

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Испытательного центра

ФГУП "ВИАМ"

Г.А. Морозов

2003 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**по результатам испытания радиографических
пленок типов D4, D5, D7, D8 Structurix (Agfa)**

Начальник лаборатории МНК

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "А.К. Денель".

Денель А.К.

Начальник сектора радиационных методов
неразрушающего контроля

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Е.И. Косарина".

Косарина Е.И.

Принятые сокращения, обозначения:

U_a – анодное напряжение на рентгеновской трубке, кВ;

I_a – ток анода трубки, мА;

t – время экспозиции, мин

F – фокусное расстояние (расстояние от источника излучения до радиографической пленки), мм

Испытание радиографических пленок типов D4, D5, D7 Structurix (Agfa) проводили по стандартной методике ФГУП ВИАМ с целью определения дефектоскопических характеристик и сравнения их с радиографическими пленками других фирм. Заявленные сенситометрические характеристики радиографических пленок, участвующих в испытании, представлены в *табл. 1*.

Таблица 1

Перечень типов радиографических пленок

Классификация по европейскому стандарту EN584-1

Тип радиографической пленки и фирма-изготовитель	Класс систем пленок по EN 584-1	Минимальный градиент $g_{мин}$ при:		Минимальное отношение “градиент-шум” $(g/\sigma_s)_{мин}$ при $S_2=2+S_0$	Максимальная гранулярность $\sigma_{s, макс}$ при $S_2=2+S_0$
		$S_2=2+S_0$	$S_4=4+S_0$		
D4 Structurix (Agfa)	C3	4,1	6,8	180	0,023
D5 Structurix (Agfa)	C4	4,1	6,8	180	0,023
D7 Structurix (Agfa)	C5	3,8	6,4	150	0,028
D8 Structurix (Agfa)	C6	3,5	5,0	100	0,039
MX Industrex (Kodak)	C3	4,1	6,8	180	0,023
T Industrex (Kodak)	C4	4,1	6,8	180	0,023
AA/AX Industrex (Kodak)	C5	3,8	6,4	150	0,028
PT-K (Тасма)	C2	4,3	7,4	270	0,018

По данным *табл. 1* были определены аналоги пленок: D4 –MX; D5 –Т; D7–АХ; D8 –СХ.

Программа испытаний

Технические характеристики объектов просвечивания представлены в *табл. 2*

Технические данные испытательных образцов и режимы их просвечивания

Испытательный образец	Высота ступенек, мм							U_a , кВ	I_a , мА	t , мин
	2	4	6	8	10	12	14			
Стальной ступенчатый клин № 1	2	4	6	8	10	12	14	100	10	2
Стальной ступенчатый клин № 2	14	18	22	26	30	34	38	200	10	2
Ступенчатый клин № 1 из магниевого сплава	3	8	10	15	19	22	-	30	10	2

Примечания

1. На каждой ступеньке клиньев расположены 6 цилиндрических плоскодонных Лунок, глубина которых, соответственно, (1, 2, 3, 5, 7, 10)% от высоты ступеньки
2. Стальные ступенчатые клинья №№ 1, 2 просвечивали на рентгеновском аппарате RE 320/14, размер фокусного пятна 3,5 мм с фокусным расстоянием $F=750$ мм
3. Ступенчатый клин № 1 из магниевого сплава просвечивали на рентгеновском аппарате РУМ-7, размер фокусного пятна 3,5 мм с фокусным расстоянием $F=750$ мм

