

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ

МЕТОДЫ ДЕФЕКТОСКОПИИ РАДИАЦИОННЫЕ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

ГОСТ 20426—82

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 620.179.152.004.14 : 006.354 Группа В09

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Контроль неразрушающий

МЕТОДЫ ДЕФЕКТОСКОПИИ РАДИАЦИОННЫЕ

Область применения

Non-destructive testing. Methods of defectoscopy radiation. Field of application

ГОСТ 20426—82

Взамен ГОСТ 20426—75

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 5 февраля 1982 г. № 484 срок действия установлен

с 01.07 1983 г.
до 01.07 1988 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает область применения радиационных (радиографического, электрорадиографического, радиоскопического и радиометрического) методов дефектоскопии продукции с использованием излучения рентгеновских аппаратов, излучения закрытых радиоактивных источников на основе ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{192}Jr, ^{75}Se, ^{170}Tm и тормозного излучения бетатронов.

Классификация методов контроля — по ГОСТ 18353 –79.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Радиационные методы дефектоскопии следует применять для обнаружения в объектах контроля дефектов: нарушений сплошности и однородности материала, внутренней конфигурации и взаимного расположения объектов контроля, не доступных для технического осмотра при их изготовлении, сборке, ремонте и эксплуатации.

1.2. Выбор метода или комплекса методов и средств контроля следует проводить в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и рабочих чертежей, утвержденных в установленном порядке, на конкретный объект контроля, а также с учетом требований настоящего стандарта, технических характеристик средств контроля, конструктивных особенностей объектов контроля, технологии их изготовления, размеров выявляемых дефектов и производительности контроля.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1982

1.3. Радиационные методы неразрушающего контроля следует указывать в стандартах и технических условиях на объекты контроля.

1.4. Виды дефектов, выявляемых радиационными методами при контроле объектов, указаны в табл. 1.

Чувствительность контроля сварных соединений — по ГОСТ 3242—79, ГОСТ 7512—75 и ГОСТ 23055—78; паяных соединений — по ГОСТ 24715—81.

Таблица 1

Объект контроля	Вид дефекта
Слитки и отливки	Трещины, раковины, поры, рыхлоты, металлические и неметаллические включения, неслитины, ликвации
Сварные соединения, выполненные сваркой плавлением	Трещины, непровары, поры, раковины, металлические и неметаллические включения, утяжины, превышения проплава, подрезы, прожоги, смещения кромок
Сварные соединения, выполненные точечной и роликовой сваркой	Трещины, поры, металлические и неметаллические включения, выплески, непровары (непровары определяют по отсутствию темного и светлого колец на изображении сварной точки при резко выраженной неоднородности литой зоны или при применении контрастирующих материалов)
Паяные соединения	Трещины, непропаи, раковины, поры, металлические и неметаллические включения
Клепаные соединения	Трещины в головке заклепки или основном материале, зазоры между телом заклепки и основным материалом, изменение формы тела заклепки
Сборочные единицы и детали, железобетонные изделия и конструкции и т. п.	Трещины, раковины, коррозия, отклонения размеров, зазоры, перекосы, разрушение и отсутствие внутренних элементов изделия, отклонения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры и т. п.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Радиографический метод

2.1.1. Напряжение на рентгеновской трубке, радиоактивный источник излучения, энергию ускоренных электронов бетатрона следует выбирать в зависимости от толщины и плотности просвечиваемого материала по табл. 2—4.

Таблица 2

Область применения радиографического метода дефектоскопии при использовании рентгеновских аппаратов

Толщина просвечиваемого материала, мм							Напряжение на рентгеновской трубке, кВ, не более
Сплав на основе				Неметаллический материал со средним атомным номером (плотность, г/см³)			
железа	титана	алюминия	магния	14 (1,4)	6,2 (1,4)	5,5 (0,9)	
0,02	0,05	0,25	0,75	0,5	5	8	20
0,3	0,75	3,75	11	8	50	75	40
0,4	1	5	14	10	60	80	50
0,7	2	12	22	20	70	120	60
1,5	5	29	46	—	—	—	80
3	8	45	66	—	—	—	100
6	14	56	92	—	—	—	120
12	29	60	150	—	—	—	150
20	45	97	160	—	—	—	200
23	53	102	166	—	—	—	250
32	70	128	233	—	—	—	300
40	90	180	270	—	—	—	400
130	230	370	560	—	—	—	1000

Таблица 3

Область применения радиографического метода дефектоскопии при использовании гамма-дефектоскопов

Толщина просвечиваемого сплава, мм, на основе				Закрытый радиоактивный источник
железа	титана	алюминия	магния	
От 1 до 20	От 2 до 40	От 3 до 70	От 10 до 200	^{170}Tm
» 5 » 30	» 7 » 50	» 20 » 200	» 30 » 300	^{75}Se
» 5 » 100	» 10 » 120	» 40 » 350	» 70 » 450	^{192}Ir
» 10 » 120	» 20 » 150	» 50 » 350	» 100 » 500	^{137}Cs
» 30 » 200	» 60 » 300	» 200 » 500	» 300 » 700	^{60}Co

Таблица 4

Область применения радиографического метода дефектоскопии при использовании бетатронов

Толщина просвечиваемого сплава, мм, на основе				Энергия ускоренных электронов, МэВ
железа	титана	алюминия	свинца	
От 50 до 100	От 90 до 190	От 150 до 310	От 30 до 60	6
» 70 » 180	» 130 » 350	» 220 » 570	» 40 » 110	9
» 100 » 220	» 190 » 430	» 330 » 740	» 50 » 110	18
» 130 » 250	» 250 » 490	» 480 » 920	» 60 » 120	25
» 150 » 350	» 290 » 680	» 570 » 1300	» 60 » 150	30
» 150 » 450	» 290 » 880	» 610 » 1800	» 60 » 180	35

2.1.2. При радиографическом методе неразрушающего контроля в зависимости от энергии излучения, требуемой чувствительности и производительности контроля должны быть использованы следующие преобразователи излучения:

радиографическая пленка без усиливающих экранов;

радиографическая пленка в различных комбинациях с усиливающими металлическими и флуоресцирующими экранами;

фотобумага.

