

Л. А. Новицкий,
Б. М. Степанов

**ОПТИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА
МАТЕРИАЛОВ
ПРИ НИЗКИХ
ТЕМПЕРАТУРАХ**

СПРАВОЧНИК

Л. А. Новицкий,
Б. М. Степанов

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

СПРАВОЧНИК

*Согласовано с Государственной службой
стандартных справочных данных*



МОСКВА • МАШИНОСТРОЕНИЕ •

1980

ББК 30.3

Н73

УДК 621.002.3 : 536.48 (031)

Рецензент д-р техн. наук проф. А. Н. Гордов

Новицкий Л. А., Степанов Б. М.

Н73 **Оптические свойства материалов при низких температурах: Справочник.** М: Машиностроение. 1980.—224 с. ил.

В пер.: 1 р. 40 к.

В справочнике приведены числовые значения оптических характеристик более пятисот твердых металлических и неметаллических материалов в диапазоне температур 4,2—300 К.

Значения оптических характеристик даны для конкретных условий эксперимента, описано состояние исследуемой поверхности и образца, указаны способы измерения и достоверность полученных значений.

Справочник предназначен для конструкторов и расчетчиков аппаратуры криогенной техники, а также для инженеров и работников лабораторий, занимающихся низкотемпературными измерениями.

Н 31203-035 35-80 2704010000
038(01)-80

ББК 30.3
6П2.28

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Принятые обозначения	6
Введение	9
Методы и аппаратура для измерения оптических характеристик материалов при низких температурах	12
Интегральный коэффициент излучения	12
Спектральные коэффициенты излучения, отражения и пропускания	21
Коэффициент поглощения солнечной радиации	26
Алюминий и сплавы на основе алюминия	31
1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_λ листового алюминия с различным полированием поверхности	31
2. Коэффициенты отражения полированного алюминия ($T = 293\text{K}$) при различных температурах черного излучателя	31
3. Коэффициенты излучения листового алюминия при различных видах обработки поверхности	31
4. Коэффициенты поглощения алюминия при различных температурах черного излучателя	32
5. Коэффициенты поглощения солнечной радиации алюминия при 293 K	32
6. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации алюминиевой пленки, покрытой слоем монооксида кремния различной толщины ($T = 300\text{K}$)	32
7. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\lambda\text{диф}}$ листового алюминия при 293 K	32
8. Спектральные коэффициенты отражения ρ_λ напыленного в вакууме слоя алюминия, незащищенного и с защитными пленками различной толщины ($T = 293\text{K}$)	33
9. Коэффициенты излучения алюминиевой промышленной фольги	34
10. Коэффициенты излучения листового алюминия	34
11. Зависимость коэффициентов поглощения солнечной радиации алюминия от угла падения лучистого потока	34
12. Зависимость коэффициентов излучения алюминиевого слоя на металлической подложке, покрытого окисной пленкой Al_2O_3 , от толщины пленки	34
13. Коэффициенты излучения селективного покрытия с непрозрачной пленкой алюминия постоянной толщины и лакового слоя переменной толщины	35
14. Спектральные коэффициенты отражения ρ_λ алюминиевых слоев, термически обработанных в вакууме	35
15. Коэффициенты поглощения солнечной радиации и излучения алюминия со стеклопленкой и с лаковым покрытием переменной толщины	35
16. Зависимость спектральных коэффициентов излучения алюминиевого слоя на металлической подложке, покрытого окисной пленкой SiO_2 , от толщины пленки	36
17. Спектральные коэффициенты отражения алюминия, загрязненного пеплом	36
18. Спектральные коэффициенты поглощения алюминия высокой чистоты	36
19. Коэффициент поглощения α_S солнечной радиации напыленного алюминия при различной толщине слоя	36
20. Коэффициенты поглощения солнечной радиации алюминиевых покрытий с подслоем из SnO_2 на стеклянной подложке при термическом воздействии	37
21. Спектральные коэффициенты отражения ρ_λ алюминиевых покрытий с подслоем и многослойных покрытий на диэлектрических подложках при воздействии повышенной влажности	37

