

РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

В. А. БЕРДОНОСОВ, В. И. ГОРБУНОВ, Г. В. ТИТОВ

В практике радиографического контроля довольно часто возникает необходимость просвечивания изделий сложной конфигурации с широким диапазоном перепада по толщине в направлении оси пучка излучения. Основная трудность просвечивания таких изделий заключается в необходимости выборочного контроля участков изделия различной толщины; стремление просвечивать за одну экспозицию участки изделия с большим перепадом толщин приводит к такой разности плотностей почернения рентгенограммы, что выявить дефекты по всей площади ее оказывается невозможным. Следовательно, выявление дефектов по всей рентгенограмме возможно лишь при допустимой разности плотностей почернения отдельных ее участков, соответствующих определенному перепаду толщин контролируемого изделия.

Допустимый перепад толщин изделия в участках, просвечиваемых за одну экспозицию, зависит от довольно большого числа факторов. Таковыми являются параметры поглотителя (его плотность, эффективный атомный номер, толщина), энергия излучения и контрастная чувствительность дефектора. Используя закон ослабления интенсивности излучения, легко показать, что для поглотителей, имеющих малую плотность, допустимый перепад толщин Δd в одновременно просвечиваемых участках значительно превышает значения Δd для материалов большой плотности (свинец, вольфрам). Подобные расчеты приводят также к тому, что увеличение максимальной энергии спектра излучения позволяет увеличить значения. Что касается контрастной чувствительности дефектора, то с ростом последней величина Δd уменьшается [1,2].

Поскольку в процессе контроля параметры поглотителя не могут быть изменены, использовать возможность изменения Δd за счет изменения свойств поглотителя не удастся. Уменьшению не подлежит и контрастная чувствительность дефектора, так как для улучшения выявляемости дефектов контрастную чувствительность, напротив, желательно увеличивать. Следовательно, изменение энергии излучения является единственно приемлемым способом изменения допустимого перепада толщин в участке изделия, экспонируемого за одну экспозицию.

Заметим, что допустимый перепад толщин Δd определяется допустимой величиной разности плотностей почернения ΔD различных участков рентгенограммы, соответствующих участкам изделия толщиной d и $d + \Delta d$; чем больше допустимые значения ΔD , тем больше величина

Δd . На основе психологических тестов нами принято, что различие оптических плотностей на рентгенограмме, при котором дефекты выявляются одинаково в различных участках рентгенограммы, не превышает 0,4 ед. оптической плотности. При большей разности плотностей почернения дефекты при визуальном рассмотрении рентгенограммы выявляются неодинаково, причем наилучшая выявляемость имеет место в участках рентгенограммы с плотностью 1,6—1,7 [1, 2, 3].

Схема эксперимента по определению допустимых перепадов толщин участков изделий, просвечиваемых за одну экспозицию, приведена на рис. 1. Тормозное излучение, генерируемое мишенью бетатрона (1), пройдя через коллиматор и через поглотитель (4), воздействует на эмульсию рентгеновской пленки (5). Со стороны изделия, обращен-

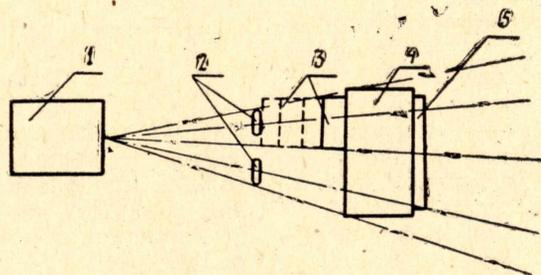


Рис. 1. Схема эксперимента по определению допустимых перепадов толщин: 1 — бетатрон; 2 — дефектометры; 3 — перепады толщин; 4 — поглотитель; 5 — детектор.

ной к источнику, устанавливаются дефектометры (2), причем расстояние между одним из них и поглотителем дополнительно перекрывалась набором стальных пластин различной толщины (3), имитирующих перепад толщин реального изделия.

Исследованию были подвергнуты стальные образцы толщиной 106 и 216 мм. В качестве источника излучения использовался бетатрон Б-30 Томского политехнического института с плавной регулировкой энергии излучения от 5 до 30 Мэв; мощность дозы излучения на расстоянии 1 метра от мишени бетатрона составляла 80—100 р/мин. при стабильности 1,5÷2%. В качестве детектора излучения использовалась рентгеновская пленка типа РТ=I с усиливающими экранами из свинца. При значениях максимальной энергии излучения 22, 15 и 30 Мэв, толщина передних экранов составляла соответственно 1,7, 1,5 и 2,0 мм. Толщина задних экранов составляла 3,0 мм и в ходе экспериментов оставалась неизменной.