2.2. Электрорадиографический метод

2.2.1. Напряжение на рентгеновской трубке следует выбирать в зависимости от толщины и плотности просвечиваемого материала по табл. 5.

Таблица 5

Область применения электрорадиографического метода дефектоскопии при использовании рентгеновских аппаратов

Толщина просвечиваемого материала, мм							Напряжение на рентгеновской трубке, кВ, не более
Сплав на основе				Неметаллический материал со средним атомным номером (плотность, г/см³)			
железа	титана	алюминия	магния	14 (1,4)	6,2 (1,4)	5,5 (0,9)	
0,2	0,6	4	7	5	40	60	40
0,4	1,5	6	9	7	50	75	50
0,8	2,4	8	17	14	60	80	60
2	6	15	27	25	90	120	80
4	11	22	40	—	—	—	100
7	18	35	56	—	—	—	120
11	26	52	82	—	—	—	150
18	41	82	124	—	—	—	200
25	52	113	165	—	—	—	250

2.2.2. При электрорадиографическом методе неразрушающего контроля следует использовать электрорадиографические пластины. Перенос изображения на бумагу или другой носитель осуществляют с помощью проявляющего порошка, создающего изображение на электрорадиографической пластине.

2.3. Радиоскопический метод

2.3.1. Напряжение на рентгеновской трубке, энергию ускоренных электронов бетатрона, преобразователь излучения следует выбирать в зависимости от толщины и плотности просвечиваемого материала по табл. 6.

2.3.2. При радиоскопическом методе неразрушающего контроля необходимо использовать следующие преобразователи излучения:

флуороскопический экран;

рентгеновский электронно-оптический преобразователь (РЭОП);

рентгено-телевизионную установку с флуоресцирующим экраном или сцинтилляционным монокристаллом, или РЭОП, или сцинтилляционным монокристаллом и электронно-оптическим усилителем яркости изображения, или рентгеновидиконом;

сцинтилляционный монокристалл с электронно-оптическим преобразователем (ЭОП).

2.4. Радиометрический метод

2.4.1. Источники излучения следует выбирать в зависимости от толщины и плотности просвечиваемого материала по табл. 7.

В рентгеновских аппаратах, используемых при радиометрическом методе, необходимо предусмотреть стабилизацию высокого напряжения.

2.4.2. При радиометрическом методе неразрушающего контроля необходимо использовать следующие преобразователи излучения:

газоразрядный счетчик;

ионизационную камеру;

сцинтилляционный счетчик;

полупроводниковый детектор;

счетчик Черенкова.

Область применения радиоскопии

Толщина просвечиваемого материала, мм						
Сплав на основе				Неметаллический материал со средним атомным номером (плотность, г/см³)		
железа	титана	алюминия	магния	14 (1,4)	6; 2 (1,4)	5,5 (0,9)
От 1 до 6	От 1 до 8	От 1 до 15	От 1 до 20	От 1 до 17	От 1 до 90	От 1 до 130
От 4 до 12	От 8 до 25	От 15 до 30	От 20 до 40	От 17 до 25	От 90 до 120	От 130 до 170
От 12 до 20	От 25 до 40	От 30 до 50	От 40 до 70	—	—	—
От 20 до 40	Св. 40	Св. 50	Св. 70	—	—	—
От 40 до 60	—	—	—	—	—	—
Св. 60	—	—	—	—	—	—

Таблица 6

ческого метода

Преобразователь излучения при контроле		Источник излучения	Напряжение на рентгеновской трубке и энергия ускоренных электронов
сварных и клепаных соединений и изделий	отливок, паяных и клепаных соединений и изделий		
Рентгенотелевизионная установка с рентгеновидиконом, РЭОП	Рентгенотелевизионная установка с рентгеновидиконом, РЭОП, флюороскопический экран	Рентгеновские аппараты	10—120 кВ
РЭОП, рентгенотелевизионная установка со сцинтилляционным монокристаллом или флуоресцирующим экраном	РЭОП, рентгенотелевизионная установка с флуоресцирующим экраном или сцинтилляционным монокристаллом, сцинтилляционный монокристалл с ЭОП		50—180 кВ
Рентгенотелевизионная установка с РЭОП или сцинтилляционным монокристаллом	Рентгенотелевизионная установка с РЭОП, флуоресцирующим экраном или сцинтилляционным монокристаллом		100—250 кВ
Рентгенотелевизионная установка со сцинтилляционным монокристаллом	Рентгенотелевизионная установка со сцинтилляционным монокристаллом или РЭОП		200—300 кВ
Рентгенотелевизионная установка со сцинтилляционным монокристаллом и электронно-оптическим усилителем яркости изображения			220—400 кВ
Рентгенотелевизионная установка со сцинтилляционным монокристаллом и электронно-оптическим усилителем яркости изображения		Бетатроны	1000—35000 кэВ

Таблица 7

Область применения радиометрического метода

Толщина просвечиваемого сплава, мм, на основе			Источник излучения
железа	титана	алюминия	
От 1 до 130	От 2 до 230	От 5 до 370	Рентгеновские аппараты напряжением от 40 до 1000 кВ
От 1 до 150	От 2 до 300	От 5 до 500	Радиоактивные источники из ^{170}Tm, ^{75}Se, ^{192}Ir, ^{137}Cs, ^{60}Co
Св. 50	Св. 90	Св. 150	Бетатроны с энергией ускоренных электронов от 6 до 35 МэВ

2.5. При контроле объектов из материалов, не указанных в табл. 2—7, и сплавов, легированных ванадием, хромом, цирконием и другими элементами, источник и энергию излучения следует определять расчетным путем (см. справочные приложения 1 и 2) или экспериментально.