На *рис. 1* представлена схема зарядки кассет при испытании пленок

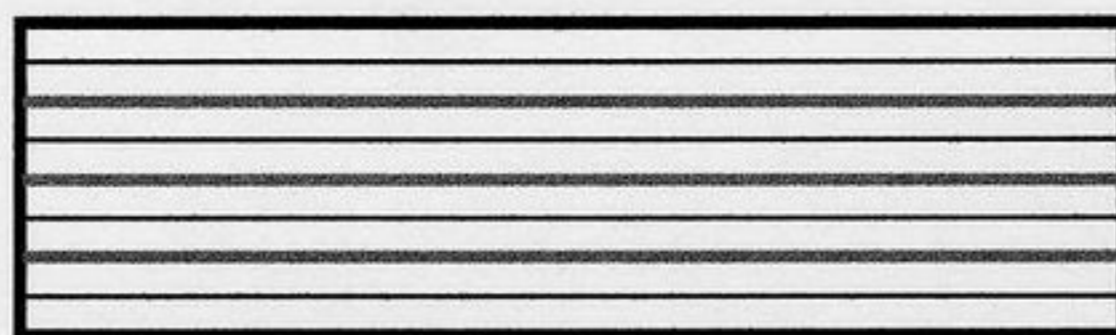


Рис.1 Схема зарядки кассет

пленка
 фольга

В одной кассете были помещены по три пленки: первая – РТ-К; вторая – аналог испытуемой фирмы Kodak; третья испытуемая фирмы Agfa. При просвечивании испытательных образцов по схеме, представленной на *рис. 2*, испытуемая пленка фирмы Agfa была расположена снизу. Пленка D8 в виду отсутствия пленки СХ была заряжена в кассету только с пленкой РТ-К.

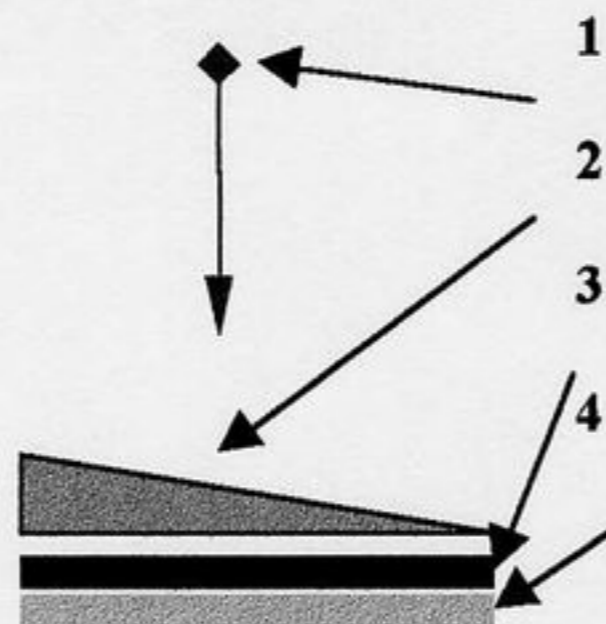


Рис.2 Схема испытаний

1 – источник излучения;
2 - испытательный образец;
3 – кассета с пленками;
4 – защитный свинцовый экран