На рис. 2 и 3 приведена полученная зависимость разности плотностей почернения участков рентгенограмм, соответствующих толщинам поглотителя d и $d+\Delta d$, от величины перепада толщин Δd мм. Как следует из рис. 2 и 3, при постоянных параметрах поглотителя и детектора величина определяется лишь максимальной энергией излучения. Так, при толщине стали 106 мм разности оптических плотностей $\Delta D=0,4$ соответствуют допустимые перепады толщин участков изделия, экспонируемых за одну экспозицию, соответственно 28 мм, 24 мм и 19 мм при максимальной энергии спектра излучения 30,22 и 15 Мэв.

При толщине поглотителя 216 мм допустимые перепады толщин составляют 36 мм и 27 мм при E_{\max} соответственно 30,22 и 15 Мэв. С дальнейшим увеличением толщины поглотителя величина допустимых перепадов толщин, соответствующих разности плотностей почернения 0,4 мм, монотонно увеличивается.

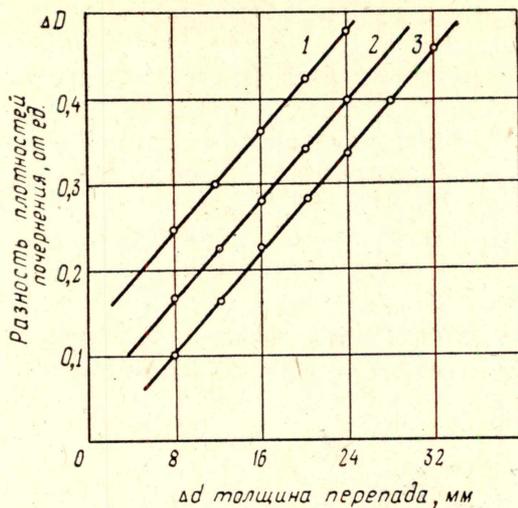


Рис. 2. Зависимость разности плотностей почернения от перепада толщин при различных максимальных энергиях излучения бетатрона (толщина стального поглотителя 106 мм): 1 — $E_{\max} = 15$ Мэв; 2 — $E_{\max} = 22$ Мэв; 3 — $E_{\max} = 30$ Мэв.

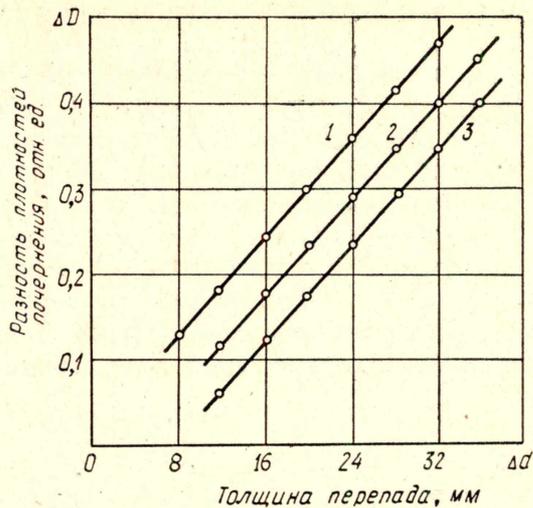


Рис. 3. Зависимость разности плотностей почернения от перепада толщин при различных максимальных энергиях излучения бетатрона (толщина стального поглотителя 216 мм): 1 — $E_{\max} = 15$ Мэв; 2 — $E_{\max} = 22$ Мэв; 3 — $E_{\max} = 30$ Мэв.

Полученные результаты позволяют сделать некоторые практические выводы, касающиеся методики проведения радиографического контроля изделий сложной конфигурации, наиболее важным из которых является возможность увеличения допустимого перепада толщин за счет увеличения энергии излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронные ускорители. Труды V Межвузовской конференции по электронным ускорителям. М., Атомиздат, 1966.
2. А. А. Воробьев, В. И. Горбунов, В. А. Воробьев, Г. В. Титов. Бетатронная дефектоскопия материалов и изделий. М., Атомиздат, 1965.
3. В. С. Соколов. Дефектоскопия материалов. М.-Л., Госэнергоиздат, 1961.