Значения толщин, которые являются промежуточными между значениями, приведенными в табл. 2 и 5, следует определять методом линейной интерполяции.

Область применения радиационных методов неразрушающего контроля железобетонных изделий и конструкций — по ГОСТ 17625—72 и ГОСТ 17623—78.

При разрушающем радиационном контроле многобарьерных конструкций, применении компенсаторов и выравнивающих фильтров необходимо учитывать суммарную толщину материала, проходимого излучением при просвечивании.

2.6. Режимы неразрушающего радиационного контроля конкретного объекта зависят от чувствительности к излучению, контрастной чувствительности и разрешающей способности применяемого преобразователя излучения, интенсивности излучения источника, геометрических параметров схем просвечивания. Эти режимы должны быть оптимальными по чувствительности и производительности контроля.

2.7. Допускается использовать другие источники, энергии и преобразователи излучения при условии обеспечения чувствительности

контроля, требуемой стандартами, техническими условиями и рабочими чертежами, утвержденными в установленном порядке, на конкретный объект контроля.

2.8. Технология и режимы контроля должны быть установлены в технологической документации, разработанной в соответствии с ГОСТ 3.1102—81 и ГОСТ 3.1502—74.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОСВЕЧИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ, НЕ ПРИВЕДЕННЫХ В ТАБЛ. 2—7

1. Для материала, не приведенного в табл. 2—7 настоящего стандарта, значение толщины, соответствующее приведенному в этих таблицах значению напряжения на рентгеновской трубке или энергии ускоренных электронов, определяют по формуле

$$d=\frac{\mu_т\ (E_{эфф})}{\mu\ (E_{эфф})}\ d_т, \qquad (1)$$

где $E_{эфф}$ — эффективная энергия излучения;
$\mu\ (E_{эфф})$ — линейный коэффициент ослабления излучения (см. справочное приложение 2);
$\mu_т\ (E_{эфф})$ — линейный коэффициент ослабления излучения;
d — толщина просвечиваемого материала, не приведенного в табл. 2—7 настоящего стандарта;
$d_т$ — контролируемая толщина просвечиваемого материала, приведенного в табл. 2—7 настоящего стандарта.

Эффективная энергия $E_{эфф}$ для излучения рентгеновских аппаратов напряжением до 1000 кВ вдали от скачков фотоэлектрического поглощения в килоэлектроновольтах численно равна $^2/_3$ максимального напряжения на рентгеновской трубке в киловольтах.

Эффективная энергия для тормозного излучения бетатронов равна:

$$E_{эфф}=\frac{1}{2}\ E \text{ при } E\leqslant 10 \text{ МэВ}, \qquad (2)$$

$$E_{эфф}=\frac{1}{3}\ E \text{ при } E>10 \text{ МэВ}, \qquad (3)$$

где E — энергия электронов, ускоренных в бетатронах.

2. Толщину материала, не приведенного в табл. 3 и 7 настоящего стандарта и подвергаемого просвечиванию излучением радиоактивных источников, следует определять по формуле

$$d=\frac{\varrho_т}{\varrho}\cdot d_т, \qquad (4)$$

где d и ϱ — толщина и плотность материала, не приведенного в табл. 3 и 7, соответственно;

$d_т$ и $\varrho_т$ — толщина и плотность материала, приведенного в табл. 3 и 7, соответственно.

3. В формулах (1) и (4) в качестве $d_т$ следует использовать толщину такого материала, выбранного по табл. 2—7, средний атомный номер которого является ближайшим к среднему атомному номеру материала объекта контроля или, в случае сложных веществ, к атомному номеру химического элемента, массовая доля которого является основной.

4. Линейный коэффициент ослабления для сложных веществ следует определять по формуле

$$\mu=\left[\frac{\mu_1}{\varrho_1}\cdot\eta_1+\frac{\mu_2}{\varrho_2}\cdot\eta_2+\ \ldots\ +\frac{\mu_n}{\varrho_n}\cdot\eta_n\right]\varrho, \qquad (5)$$

где $\mu_1, \mu_2, \ldots \mu_n$ — линейные коэффициенты ослабления излучения 1, 2-м, ..., n-м элементом, входящим в состав сложного вещества;

$\varrho_1, \varrho_2, \ldots \varrho_n$ — плотность 1, 2-го, ..., n-го элемента, входящего в состав сложного вещества;

$\eta_1, \eta_2, \ldots \eta_n$ — относительная массовая доля 1, 2-го, ..., n-го элемента, входящего в состав сложного вещества;

ϱ — плотность сложного вещества.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Массовые (μ/ρ) и линейные (μ) коэффициенты ослабления для различных элементов