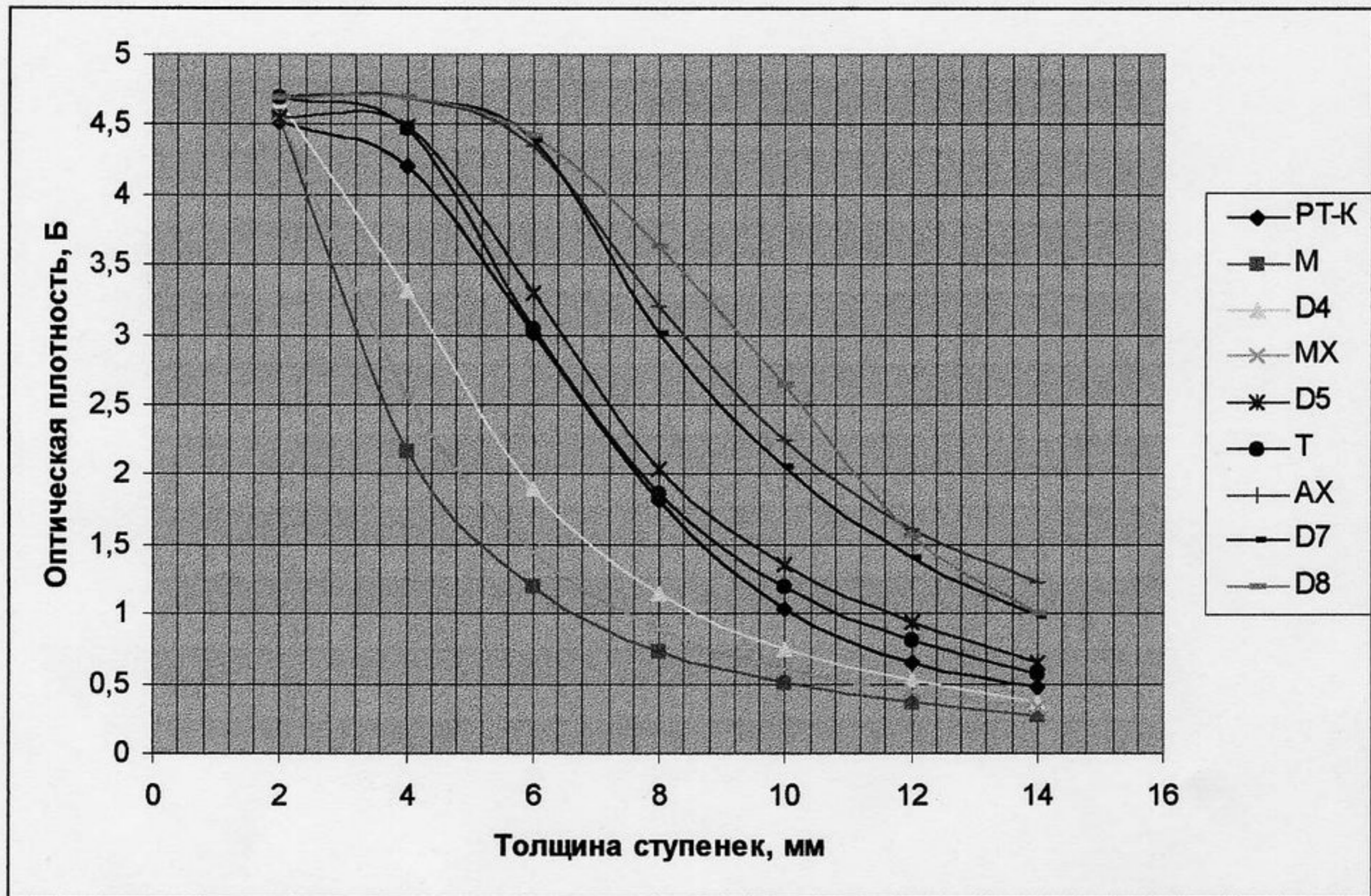
Фотообработку экспонированных радиографических пленок проводили в соответствии с рекомендациями фирм-изготовителей, используя, соответственно, фирменные проявляющие растворы: Kodak (проявитель, фиксаж), Agfa (проявитель, фиксаж), Тасма (проявитель Рентген-2, фиксаж БКФ).

Полученные рентгеновские снимки фотометрировали (данные представлены в табл. 3)