22. Коэффициенты отражения солнечной радиации алюминия при разном давлении, температуре и длительности охлаждения	37
23. Изменение коэффициентов отражения солнечной радиации алюминия при $T = 77$ К в зависимости от длительности охлаждения и давления	37
24. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации анодированного и алъзакированного листового алюминия	38
25. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации напыленного алюминия при различной обработке подложки	38
26. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации алюминия, напыленного при разном давлении	38
27. Коэффициенты излучения анодированного алюминиевого покрытия	39
28. Коэффициенты излучения алюминия некоторых марок и алюминиевых сплавов при различной длительности анодирования	39
29. Спектральные коэффициенты поглощения и пропускания слоя алюминия на диэлектрической подложке при различной ориентировке образца относительно падающего лучистого потока	39
30. Коэффициенты поглощения α_S солнечной радиации алюминия и алюминиевого сплава АМГ6 при различных углах падения лучистого потока	40
31. Коэффициенты излучения алюминиевого сплава Д16	40
32. Коэффициенты излучения дюралюминия с лаковым покрытием переменной толщины	40
33. Спектральные коэффициенты отражения алюминиевого сплава 2024-Т3 в дальней инфракрасной области спектра ($T = 8,5 \pm 1$ К)	41
34. Коэффициенты излучения некоторых зарубежных алюминиевых сплавов	41
Вакуумно-порошковая теплоизоляция	42
1. Коэффициенты излучения теплоизоляционных порошков в виде свободной засыпки	42
2. Коэффициенты излучения засыпки теплоизоляционных порошков между полированными граничными плоскостями	43
3. Спектральные коэффициенты пропускания сантосела в инфракрасной области спектра	43
4. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\text{диф}}$ некоторых материалов для вакуумно-порошковой теплоизоляции в криогенной технике	43
5. Спектральные коэффициенты пропускания теплоизоляционных порошков в инфракрасной области спектра	44
6. Спектральные коэффициенты излучения $\epsilon_{\text{диф}}$ некоторых порошков в инфракрасной области спектра	44
7. Спектральные коэффициенты диффузного отражения порошков окиси цинка	45
Ванадий	46
1. Спектральные коэффициенты излучения поликристаллического ванадия	46
2. Спектральные коэффициенты излучения ванадия в инфракрасной области спектра	46
Висмут и сплавы на основе висмута	47
1. Коэффициенты излучения висмута	47
2. Коэффициенты поглощения сплава Вуда	47
3. Спектральные коэффициенты отражения ρ_{λ} висмута, легированного примесями олова, в длинноволновой инфракрасной области спектра	47
4. Спектральные коэффициенты отражения ρ_{λ} сплава висмут—сурьма, слаболегированного теллуром и селеном, в длинноволновой инфракрасной области спектра	47
Вольфрам и сплавы на основе вольфрама	48
1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} вольфрама при различной обработке поверхности образцов	48
2. Коэффициенты излучения вольфрама при $T = 273 + 300$ К	49
3. Спектральные коэффициенты отражения вольфрама в инфракрасной области спектра	49
4. Коэффициенты излучения вольфрама высокой чистоты	50
5. Спектральные коэффициенты излучения вольфрама при 77 К	50
6. Спектральные коэффициенты излучения вольфрамиевого сплава (W — 0,27 атомных долей Re)	50
Вспомогательные материалы	51
1. Коэффициенты излучения некоторых типов резины	51
2. Спектральные коэффициенты пропускания черного целлофана при 293 К	51

3. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации стекловолокна	51
4. Коэффициенты отражения, пропускания и поглощения солнечной радиации некоторых типов волокнистых текстильных материалов при 293 К	51
5. Спектральные коэффициенты отражения текстильного белого материала типа хлопчатобумажной ткани	52
6. Коэффициенты отражения бумаги различной окраски при 300 К	52
7. Коэффициенты излучения, отражения и поглощения солнечной радиации гладкой белой бумаги	52

