

ВЫБОР ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ СЛОИСТЫХ ТЕЛ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. А. ВОРОБЬЕВ

(Представлена научным семинаром научно-исследовательского института электронной
интроскопии)

Для оптимальных условий радиационной дефектоскопии слоистых тел необходимо применить диапазон энергии, обеспечивающий желаемое сочетание производительности и чувствительности. В радиационной дефектоскопии выявление дефекта основывается на изменении плотности потока излучения, прошедшего через дефект, по сравнению с плотностью потока излучения, прошедшего доброкачественный участок материала. Изменение плотности потока определяется величиной коэффициента ослабления излучения материалом. Величина наименьшего выявляемого дефекта может быть выражена через коэффициент ослабления [1, 2]

$$\Delta x = 0,23 \frac{\Delta S_{min}}{\gamma} \cdot \frac{B + K_v}{\mu}, \quad (1)$$

где $\Delta S'$ — чувствительность глаза к разности плотности потемнения пленки;

γ — контрастность снимка;

B — фактор накопления;

K_v — дополнительное вуалирование пленки за счет рассеянного излучения, не прошедшего через исследуемое сечение контролируемого объекта;

μ — коэффициент ослабления излучения в месте нахождения дефекта.

Согласно (1) для получения наилучшей выявляемости коэффициент ослабления должен быть максимальным. Так как кроме исследуемого слоя излучение проходит и через другие лежащие на его пути слои материала с иным химическим составом, то в них согласно (1) коэффициент ослабления должен быть минимальным. Таким образом, условие выбора диапазона энергий излучения для контроля слоя материала с большим эффективным атомным номером и плотностью сводится к применению излучения, для которого разность коэффициентов ослабления в исследуемом слое и в остальных будет наибольшей [2].

Для контроля положения и состояния арматуры в железобетоне нужно выбирать энергию исходя из условий для просвечивания более плотного слоя на фоне менее плотных.

С этой целью были проведены исследования коэффициентов ослабления тормозного излучения в бетоне и стали.

Коэффициенты ослабления рассчитывались из переходных кривых, полученных измерением интенсивности излучения при последовательном наращивании толщины исследуемого материала [3]. Измерения проводились с помощью тонкостенных ионизационных камер [2]. Выбор в качестве детектора излучения тонкостенной ионизационной камеры определялся тем, что как в рентгеновской пленке, так и тонкостенной ионизационной камере ионизация в основном создается потоком вторичных электронов. Ионизационная камера имела толщину передней и задней стенки 0,05 мм алюминия и устанавливалась вплотную к исследуемому поглотителю. Ионизация в камере вызывалась вторичными электронами, выбиваемыми из исследуемого тела. Таким образом, моделировалась радиография без применения усиливающих экранов. Толщина передней стенки и глубина воздушной полости рабочего объема камеры выбиралась из условия эквивалентности пробега вторичных электронов, выбиваемых тормозным излучением с максимальной энергией 10—30 Мэв, в эмульсии рентгеновской пленки типа РТ и в камере.

Измерения производились с помощью рентгенометра типа «Кактус».

Образцы для исследования переходных кривых изготавливались из строительного бетона объемным весом 2,4 т/м³, общая толщина составного образца в экспериментах составляла от 5 до 150 см.

В гражданском строительстве редко применяется стальная арматура диаметром более 20 мм [4], поэтому для стали коэффициент ослабления был измерен нами для толщины слоя 20 мм. Из полученных величин коэффициентов ослабления тормозного излучения бетатрона с максимальной энергией 15, 20, 25 и 30 Мэв вычитались величины коэффициентов ослабления, полученные для тех же энергий для бетонных образцов различной толщины. Полу-

ченная таким образом разность представляла собой разницу в коэффициентах ослабления тормозного излучения в стали и бетоне на различной глубине железобетонной конструкции.