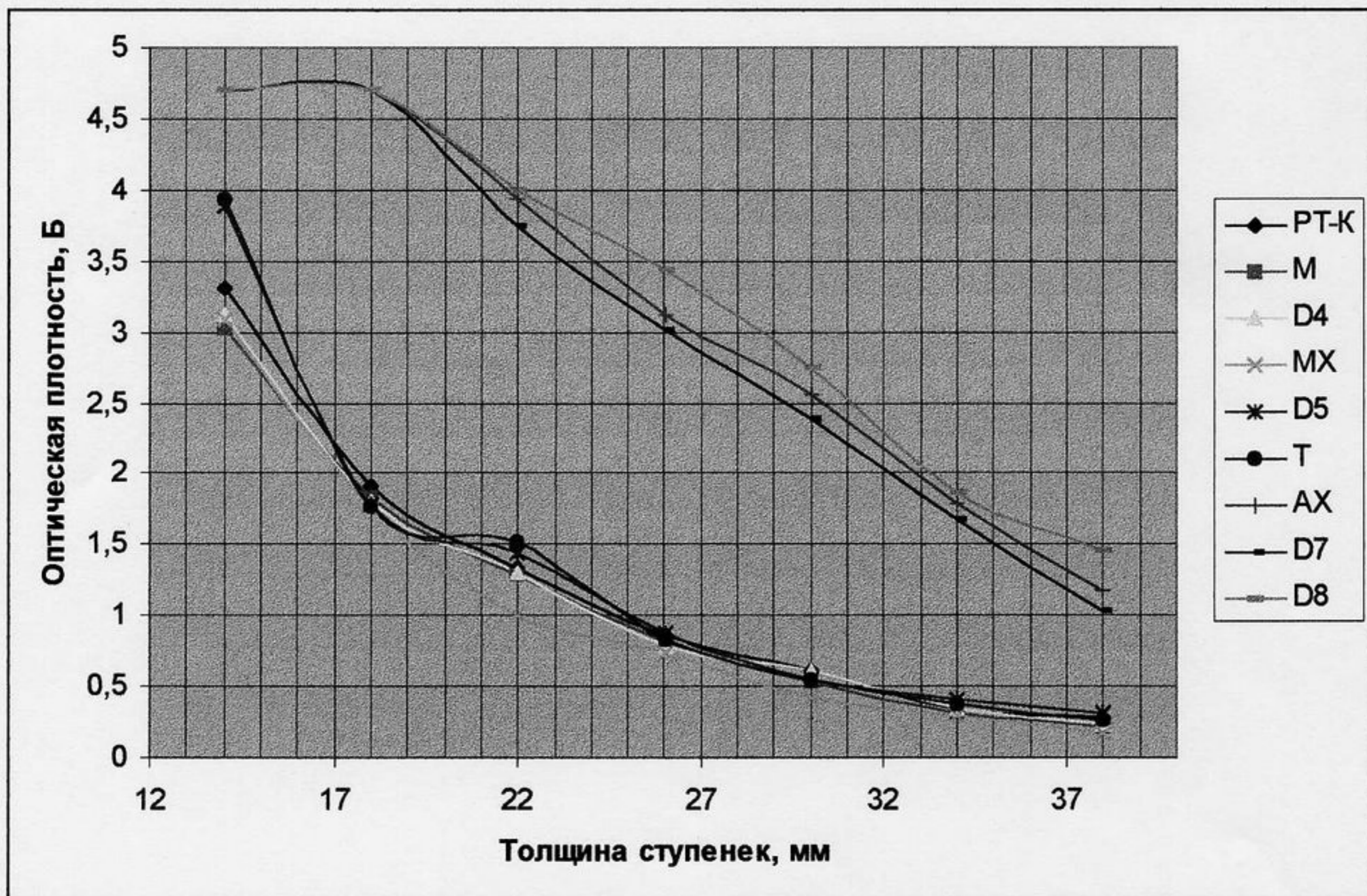
Таблица 3

Результат фотометрирования										
Толщина ступенек образцов, мм		Оптическая плотность рентгенограмм, выполненных на пленках типа, Б								
1	2	РТ-К	М	D4	МХ	D5	Т	АХ	D7	D8
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
		$U_a = 100$ кВ;			$I_a = 10$ мА; $t = 2$ мин					
Fe 1	Сс	4,53	4,55	4,66	4,57	4,56	4,70	>4	>4	>4
	4	4,21	2,17	3,32	2,56	4,49	4,48	>4	>4	>4
	6	3,01	1,20	1,89	1,45	3,29	3,04	4,35	4,39	4,42
	8	1,82	0,74	1,15	0,89	2,04	1,86	3,20	3,01	3,63
	10	1,03	0,51	0,75	0,61	1,35	1,19	2,25	2,05	2,64
	12	0,65	0,36	0,52	0,44	0,94	0,81	1,61	1,4	1,56
	14	0,48	0,27	0,37	0,33	0,65	0,57	1,23	0,98	1,01
		$U_a = 200$ кВ;			$I_a = 10$ мА; $t = 2$ мин					