Графитовые материалы 53

1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} углеродистых материалов различных марок при 293 К	53
2. Спектральные коэффициенты излучения монокристалла графита при разных направлениях кристаллической решетки	54
3. Спектральные коэффициенты диффузного отражения порошка графита в зависимости от влажности материала	54
4. Коэффициенты диффузного отражения графита в зависимости от температуры излучателя — имитатора черного тела	55
5. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} искусственного графита в зависимости от состояния излучающей поверхности при 293 К	55
6. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} угольного материала типа ретортного угля при различной чистоте обработки поверхности ($T = 293$ К)	56
7. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} пиролитического графита при различных параметрах шероховатости поверхности ($T = 293$ К)	56
8. Коэффициенты излучения ϵ^{λ} некоторых типов зарубежных графитов	56

Железо и сплавы на основе железа 57

1. Спектральные коэффициенты излучения листового полированного железа	57
2. Коэффициенты излучения листового полированного железа	57
3. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации листового железа при различном состоянии поверхности образцов	58
4. Коэффициенты излучения ϵ^{λ} армо-железа	58
5. Коэффициенты поглощения солнечной радиации железа с различным состоянием поверхности	53

Золото и сплавы на основе золота 59

1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} листового полированного золота в инфракрасной области спектра	59
2. Коэффициенты поглощения золотой фольги на разных диэлектрических подложках	59
3. Коэффициенты излучения золотого покрытия на медной подложке	60
4. Коэффициенты излучения слоя золота на различных подложках в терморегулирующих покрытиях	60
5. Коэффициенты поглощения солнечной радиации золотой пленки различных участков спектра Солнца ($T = 280$ К)	60
6. Коэффициенты поглощения солнечной радиации и коэффициенты излучения золотой пленки на стальной подложке	60
7. Спектральные коэффициенты поглощения золотой пленки различной толщины	60
8. Спектральные коэффициенты излучения слоев золота в инфракрасной области спектра	60
9. Коэффициенты излучения листового золота	61
10. Отношение спектральных коэффициентов пропускания и поглощения золотой пленки высокой чистоты, толщины 200 \AA	61
11. Коэффициенты поглощения α^{λ} золотой пленки высокой чистоты различной толщины	61
12. Коэффициенты поглощения солнечной радиации пленок золота в зависимости от угла падения	62
13. Коэффициенты поглощения солнечной радиации и коэффициенты излучения пленок золота при 293 К на диэлектрической подложке	62
14. Коэффициенты поглощения сплава золота с серебром (Au 99%; Ag 1%)	62
15. Спектральные коэффициенты отражения слоя золота в видимой области спектра	62
16. Спектральные коэффициенты пропускания золотой черни в дальней инфракрасной области спектра при различной массе покрытия	62

Инопланетные материалы	63
1. Коэффициенты излучения реголита — лунного грунта, доставленного «Аполлоном-12» из района Моря Изобилия	63
2. Спектральные коэффициенты излучения в инфракрасной области лунного грунта, доставленного «Аполлоном-12»	63
3. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\lambda \text{ диф}}$ реголита из различных районов Луны	64
4. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\lambda \text{ диф}}$ шлифов лунных горных пород	64
5. Спектральные коэффициенты излучения реголита в инфракрасной области спектра	64
Иридий	65
1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} иридия	65
2. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ}^n иридия	65
Иттрий	65
1. Спектральные коэффициенты отражения пленки иттрия	66
Кадмий	67
1. Коэффициенты излучения и поглощения кадмия с различным состоянием поверхности	67
2. Спектральные коэффициенты отражения слоев кадмия на диэлектрической подложке	67
Карбиды, нитриды, силициды	63
1. Спектральные коэффициенты отражения карбида кремния в видимой и инфракрасной области спектра	63
2. Спектральные коэффициенты пропускания карбида кремния в инфракрасной области спектра	68
3. Спектральные коэффициенты отражения карбида вольфрама в видимой области спектра	68
4. Коэффициенты излучения покрытия на основе карбида кремния на графитовой подложке	69
5. Коэффициенты излучения карбида кремния (карборунда)	69
6. Коэффициенты излучения карбида кремния	69
7. Коэффициенты излучения ϵ покрытия на основе карбида кремния	70
8. Спектральные коэффициенты отражения нитрида кремния на подложке из композиционного материала	70
9. Спектральные коэффициенты излучения карбида кремния	70
10. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\lambda \text{ диф}}$ нитридов и силицидов при 298 К	71
Керамические материалы	72
1. Спектральные коэффициенты пропускания τ_{λ} прозрачной керамики на основе окиси иттрия при 293 К	72
2. Спектральные коэффициенты пропускания электрооптической керамики РЛНТ 10/65/35	72
3. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ}^n некоторых материалов, применяемых при изготовлении керамик, в ближней инфракрасной области спектра	73
4. Коэффициенты спектрального отражения ρ_{λ}^n некоторых материалов, применяемых при изготовлении керамик	73
5. Спектральные коэффициенты пропускания керамики из фтористого магния при 298 К	74
6. Спектральные коэффициенты диффузного отражения в ближней инфракрасной области спектра порошков окислов металлов, используемых для изготовления керамик	74
7. Спектральные коэффициенты пропускания керамики из сульфида цинка	74
8. Спектральные коэффициенты поглощения α_{λ} керамики типа Иртран-2	74
9. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} керамических материалов типа Иртран	75
10. Спектральные коэффициенты излучения керамики Иртран-1 фирмы Eastman Kodak Co	75
11. Спектральные коэффициенты излучения керамики Иртран-2	75
12. Спектральные коэффициенты отражения керамики Иртран-2 в инфракрасной области спектра	75

