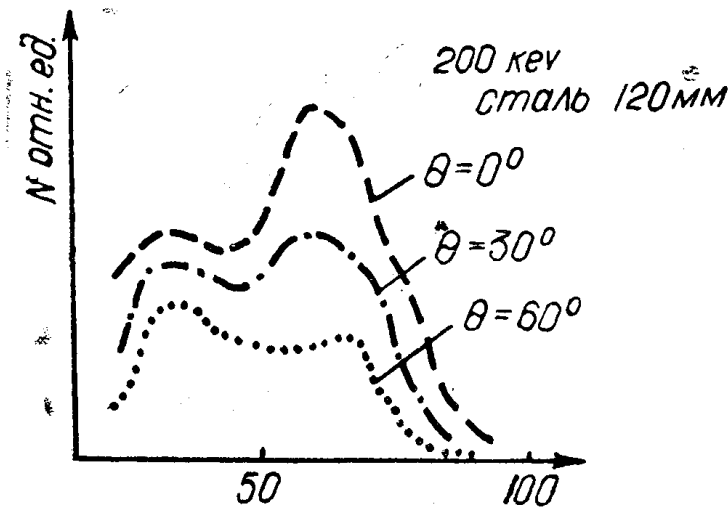


Рис. 4.

Изучение соотношения первичного и рассеянного излучения по экспериментальным данным позволяет определить факторы накопления для различных материалов, а также дает возможность выбирать оптимальный порог дискриминации.

На рис. 4 представлены приборные спектры рентгеновского излучения, рассеянного на различные углы. Анализ этих данных подтверждает возможность дефектоскопии материалов с помощью комптоновски и когерентно рассеянного на различные углы излучения.

В настоящее время авторами проводится обработка результатов с целью определения состава поля излучения за различными поглотителями. Приборные же спектры позволяют обосновать оптимальные

параметры систем дефектоскопии, например, размеры сцинтилляционного кристалла, чувствительность фотокатода ФЭУ, порог дискриминации и параметры электронной схемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Горбунов, В. Б. Кузнецов, В. К. Кулешов, Ю. Б. Янкевич. Счетно-спектрометрический метод в сцинтилляционной дефектоскопии (настоящий сборник).