Fe 2	14	3,30	3,03	3,12	3,09	3,89	3,93	>4	>4	>4
	18	1,91	1,84	1,81	1,75	1,78	1,77	>4	>4	>4
	22	1,33	1,28	1,30	1,0	1,44	1,52	3,94	3,75	4,00
	26	0,86	0,81	0,79	0,73	0,88	0,83	3,12	3,01	3,43
	30	0,61	0,54	0,61	0,42	0,55	0,55	2,56	2,38	2,74
	34	0,35	0,32	0,34	0,29	0,40	0,38	1,78	1,67	1,86
	38	0,28	0,22	0,23	0,18	0,31	0,26	1,17	1,03	1,46
		$U_a = 30$ кВ;			$I_a = 10$ мА; $t = 2$ мин					
Mg 1	3	4,01	>4	>4	>4	4,11	4,17	>4	>4	-
	8	1,24	0,54	0,51	0,56	1,11	1,08	2,04	2,12	-
	10	1,03	0,30	0,37	0,33	0,96	0,91	1,38	1,49	-
	15	0,54	0,09	0,15	0,19	0,46	0,52	0,67	0,75	-
	19	0,12	0,05	0,06	0,07	0,20	0,22	0,35	0,48	-
	22	0,08	0,05	0,05	0,07	0,06	0,08	0,19	0,23	-

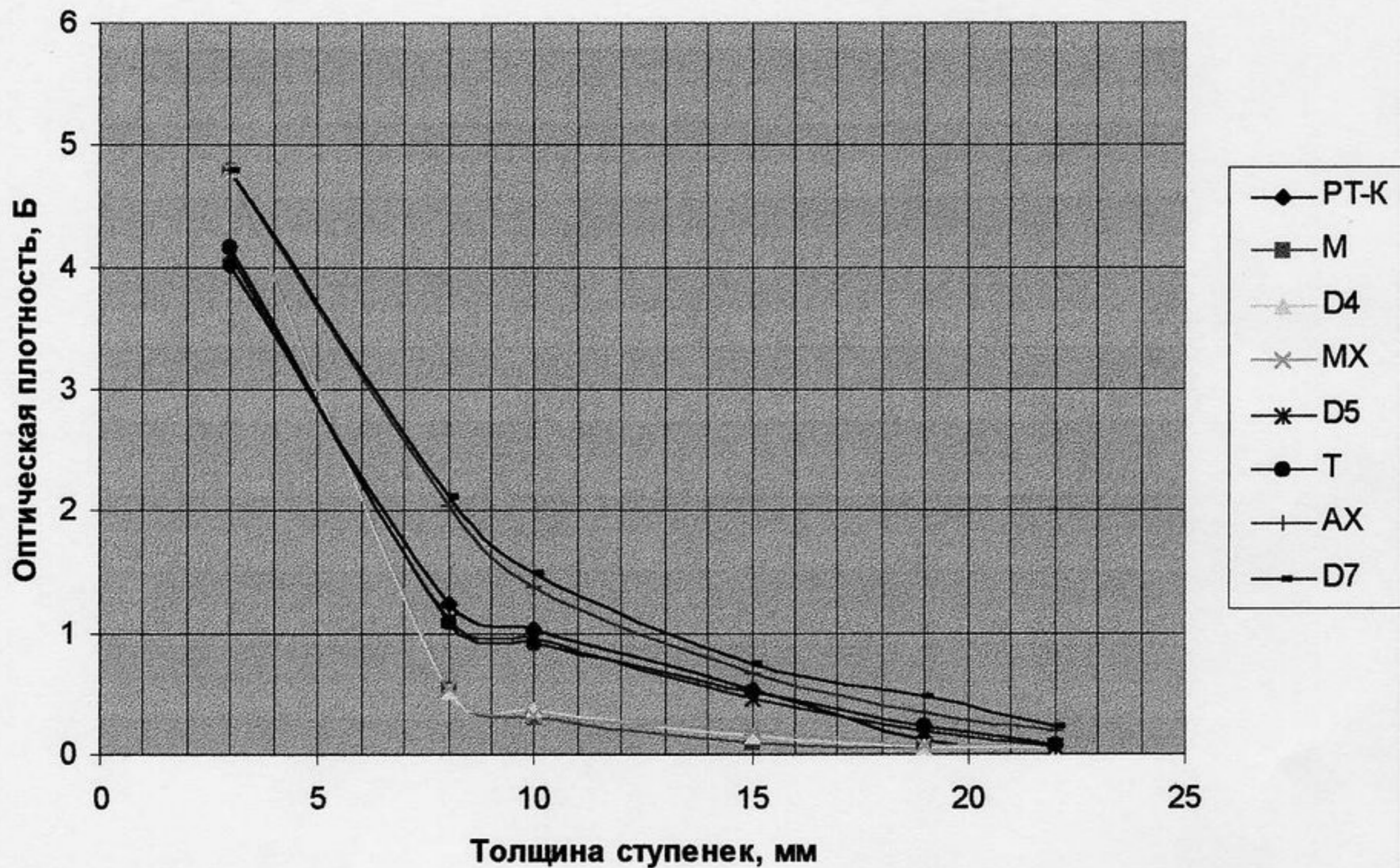
Примечание Результаты фотометрирования пленки РТ-К усреднялись



