

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСПОЗИЦИИ ПРИ ПРОСВЕЧИВАНИИ СТАЛИ РЕНТГЕНОВСКИМИ ЛУЧАМИ БЕТАТРОНА НА 25 МЭВ

В. И. ГОРБУНОВ

(Представлено научным семинаром физико-технического факультета)

Время экспозиции при просвечивании стального поглотителя зависит от интенсивности излучения бетатрона, жесткости генерируемого излучения, фокусного расстояния, качества и сорта рентгеновской пленки и усиливающего экрана, а также толщины испытываемого поглотителя [1,2].

Все нижеописываемые эксперименты по определению продолжительности экспозиции при просвечивании стали проводились с максимальной энергией излучения 25 Мэв при известной интенсивности излучения и заранее выбранном фокусном расстоянии.

Необходимо было снять зависимость времени экспозиции (суммарной дозы) от толщины стального поглотителя для различных сортов рентгеновских пленок и усиливающих экранов.

Экспериментально сняты характеристические кривые светочувствительных слоёв различных сортов пленки, засвеченных излучением жесткостью 25 Мэв за стальным поглотителем различной толщины. Снятие кривых позволило установить количественную зависимость сенситометрических параметров фотослоев пленки и от величины падающей на пленку дозы излучения, построить графики экспозиций для различных сортов пленок и экранов, а также позволило сравнить свойства различных пленок и выбрать наилучший сорт пленки для каждого конкретного случая просвечивания.

Характеристические кривые снимались для 5 сортов рентгеновской пленки: „Рентген ХХ“, „Рентген Х“, „Рентген Х-5“ (опытная), „Agfa—Duro“, „Iford“ за стальным поглотителем толщиной от 50 до 400 мм с усиливающими экранами 2ПЗ и 2ФПЗ.

С целью облегчения подбора экспозиций нами были определены теоретические экспозиции, необходимые для получения на пленке заданного почернения. Для этого, прежде всего, была снята зависимость коэффициента поглощения для широкого нефильтрованного пучка рентгеновских лучей от толщины поглотителя с помощью ионизационной камеры (рис. 1).

Зная коэффициенты поглощения для стального поглотителя разной толщины, а также определив из характеристических кривых, снятых без поглотителя, дозу излучения, необходимую для получения рентгеновских снимков различной плотности почернения, можно определить теоретиче-

ские дозы для получения того же почернения в случае просвечивания стальных плит [1, 2, 3].

За контрольное почернение нами были приняты почернения с плотностью $D = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0$.

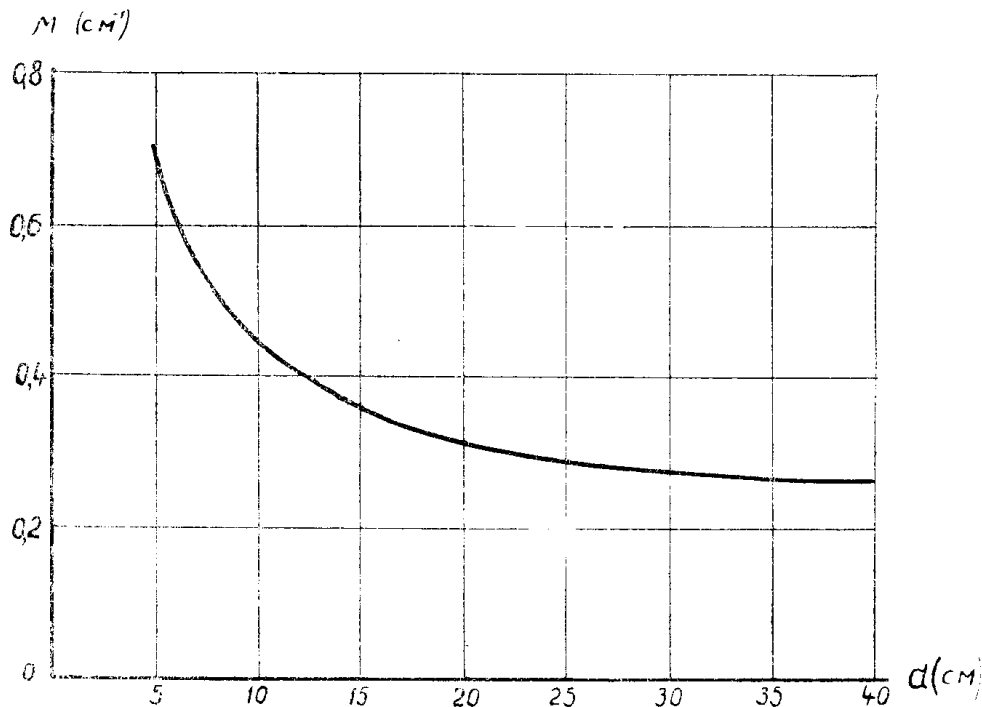


Рис. 1

Используя закон ослабления рентгеновских лучей $J = J_0 e^{-\mu d}$, можно определить количество энергии, приходящейся на 1 см^2 пленки, помещенной позади поглотителя толщиной $d \text{ см}$.