E, МэВ	Азот		Аргон	
	μ/ρ, см²/г	μ, $\times 10^{-3}$ см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, $\times 10^{-3}$ см$^{-1}$
0,01	3,80	4,408	65,4	108,6
0,015	1,20	1,392	20,5	34,030
0,02	0,600	0,696	8,88	14,341
0,03	0,301	0,349	2,76	4,582
0,04	0,226	0,262	1,21	2,009
0,05	0,194	0,225	0,682	1,132
0,06	0,180	0,209	0,459	0,762
0,08	0,164	0,190	0,271	0,450
0,10	0,154	0,179	0,203	0,345
0,15	0,136	0,158	0,142	0,236
0,20	0,123	0,143	0,120	0,199
0,30	0,107	0,124	0,0995	0,165
0,40	0,0995	0,111	0,0876	0,145
0,50	0,0869	0,101	0,0795	0,132
0,60	0,0805	0,0934	0,0733	0,122
0,661	0,0770	0,0893	0,0200	0,116
0,80	0,0707	0,0820	0,0640	0,106
1,00	0,0636	0,0738	0,0575	0,0954
1,25	0,0565	0,0655	0,0520	0,0863
1,50	0,0517	0,0600	0,0468	0,0777
2,00	0,0445	0,0528	0,0407	0,0676
3,00	0,0357	0,0414	0,0338	0,0561
4,00	0,0306	0,0355	0,0301	0,0500
5,00	0,0273	0,0317	0,0279	0,0463
6,00	0,0249	0,0289	0,0266	0,0441
8,00	0,0218	0,0253	0,0248	0,0412
10,00	0,0200	0,0232	0,0241	0,0400

Продолжение

E, МэВ	Алюминий		Бериллий		Бор	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,01	26,8	72,332	0,599	1,102	1,050	2,436
0,015	8,08	21,807	0,294	0,541	—	—
0,02	3,48	9,392	0,220	0,405	0,238	0,552
0,03	1,13	3,050	0,178	0,327	0,177	0,411

Продолжение

E, МэВ	Алюминий		Бериллий		Бор	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
0,04	0,558	1,506	0,163	0,299	0,162	0,376
0,05	0,360	0,972	0,154	0,283	0,156	0,362
0,06	0,270	0,729	0,148	0,272	0,151	0,350
0,08	0,198	0,534	0,140	0,258	0,143	0,332
0,10	0,169	0,456	0,133	0,245	0,136	0,315
0,15	0,138	0,372	0,119	0,219	0,123	0,285
0,20	0,122	0,329	0,109	0,201	0,113	0,262
0,30	0,104	0,281	0,0945	0,174	0,0978	0,227
0,40	0,0927	0,250	0,0847	0,156	0,0879	0,204
0,50	0,0844	0,228	0,0773	0,142	0,0802	0,186
0,60	0,0779	0,210	0,0715	0,132	0,0746	0,173
0,661	0,0740	0,200	0,0670	0,123	0,0690	0,160
0,80	0,0683	0,184	0,0628	0,116	0,0651	0,151
1,00	0,0614	0,166	0,0565	0,104	0,0591	0,137
1,25	0,0550	0,148	0,0510	0,0938	0,0534	0,124
1,50	0,0500	0,135	0,0459	0,0845	0,0478	0,111
2,00	0,0432	0,117	0,0394	0,0725	0,0410	0,0951
3,00	0,0353	0,0953	0,0313	0,0576	0,0328	0,0761
4,00	0,0310	0,0837	0,0266	0,0489	0,0280	0,0650
5,00	0,0282	0,0761	0,0234	0,0431	0,0247	0,0573
6,00	0,0264	0,0712	0,0211	0,0388	0,0225	0,0522
8,00	0,0241	0,0650	0,0180	0,0331	0,0194	0,0450
10,00	0,0229	0,0618	0,0161	0,0296	0,0175	0,0406

Продолжение

E, МэВ	Бетон		Вода	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
0,01	24,6	57,81	5,31	5,31
0,015	7,68	18,048	1,64	1,64
0,02	3,34	7,849	0,789	0,789
0,03	1,10	2,585	0,370	0,370
0,04	0,542	1,274	0,264	0,264
0,05	0,350	0,822	0,222	0,222
0,06	0,267	0,627	0,204	0,204
0,08	0,197	0,463	0,183	0,183
0,10	0,169	0,397	0,171	0,171
0,15	0,139	0,327	0,151	0,151
0,20	0,124	0,291	0,137	0,137
0,30	0,107	0,251	0,119	0,119
0,40	0,0954	0,224	0,106	0,106
0,50	0,0870	0,204	0,0966	0,0966
0,60	0,0804	0,189	0,0896	0,0896
0,661	0,0770	0,181	0,0860	0,0860

Продолжение

E, МэВ	Бетон		Вода	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
0,80	0,0706	0,166	0,0786	0,0786
1,00	0,0635	0,149	0,0706	0,0706
1,25	0,0560	0,132	0,0630	0,0630
1,50	0,0517	0,122	0,0575	0,0575
2,00	0,0445	0,104	0,0493	0,0493
3,00	0,0363	0,0853	0,0396	0,0396
4,00	0,0317	0,0745	0,0339	0,0339
5,00	0,0287	0,0674	0,0301	0,0301
6,00	0,0268	0,0630	0,0275	0,0275
8,00	0,0243	0,0571	0,0240	0,0240
10,00	0,0229	0,0538	0,0219	0,0219