А



Б



В

Рис. 3 *Зависимость оптической плотности от толщины ступенек клина:*

А - стальной клин; режим просвечивания $U_a = 100$ кВ; $I_a = 10$ мА; $t = 2$ мин

Б - стальной клин; режим просвечивания $U_a = 200$ кВ; $I_a = 10$ мА; $t = 2$ мин

В - магниевый клин; режим просвечивания $U_a = 30$ кВ; $I_a = 10$ мА; $t = 2$ мин

По результатам фотометрирования определена *широта* радиографических пленок. Под *широтой* понимают разность диапазон толщины просвечиваемого материала, соответствующий рабочему участку оптических плотностей снимка. По сравнению с пленкой РТ-К испытываемые пленки имеют значения широты:

- при режиме $U_a = 100 \text{ кВ}$; $I_a = 10 \text{ мА}$; $t = 2 \text{ мин}$ широта испытываемых пленок для значений оптической плотности (1,5 -3,5) Б: РТ-К - 3,7 мм; D4 - 2,6 мм; D5 - 5 мм; D7 - 5,2 мм; D8 - 3,8 мм;

- при режиме $U_a = 200 \text{ кВ}$; $I_a = 10 \text{ мА}$; $t = 2 \text{ мин}$ широта испытываемых пленок для значений оптической плотности (1,5 -3,5) Б: РТ-К - 6,6 мм; D4 - 6,0 мм; D5- 7,0 мм; D7 - 9,2 мм; D8 - 10,8 мм;

- при режиме $U_a = 30 \text{ кВ}$; $I_a = 10 \text{ мА}$; $t = 2 \text{ мин}$ широта испытываемых пленок для значений оптической плотности (1,5 -3,5) Б: РТ-К - 4,5 мм; D4 - 2,4 мм; D5 -3,5 мм; D7 - 7,0 мм.

Для рентгеновских снимков, полученных на радиографических пленках типов D4, D5, D7, D8, РТ-К при режиме $U_a = 200 \text{ кВ}$; $I_a = 10 \text{ мА}$; $t = 2 \text{ мин}$ было проведено фотометрирование участков, изображающих лунки. По результатам фотометрирования построены зависимости относительного приращения оптической плотности от относительного изменения толщины просвечиваемого материала $\Delta S/S = f(\Delta d/d)$, (табл. 4, рис. 4).