$$P = P_0 e^{-\mu d}, \quad (1)$$

где P_0 — доза излучения на поверхности пленки без поглотителя,

P — доза излучения в той же точке с поглотителем толщиной $d \text{ см}$.

Принимая, что почернение пленки прямо пропорционально количеству энергии, дошедшей до пленки, можно записать для одной и той же плотности почернения следующее условие:

$$P = k = \text{const.} \quad (2)$$

Тогда

$$P_0 e^{-\mu d} = k, \quad (3)$$

откуда находим

$$\ln(P_0) - \mu d = \ln k \quad (4)$$

или

$$\ln(P_0) = \mu d + \ln k. \quad (4a)$$

Пользуясь формулой (4a) и зная k для случая засвечивания пленки без поглотителя, определяем дозы излучения, знание которых позволило построить характеристические кривые для всех сортов пленок за различной толщиной стального поглотителя. После засвечивания пленки фотометрировались на микрофотометре МФ-4 и по результатам фотометрирования строились экспериментальные характеристические кривые. Для по-

строения каждой характеристической кривой экспонировалось от 15 до 20 пленок в интервале плотностей почернения от 0 до 3,0 на расстоянии 1 м.

Экспериментальные характеристические кривые, снятые для пяти сортов рентгеновской пленки, представлены на рис. 2--5. По оси абсцисс