Продолжение

E, МэВ	Ванадий		Водород		Воздух	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	$\mu\times10^{-5}$ см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	$\mu\times10^{-3}$ см$^{-1}$
0,01	128	763	0,384	3,11	5,09	6,581
0,015	41,3	246	0,375	3,14	1,59	2,056
0,02	18,1	108	0,368	3,08	0,764	0,988
0,03	5,65	33,7	0,356	2,98	0,349	0,451
0,04	2,46	14,7	0,345	2,89	0,245	0,317
0,05	1,32	7,87	0,335	2,81	0,204	0,264
0,06	0,863	4,98	0,326	2,73	0,186	0,240
0,08	0,433	2,58	0,309	2,59	0,166	0,215
0,10	0,289	1,72	0,295	2,47	0,155	0,200
0,15	0,168	1,00	0,265	2,22	0,136	0,176
0,20	0,131	0,781	0,243	2,04	0,123	0,159
0,30	0,103	0,614	0,212	1,78	0,107	0,138
0,40	0,0896	0,534	0,189	1,58	0,0954	0,123
0,50	0,0897	0,481	0,173	1,45	0,0868	0,112
0,60	0,0741	0,442	0,160	1,34	0,0804	0,104
0,661	0,0705	0,420	0,153	1,28	0,078	0,101
0,80	0,0647	0,386	0,140	1,17	0,0706	0,0913
1,00	0,0580	0,346	0,126	1,06	0,0635	0,0821
1,25	0,0520	0,310	0,112	0,938	0,056	0,0724
1,50	0,0473	0,282	0,103	0,863	0,0517	0,0668
2,00	0,0409	0,244	0,0873	0,731	0,0445	0,0575
3,00	0,0347	0,207	0,0693	0,580	0,0357	0,0462
4,00	0,0313	0,187	0,0580	0,486	0,0307	0,0397
5,00	0,0296	0,176	0,0503	0,421	0,0274	0,0354
6,00	0,0285	0,170	0,0449	0,376	0,0250	0,0323
8,00	0,0274	0,163	0,0374	0,313	0,0220	0,0284
10,00	0,0271	0,162	0,0325	0,272	0,0202	0,0261

Продолжение

E, МэВ	Вольфрам		Железо	
	μ/ρ, см²/г	μ, $см^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, $см^{-1}$
0,01	62,2	1200,46	179	1405,15
0,015	121,0	2335,3	58,8	461,58
0,02	54,3	1047,99	26,3	206,46
0,03	17,7	341,61	8,26	64,84
0,04	8,06	155,56	3,64	28,574
0,05	4,39	84,73	1,93	15,150
0,06	2,68	51,72	1,20	9,420
0,08	7,71	148,8	0,595	4,671
0,10	4,36	84,15	0,372	2,920
0,15	1,51	29,14	0,196	1,539
0,20	0,747	14,417	0,146	1,146
0,30	0,310	5,983	0,110	0,864
0,40	0,184	3,551	0,0940	0,738
0,50	0,131	2,528	0,0840	0,659
0,60	0,105	2,026	0,0769	0,604
0,661	0,094	1,814	0,0730	0,573
0,80	0,0789	1,523	0,0669	0,525
1,00	0,0655	1,264	0,0599	0,470
1,25	0,055	1,061	0,052	0,408
1,5	0,0498	0,961	0,0485	0,381
2,0	0,0440	0,849	0,0424	0,333
3,0	0,0407	0,786	0,0360	0,283
4,0	0,0402	0,776	0,0330	0,259
5,0	0,0409	0,789	0,0313	0,246
6,0	0,0418	0,807	0,0304	0,239
8,0	0,0438	0,845	0,0295	0,231
10,0	0,0465	0,897	0,0294	0,231

Продолжение

E, МэВ	Иод		Калий	
	μ/ρ, см²/г	μ, $см^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, $см^{-1}$
0,01	144	711,36	82,0	71,34
0,015	46,2	228,23	26,0	22,62
0,02	20,9	103,95	11,2	9,744
0,03	6,74	33,296	3,50	3,045
0,04	21,9	108,19	1,52	1,322
0,05	12,1	59,774	0,844	0,734
0,06	7,46	36,852	0,559	0,486
0,08	3,47	17,142	0,321	0,279
0,10	1,92	9,485	0,233	0,203
0,15	0,688	3,399	0,157	0,137
0,20	0,363	1,793	0,132	0,115

Продолжение

E, МэВ	Иод		Калий	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,30	0,176	0,869	0,108	0,0940
0,40	0,120	0,593	0,0949	0,0826
0,50	0,0954	0,471	0,0858	0,0746
0,60	0,0821	0,406	0,0791	0,0688
0,661	0,022	0,356	0,075	0,0652
0,80	0,0669	0,330	0,0692	0,0602
1,00	0,0581	0,287	0,0619	0,0538
1,25	0,050	0,247	0,055	0,0478
1,50	0,0463	0,229	0,0505	0,0439
2,00	0,0411	0,203	0,0438	0,0381
3,00	0,0370	0,183	0,0365	0,0318
4,00	0,0360	0,178	0,0327	0,0284
5,00	0,0361	0,178	0,0305	0,0265
6,00	0,0365	0,180	0,0289	0,0251
8,00	0,0377	0,186	0,0274	0,0238
10,00	0,0394	0,195	0,0267	0,0232

Продолжение

E, МэВ	Кобальт		Калий	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,01	193	1720	111	960
0,015	63,9	569	35,1	304
0,02	28,8	256	15,6	135
0,03	9,08	80,8	38,6	334
0,04	4,00	35,6	17,7	153
0,05	2,11	18,8	9,54	82,5
0,06	1,31	11,7	5,84	50,5
0,08	0,637	5,67	2,72	23,5
0,10	0,397	3,53	1,52	13,1
0,15	0,202	1,80	0,552	4,77
0,20	0,148	1,32	0,304	2,63
0,30	0,109	0,970	0,156	1,35
0,40	0,0929	0,827	0,112	0,969
0,50	0,0831	0,740	0,0917	0,793
0,60	0,0758	0,675	0,0799	0,691
0,661	0,0726	0,646	0,0756	0,654
0,80	0,0659	0,587	0,0659	0,570
1,00	0,0590	0,525	0,0579	0,501
1,25	0,0530	0,471	0,0508	0,440
1,50	0,0479	0,426	0,0466	0,403
2,00	0,0420	0,374	0,0413	0,357
3,00	0,0358	0,319	0,0369	0,319
4,00	0,0327	0,291	0,0356	0,308