На рис. 1 по оси абсцисс отложена толщина слоя бетона в т/м², а по оси ординат разность массовых коэффициентов ослабления тормозного излучения в стали и бетоне в г/см². В диапазоне максимальных энергий тормозного излучения бетатрона 15—30 Мэв разность коэффициентов ослабления для стали и бето-

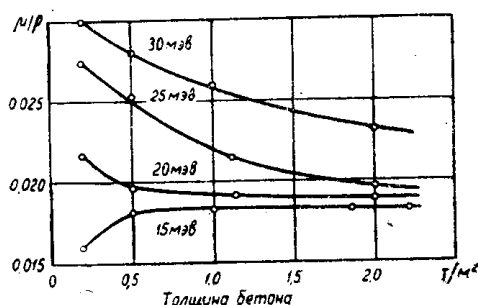


Рис. 1. Зависимость разности коэффициентов ослабления тормозного излучения с максимальной энергией 15, 20, 25, 30 Мэв в стали и бетоне от толщины слоя бетона.

на с ростом энергии увеличивается (рис. 1). Наибольшая величина разности получается для максимальной энергии тормозного излучения 30 Мэв. Это положение сохраняется и при изменении величины коэффициента ослабления с толщиной бетона до 100 см, несмотря на уменьшение абсолютной величины разности.

Таким образом, для контроля положения и состояния стальной арматуры в железобетонных конструкциях просвечиванием тормозным излучением бетатрона, в диапазоне максимальных энергий 15—30 Мэв, наилучшая выявляемость достигается при энергии 30 Мэв.

На рис. 2 по оси абсцисс отложена максимальная энергия тормозного излучения в Мэв, а по оси ординат диаметр наименьшего

выявляемого арматурного стержня в мм. Начиная с толщины железобетонных конструкций более 60 см выявляемость арматуры с ростом энергии излучения увеличивается (рис. 2).

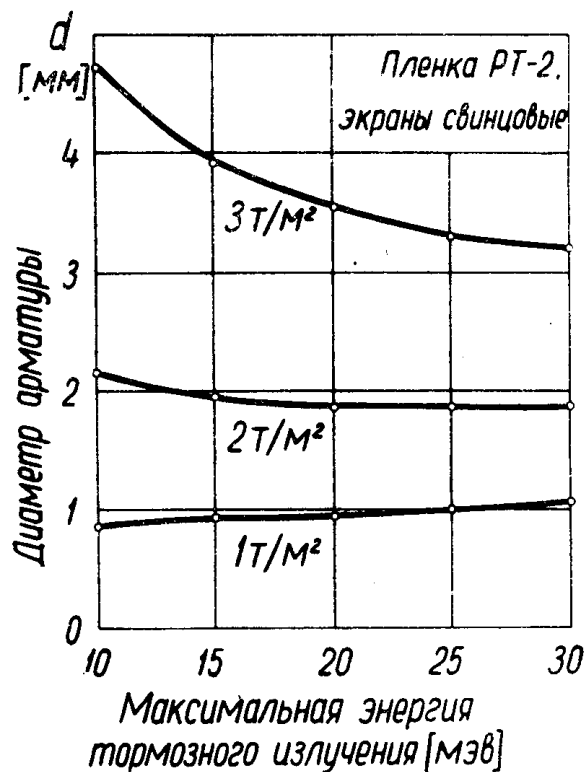


Рис. 2. Зависимость наименьшего выявляемого диаметра арматурного стержня в бетоне при просвечивании тормозным излучением от максимальной энергии излучения в Мэв.

Методика выбора энергии излучения для радиационной дефектоскопии по разности коэффициентов ослабления может быть применена и для контроля других многослойных тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Воробьев, В. И. Горбунов, В. А. Воробьев, Г. В. Титов. Бетатронная дефектоскопия материалов и изделий. Госатомиздат, М, 1965.
2. В. А. Воробьев. Кандидатская диссертация, Томск, ТПИ, 1965.
3. С. П. Круглов. ЖТФ, 31, 1092, 1961.
4. Г. Ф. Долженко. Арматурные работы. Стройиздат, М, 1951.