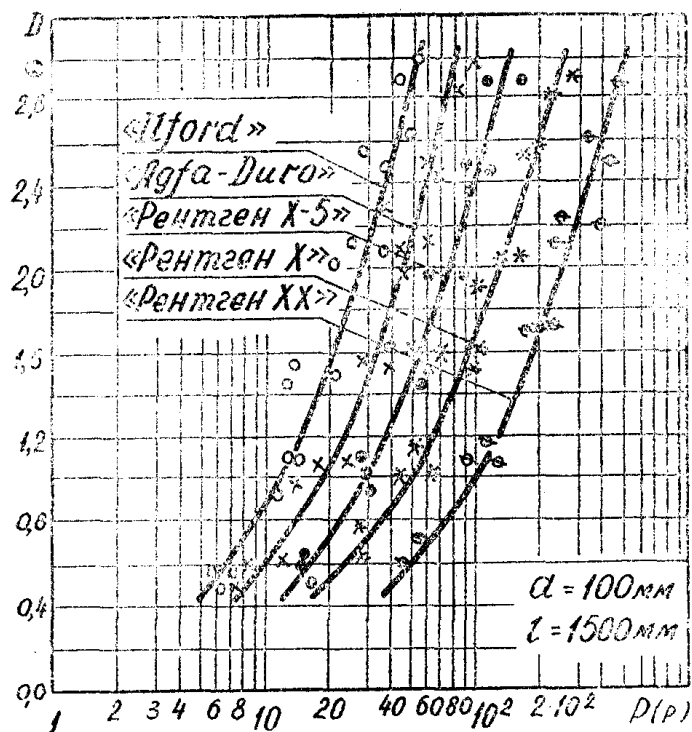


Рис. 2

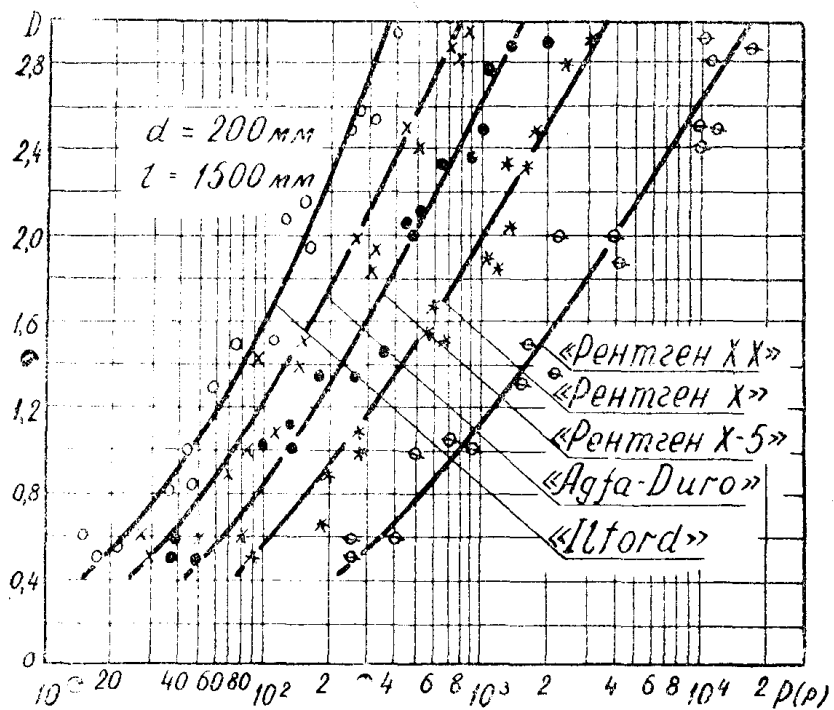


Рис. 3

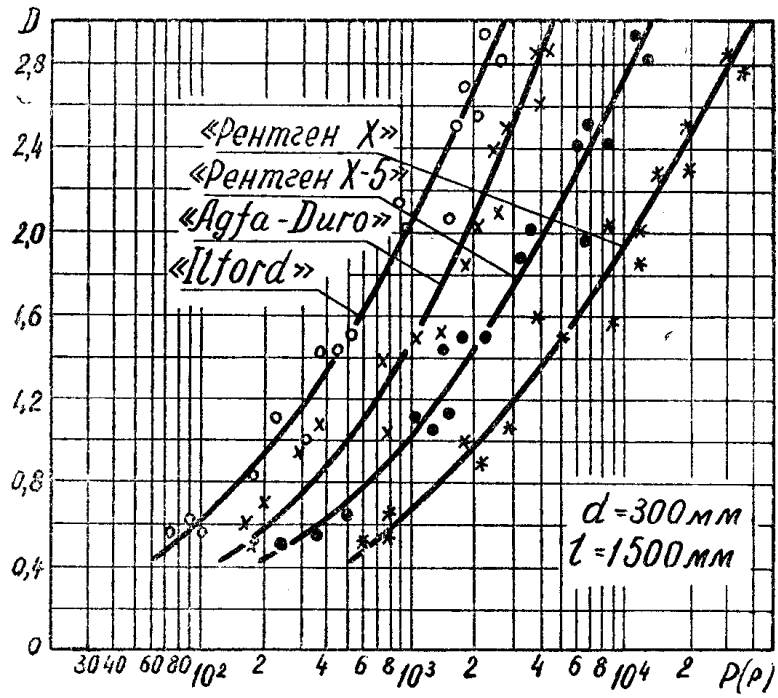


Рис. 4

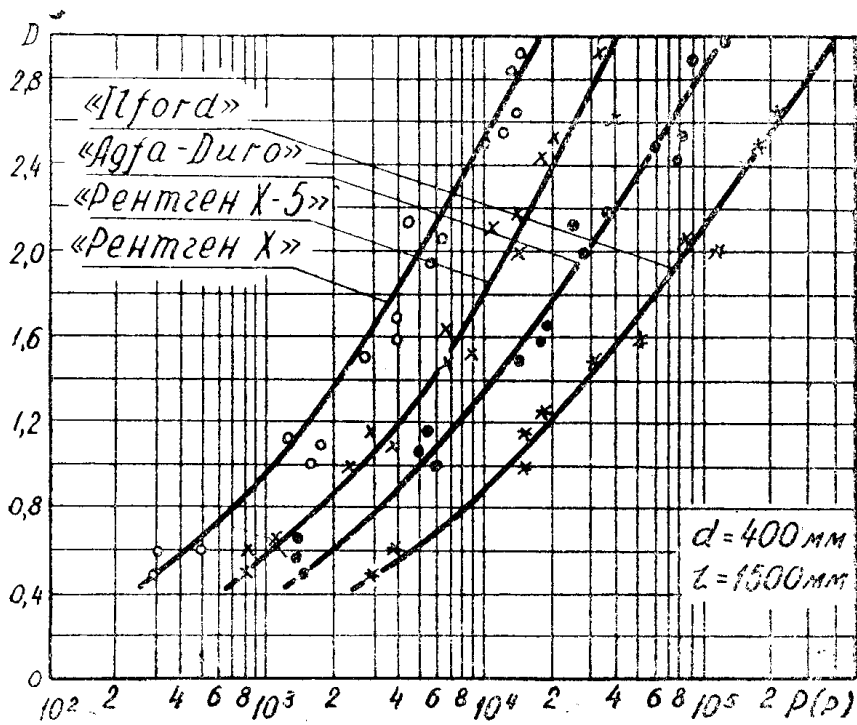


Рис. 5

отложены суммарные дозы в рентгенах, по оси ординат—плотность почернения.