Продолжение

E, МэВ	Кобальт		Кадмий	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
5,00	0,0313	0,279	0,0356	0,308
6,00	0,0305	0,271	0,0358	0,310
8,00	0,0297	0,264	0,0369	0,319
10,00	0,0297	0,264	0,0383	0,331

Продолжение

E, МэВ	Кальций		Кислород	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, $\times 10^{-3}$ см$^{-1}$
0,01	96,9	149,226	5,93	7,887
0,015	30,9	47,586	1,80	2,394
0,02	13,4	20,636	0,842	1,120
0,03	4,16	6,406	0,371	0,493
0,04	1,81	2,787	0,253	0,336
0,05	0,998	1,573	0,208	0,277
0,06	0,648	0,998	0,189	0,251
0,08	0,359	0,553	0,168	0,223
0,10	0,257	0,396	0,156	0,207
0,15	0,167	0,257	0,137	0,182
0,20	0,137	0,211	0,124	0,165
0,30	0,112	0,172	0,107	0,142
0,40	0,0979	0,151	0,0956	0,127
0,50	0,0885	0,136	0,0870	0,116
0,60	0,0813	0,125	0,0806	0,107
0,661	0,028	0,120	0,075	0,0997
0,80	0,0711	0,109	0,0708	0,0942
1,00	0,0637	0,0981	0,0636	0,0846
1,25	0,056	0,0862	0,055	0,0731
1,5	0,0518	0,0798	0,0518	0,0689
2,0	0,0451	0,0694	0,0445	0,0592
3,0	0,0376	0,0579	0,0359	0,0477
4,0	0,0338	0,0520	0,0309	0,0411
5,0	0,0316	0,0487	0,0276	0,0367
6,0	0,0302	0,0465	0,0254	0,0388
8,0	0,0285	0,0439	0,0224	0,0298
10,0	0,0280	0,0431	0,0206	0,0274

Продолжение

E, МэВ	Кремний		Магний	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,01	34,6	83,732	21,6	37,606
0,015	10,6	25,652	6,51	11,334
0,02	4,53	10,963	2,79	4,857
0,03	1,44	3,485	0,926	1,612
0,04	0,691	1,672	0,478	0,832
0,05	0,429	1,038	0,322	0,561
0,06	0,315	0,762	0,253	0,440
0,08	0,221	0,535	0,192	0,334
0,10	0,182	0,440	0,168	0,292
0,15	0,144	0,348	0,139	0,242
0,20	0,127	0,307	0,125	0,218
0,30	0,108	0,261	0,107	0,186
0,40	0,0961	0,233	0,0949	0,165
0,50	0,0873	0,211	0,0862	0,150
0,60	0,0804	0,194	0,0795	0,138
0,661	0,077	0,186	0,077	0,134
0,80	0,0708	0,171	0,0699	0,122
1,00	0,0635	0,154	0,0627	0,109
1,25	0,055	0,133	0,055	0,0957
1,5	0,0517	0,125	0,0512	0,0891
2,00	0,0447	0,108	0,0442	0,0769
3,00	0,0367	0,0888	0,0360	0,0627
4,00	0,0323	0,0782	0,0315	0,0548
5,00	0,0296	0,0716	0,0286	0,0498
6,00	0,0277	0,0670	0,0266	0,0463
8,00	0,0254	0,0615	0,0242	0,0421
10,00	0,0243	0,0588	0,0228	0,0397

Продолжение

E, МэВ	Медь		Молибден	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,01	225	2000,25	73,7	751,74
0,015	76,8	682,75	23,2	236,64
0,02	34,6	307,59	82,6	842,52
0,03	11,1	98,679	27,4	279,61
0,04	4,83	42,939	12,5	127,50
0,05	2,56	22,758	6,82	69,564
0,06	1,58	14,046	4,18	42,636
0,08	0,762	6,774	1,95	19,890
0,10	0,461	4,098	1,09	11,118
0,15	0,222	1,973	0,418	4,263
0,20	0,156	1,387	0,242	2,468

Продолжение

E, МэВ	Медь		Молибден	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,30	0,112	0,996	0,138	1,408
0,40	0,0940	0,836	0,104	1,061
0,50	0,0834	0,741	0,0879	0,897
0,60	0,0760	0,676	0,0777	0,792
0,661	0,071	0,631	0,073	0,745
0,80	0,0659	0,586	0,0656	0,669
1,00	0,0589	0,524	0,0581	0,593
1,25	0,052	0,462	0,052	0,530
1,50	0,0476	0,423	0,0470	0,479
2,00	0,0418	0,372	0,0414	0,422
3,00	0,0357	0,317	0,0365	0,372
4,00	0,0330	0,293	0,0349	0,356
5,00	0,0316	0,281	0,0344	0,351
6,00	0,0309	0,275	0,0344	0,351
8,00	0,0303	0,269	0,0349	0,356
10,00	0,0305	0,271	0,0359	0,366

Продолжение

E, МэВ	Ниобий		Никель	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,01	68,7	589	220	1950
0,015	21,7	186	73,0	646
0,02	77,8	667	33,2	294
0,03	27,0	231	10,6	93,8
0,04	12,2	105	4,63	41,0
0,05	6,42	55,0	2,43	21,5
0,06	3,94	33,8	1,50	13,3
0,08	1,85	15,9	0,724	6,41
0,10	1,03	8,83	0,447	3,96
0,15	0,401	3,44	0,221	1,96
0,20	0,233	2,00	0,158	1,40
0,30	1,135	1,16	0,116	1,03
0,40	0,103	0,883	0,0977	0,865
0,50	0,0882	0,756	0,0869	0,769
0,60	0,0778	0,667	0,0793	0,702
0,661	0,0745	0,629	0,0756	0,670
0,80	0,0661	0,566	0,0688	0,609
1,00	0,0584	0,500	0,0614	0,543
1,25	0,0521	0,446	0,0551	0,488
1,50	0,0473	0,405	0,0500	0,443
2,00	0,0417	0,357	0,0439	0,389
3,00	0,0368	0,315	0,0374	0,331
4,00	0,0350	0,300	0,0344	0,304