Таблица 4

Зависимость $\Delta S/S = f(\Delta d/d)$					
Относительное приращение толщины $\Delta d/d$, %	Относительное приращение оптической плотности $\Delta S/S$, на рентгенограммах, выполненных на пленках, %				
	РТ-К	D4	D5	D7	D8
2	5	9	10	4	4
3	8	14	14	8	7
5	12	19	17	14	12
7	15	26	23	18	16
10	18	31	29	23	21

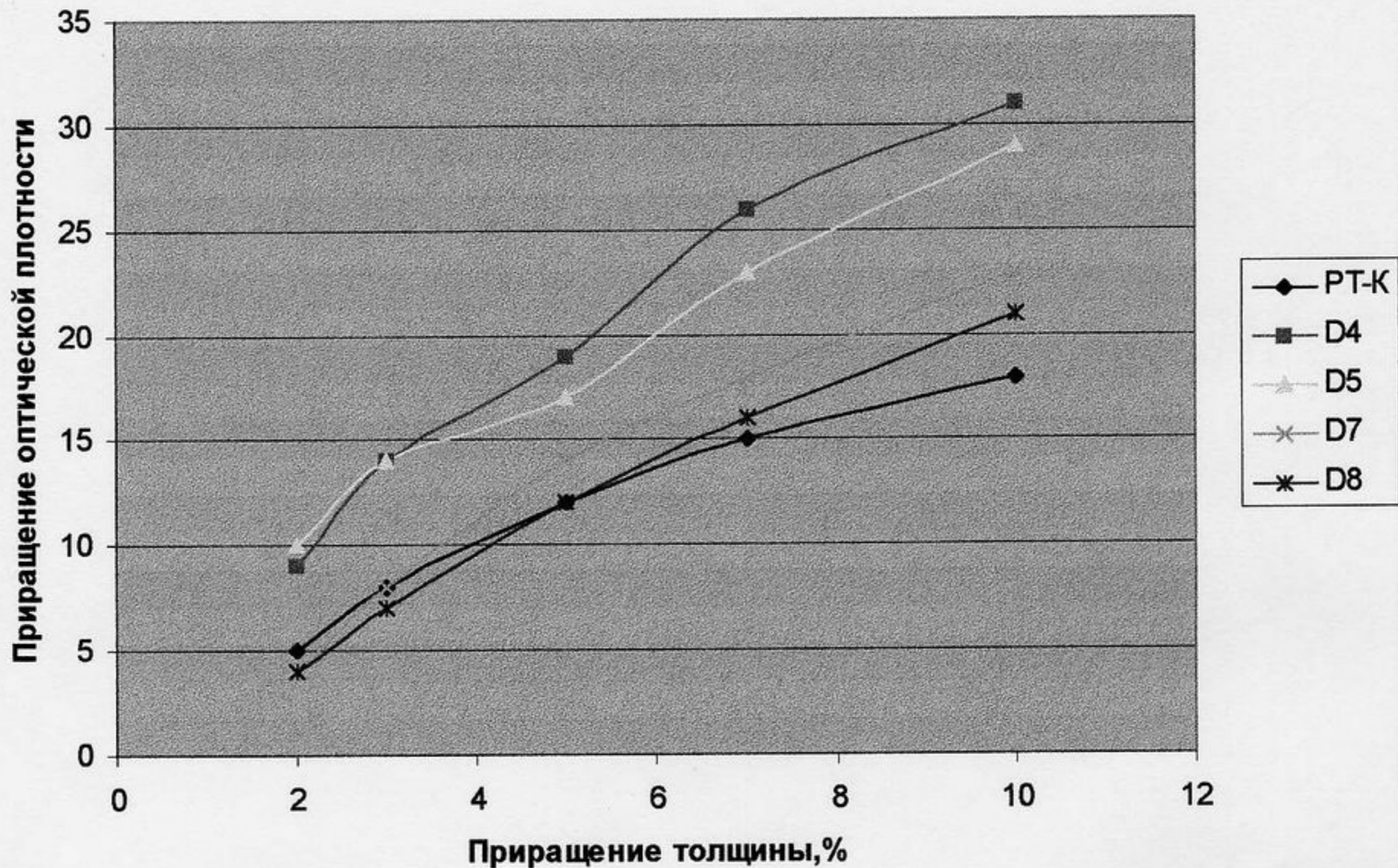


Рис. 4 Зависимость относительного приращения оптической плотности от относительного приращения толщины просвечиваемого материала на рентгеновских снимках, выполненных на испытываемых пленках