Полученные экспериментальные характеристические кривые позволили построить графики экспозиций.

Полученные сравнительные графики экспозиций для различных сортов пленок позволяют сравнить чувствительность различных пленок за стальным поглотителем толщиной до 500 мм (рис. 6,7). Все кривые справедливы для фокусного расстояния, равного 1 м ($f=1$ м). По оси

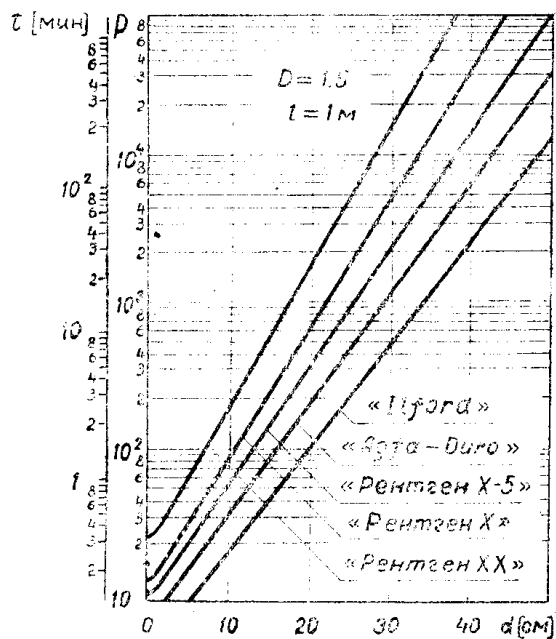


Рис. 6

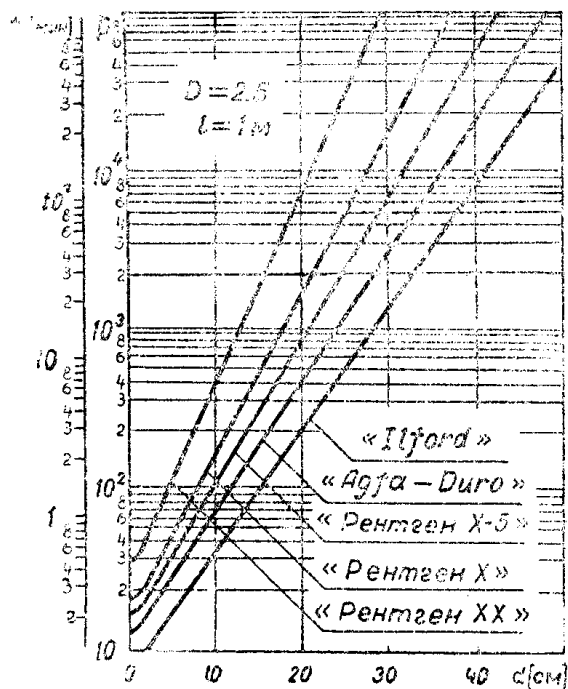


Рис. 7

абсцисс отложена толщина стального поглотителя в см., по оси ординат суммарная доза излучения в рентгенах, а также время облучения в минутах, считая интенсивность излучения, равную 60 р/мин на расстоянии одного метра. Графики экспозиций для всех сортов пленок, кроме „Рентген ХХ“, справедливы с применением составных усиливающих экранов типа (2ФПФЗ). Для пленки „Рентген ХХ“ применялся экран (2ПЗ).

В практической дефектоскопии приходится встречаться с просвечиванием различных деталей, которые в значительной степени отличаются по габаритам. Кроме того, иногда требуется произвести просвечивание отдельных деталей с большой поверхностью в один приём, а также получить увеличенные снимки особо ответственных узлов. Все эти требования могут быть выполнены, если правильно выбрать фокусное расстояние для каждого конкретного случая просвечивания. Отсюда возникает необходимость знания доз излучения, а также продолжительности экспозиций при просвечивании стальных плит различной толщины для разных фокусных расстояний.