Продолжение

E, МэВ	Ниобий		Никель	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
5,00	0,0345	0,296	0,0329	0,291
6,00	0,0343	0,294	0,0320	0,283
8,00	0,0351	0,301	0,0315	0,279
10,00	0,0359	0,308	0,0315	0,279

Продолжение

E, МэВ	Натрий		Олово	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
0,01	15,9	15,442	124	905,2
0,015	4,80	4,662	39,3	286,89
0,02	2,06	2,001	17,6	128,48
0,03	0,705	0,685	42,1	307,33
0,04	0,388	0,377	19,3	140,89
0,05	0,273	0,265	10,5	76,65
0,06	0,224	0,217	6,47	47,231
0,08	0,179	0,174	2,98	21,754
0,10	0,159	0,154	1,65	12,045
0,15	0,134	0,130	0,601	4,387
0,20	0,120	0,116	0,324	2,365
0,30	0,103	0,100	0,163	1,190
0,40	0,0917	0,0891	0,115	0,839
0,50	0,0836	0,0812	0,0924	0,674
0,60	0,0770	0,0748	0,0797	0,582
0,661	0,072	0,0698	0,075	0,547
0,80	0,0676	0,0656	0,0660	0,482
1,0	0,0608	0,0590	0,0576	0,420
1,25	0,053	0,0514	0,050	0,365
1,5	0,0496	0,0482	0,0462	0,337
2,0	0,0427	0,0415	0,0410	0,299
3,0	0,0348	0,0338	0,0367	0,268
4,0	0,0303	0,0294	0,0355	0,259
5,0	0,0274	0,0266	0,0355	0,259
6,0	0,0254	0,0247	0,0358	0,261
8,0	0,0229	0,0222	0,0368	0,269
10,0	0,0215	0,0209	0,0383	0,280

Продолжение

E, МэВ	Платина		Сера	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
0,01	72,2	1547,19	51,6	103,2
0,015	138	2949,06	16,0	32,0
0,02	62,9	1344,17	6,88	13,76
0,03	20,5	438,08	2,15	4,3
0,04	9,26	197,886	0,971	1,942
0,05	5,09	108,773	0,567	1,134
0,06	3,08	65,820	0,400	0,8
0,08	8,84	188,911	0,254	0,508
0,10	4,90	104,713	0,201	0,402
0,15	1,72	36,756	0,150	0,3
0,20	0,836	17,865	0,130	0,26
0,30	0,343	7,330	0,109	0,218
0,40	0,202	4,317	0,0968	0,194
0,50	0,142	3,034	0,0879	0,176
0,60	0,112	2,393	0,0810	0,162
0,661	0,101	2,161	0,077	0,154
0,80	0,0827	1,767	0,0708	0,142
1,0	0,0676	1,445	0,0637	0,127
1,25	0,057	1,220	0,056	0,107
1,5	0,0508	1,085	0,0519	0,1038
2,0	0,0451	0,964	0,0448	0,0896
3,0	0,0415	0,887	0,0371	0,0742
4,0	0,0412	0,880	0,0328	0,0656
5,0	0,0418	0,893	0,0302	0,0604
6,0	0,0427	0,912	0,0284	0,0568
8,0	0,0448	0,957	0,0266	0,0532
10,0	0,0477	1,019	0,0255	0,051

Продолжение

E, МэВ	Свинец		Серебро	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
0,01	84,6	956,956	106	1110
0,015	135	1531,845	33,3	349
0,02	72,0	816,984	14,9	156
0,03	23,5	266,655	37,5	393
0,04	10,5	119,144	17,0	178
0,05	5,73	65,018	9,22	96,7
0,06	3,55	40,282	5,64	59,2
0,08	1,66	18,836	2,63	27,6
0,10	5,47	62,068	1,46	15,3
0,15	1,92	21,786	0,534	5,60
0,20	0,942	10,689	0,296	3,11

Продолжение

E, МэВ	Свинец		Серебро	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,30	0,377	4,278	0,155	1,63
0,40	0,220	2,496	0,112	1,17
0,50	0,152	1,725	0,0922	0,967
0,60	0,119	1,35	0,0810	0,850
0,661	0,103	1,186	0,0765	0,802
0,80	0,0866	0,983	0,0676	0,709
1,00	0,0704	0,799	0,0592	0,621
1,25	0,058	0,655	0,0530	0,556
1,50	0,0522	0,592	0,0474	0,497
2,00	0,0463	0,525	0,0419	0,440
3,00	0,0423	0,48	0,0375	0,393
4,00	0,0421	0,478	0,0360	0,378
5,00	0,0426	0,483	0,0360	0,378
6,00	0,0436	0,495	0,0361	0,379
8,00	0,0459	0,521	0,0372	0,390
10,00	0,0489	0,555	0,0385	0,404

Продолжение

E, МэВ	Тантал		Титан	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,01	81,1	961,846	116	527
0,015	142	1684,12	37,1	168,0
0,02	69,1	819,526	16,2	73,5
0,03	22,6	268,036	5,04	22,9
0,04	10,3	122,158	2,21	10,0
0,05	5,54	65,704	1,19	5,40
0,06	3,41	40,443	0,757	3,44
0,08	1,60	18,976	0,401	1,82
0,10	5,32	63,095	0,273	1,24
0,15	1,88	22,297	0,165	0,749
0,20	0,911	10,804	0,131	0,595
0,30	0,367	4,353	0,104	0,472
0,40	0,216	2,562	0,0908	0,412
0,50	0,150	1,779	0,0818	0,371
0,60	0,117	1,388	0,0754	0,342
0,661	0,105	1,242	0,0720	0,327
0,80	0,0852	1,011	0,0655	0,297
1,00	0,0696	0,825	0,0587	0,266
1,25	0,057	0,624	0,0530	0,240
1,50	0,0517	0,613	0,0479	0,217
2,00	0,0456	0,541	0,0416	0,189
3,00	0,0422	0,501	0,0350	0,159
4,00	0,0417	0,495	0,0317	0,144

Продолжение

E, МэВ	Таллий		Титан	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
5,00	0,0423	0,502	0,0297	0,135
6,00	0,0433	0,514	0,287	0,130
8,00	0,0454	0,538	0,0274	0,124
10,00	0,0484	0,574	0,0269	0,122

Продолжение

E, МэВ	Углерод		Уран		Фосфор	
	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см²/г	μ, см$^{-1}$
0,01	2,28	3,308	118	2206,6	41,4	96,876
0,015	0,777	1,298	40,2	751,74	12,5	29,25
0,02	0,429	0,716	76,6	1432,42	5,41	12,659
0,03	0,252	0,421	31,9	596,53	1,72	4,025
0,04	0,205	0,342	14,3	267,41	0,794	1,858
0,05	0,185	0,309	7,79	145,673	0,475	1,112
0,06	0,174	0,291	4,73	88,451	0,340	0,796
0,08	0,161	0,269	2,22	41,514	0,228	0,534
0,10	0,152	0,254	1,26	23,562	0,185	0,433
0,15	0,135	0,226	2,52	47,124	0,143	0,335
0,20	0,123	0,205	1,22	22,814	0,125	0,293
0,30	0,107	0,179	0,476	8,901	0,105	0,246
0,40	0,0953	0,159	0,273	5,105	0,0936	0,219
0,50	0,0870	0,145	0,185	3,46	0,0850	0,199
0,60	0,0805	0,134	0,142	2,655	0,0782	0,183
0,661	0,076	0,127	0,126	2,356	0,074	0,173
0,80	0,0707	0,118	0,0987	1,846	0,0687	0,161
1,00	0,0636	0,106	0,0779	1,457	0,0617	0,144
1,25	0,055	0,092	0,062	1,159	0,054	0,126
1,50	0,0518	0,087	0,0559	1,045	0,0502	0,118
2,00	0,0444	0,074	0,0490	0,916	0,0436	0,102
3,00	0,0356	0,06	0,0448	0,838	0,0358	0,084
4,00	0,0304	0,051	0,0441	0,825	0,0316	0,074
5,00	0,0270	0,045	0,0446	0,834	0,0290	0,068
6,00	0,0245	0,041	0,0455	0,851	0,0273	0,064
8,00	0,0213	0,036	0,0479	0,896	0,0252	0,059
10,00	0,0194	0,032	0,0511	0,956	0,0242	0,057

Продолжение

E, МэВ	Хром		Цинк		Цирконий	
	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$	μ/ρ, см^2/г	μ, см$^{-1}$
0,01	146	1050	245	1750	62,9	411
0,015	47,5	342	83,1	593	19,9	130
0,02	21,0	151	38,2	272	73,3	479
0,03	6,54	47,0	12,3	87,7	25,1	164
0,04	2,85	20,5	5,40	38,5	11,4	74,4
0,05	1,53	11,0	2,81	20,0	5,95	38,9
0,06	0,954	6,86	1,74	12,4	3,67	24,0
0,08	0,486	3,49	0,829	5,91	1,71	11,2
0,10	0,318	2,29	0,499	3,56	0,958	6,26
0,15	0,179	1,29	0,234	1,67	0,377	2,46
0,20	0,138	0,992	0,161	1,15	0,223	1,46
0,30	0,107	0,769	0,114	0,813	0,131	0,855
0,40	0,0921	0,662	0,0949	0,677	0,102	0,666
0,50	0,0827	0,595	0,0843	0,601	0,0859	0,561
0,60	0,0758	0,545	0,0768	0,548	0,0773	0,505
0,661	0,0723	0,520	0,0734	0,522	0,0735	0,480
0,80	0,0660	0,475	0,0663	0,473	0,0653	0,426
1,00	0,0592	0,426	0,0593	0,423	0,0579	0,378
1,25	0,0531	0,382	0,0524	0,374	0,0511	0,334
1,50	0,0483	0,347	0,0482	0,344	0,0468	0,306
2,00	0,0420	0,302	0,0423	0,302	0,0414	0,270
3,00	0,0354	0,255	0,0361	0,258	0,0363	0,237
4,00	0,0322	0,232	0,0335	0,239	0,0345	0,225
5,00	0,0306	0,220	0,0323	0,230	0,0339	0,221
6,00	0,0295	0,212	0,0316	0,225	0,0338	0,221
8,00	0,0285	0,205	0,0312	0,223	0,0343	0,224
10,00	0,0281	0,202	0,0313	0,223	0,0352	0,230

Редактор *О. К. Абашкова*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *А. С. Черноусова*

gost.e-ecolog.ru

Сдано в наб. 18.02.82 Подп. к печ. 10.05.82 1,5 п. л. 1,69 уч.-изд. л. Тир. 12000 Цена 10 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 222