Так как все графики экспозиций были получены при просвечивании стального поглотителя широким расходящимся пучком рентгеновских лучей, воспользовавшись законом убывания излучения распространяющегося от точечного источника [1], можно построить графики экспозиций для различных фокусных расстояний.

На рис. 8—12 приведены графики экспозиций, построенные для различных сортов рентгеновских пленок и экранов для шести значений фокусных расстояний от 75 до 300 см. Графики строились для плотности почернения $D = 2,0$.

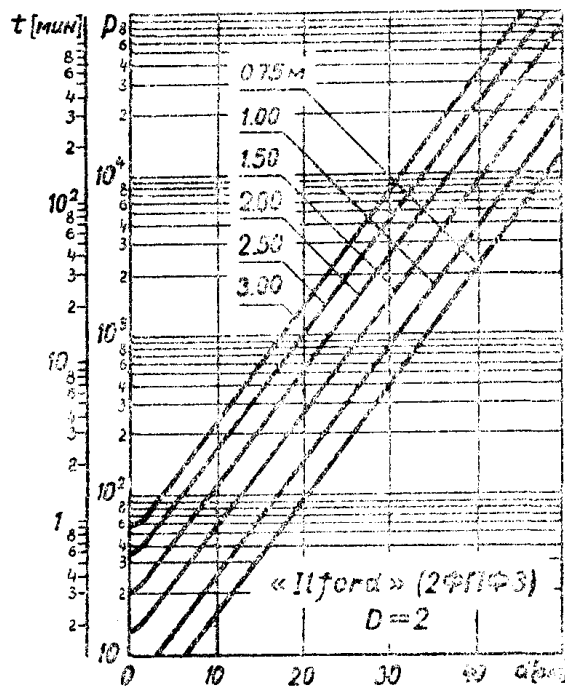


Рис. 8

При опытном просвечивании различных стальных и чугунных деталей экспозиции определялись по приведенным выше графикам. Как показали результаты фотометрирования полученных снимков, отличие в плотностях почернения, взятых из графиков экспозиций от плотностей почернения, полученных путем фотометрирования, не составляет больше $\pm 0,2$, что практически вполне допустимо.

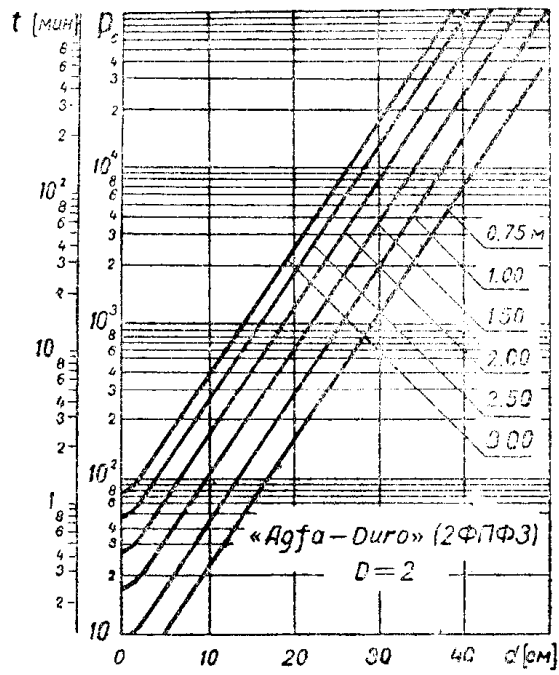


Рис. 9

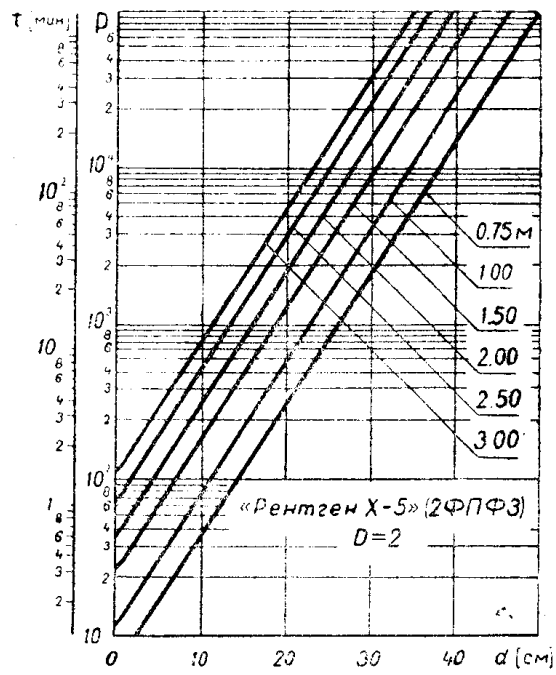


Рис. 10

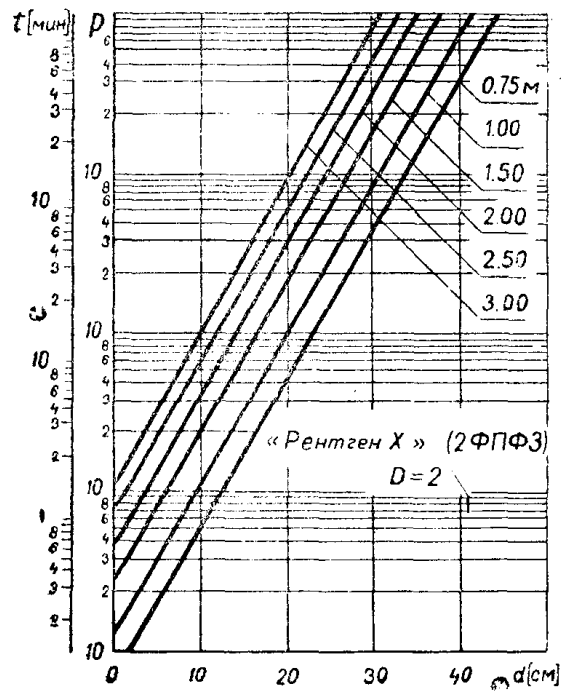


Рис. 11

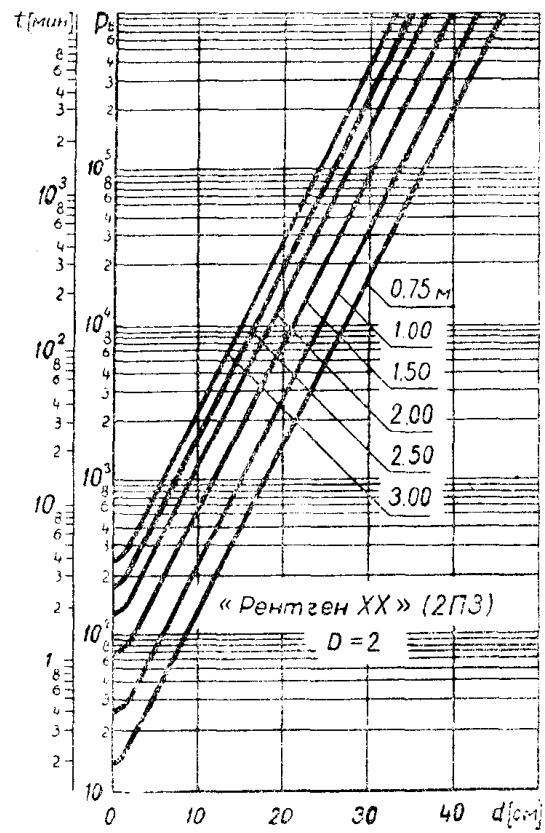


Рис. 12

Выводы

1. В результате проведенной экспериментальной работы были получены рабочие графики экспозиций для просвечивания стального поглотителя толщиной до 500 мм с помощью жесткого рентгеновского излучения с максимальной энергией ускоренных электронов на 25 Мэв.

2. Графики экспозиций построены для 5 сортов рентгеновской пленки: „Ilford“, „Agfa-Duro“, „Рентген X-5“ (опытная), „Рентген X“ и „Рентген XX“ с применением двух комбинаций усиливающих экранов (2ФПФЗ) и (2ПЗ).

3. Графики экспозиций построены для плотности почернения ($D = 2,0$) и 6 значений фокусных расстояний (от 75 до 300 см).

4. Из графиков следует, что наибольшей чувствительностью, для случая применения экранов 2ФПФЗ, обладает пленка „Ilford“, затем следует пленка „Agfa-Duro“, „Рентген X-5“ и, наконец, „Рентген X“. Пленку „Рентген XX“ с усиливающими экранами 2ПЗ, которые дают повышенную четкость изображения дефектов, из-за малой чувствительности лучше всего применять для просвечивания стали толщиной не выше 200 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев С. В., Григорович Ю. А. Контроль качества металлов γ -лучами. Металлургиздат, 1954.

2. Таточенко Л. К., Медведев С. В. Промышленная γ -дефектоскопия. Металлургиздат, 1955.

3. Транзюников А. К. Рентгенодефектоскопия. Машигиз, 1948.