13. Спектральные коэффициенты отражения керамики Иртран-1 в инфракрасной области спектра	76
14. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} керамик типа лукалокс (Al_2O_3) и сульфида кадмия (CdS)	76
15. Коэффициенты излучения ϵ керамик типа лукалокс (Al_2O_3) и сульфида кадмия (CdS)	76
16. Спектральные коэффициенты пропускания τ_{λ} оптической керамики КО-6 (теллурид кадмия) с различными покрытиями в инфракрасной области спектра при 293 К	77
17. Спектральные коэффициенты пропускания керамики Иртран-51 в инфракрасной области спектра	77
18. Коэффициенты излучения ϵ некоторых марок пирокерамик	77
19. Спектральные коэффициенты пропускания τ_{λ} некоторых типов оптических керамик в инфракрасной области спектра	78
20. Зависимость спектрального коэффициента пропускания ($\lambda = 0,63$ мкм) прозрачной сегнетоэлектрической керамики от режимов изготовления	78
21. Спектральные коэффициенты диффузного отражения белой керамики типа Vitrolite	78
22. Коэффициенты излучения плавленной окиси магния	79
23. Коэффициенты поглощения солнечной радиации белого керамического покрытия на основе углекислого бария при различных углах падения лучистого потока	79
24. Коэффициенты излучения ϵ^{λ} некоторых типов зарубежных керамик на основе окиси алюминия	79
25. Спектральные коэффициенты отражения ρ_{λ} зарубежных керамик типа Иртран в дальней инфракрасной области	80
Кобальт и сплавы на основе кобальта	81
1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} кобальта	81
2. Спектральные коэффициенты отражения кобальта при $T = 293$ К	81
3. Коэффициенты излучения кобальтового сплава N 155	81
Лакокрасочные покрытия	82
1. Коэффициенты излучения ϵ промышленных лакокрасочных покрытий, применяемых в машино- и приборостроении, при различных толщинах слоя и разных температурах черного излучателя	82
2. Коэффициенты излучения ϵ материала для грунтовки металлических поверхностей под окраску эмалью ФСХ при различных толщинах грунтового слоя (ГФ-020) и разных температурах черного излучателя	83
3. Коэффициенты излучения эмалей, лаков и красок на металлических подложках	83
4. Коэффициенты поглощения солнечной радиации эмалей, лаков и красок на металлических подложках в диапазоне температур 290—300 К	85
5. Спектральные коэффициенты поглощения α_{λ} эмалей, лаков и красок при $T = 290 + 300$ К	86
6. Коэффициенты излучения ϵ пигментов	86
7. Коэффициенты отражения ρ эмалей, красок и лаков при различных температурах черного излучателя	86
8. Зависимость коэффициентов поглощения α_S солнечной радиации некоторых красок от угла падения лучистого потока ($T = 80$ К)	87
9. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\lambda \text{ диф}}$ некоторых типов силикатных красок и их изменение после химической обработки	87
10. Коэффициенты отражения ρ акриловых эмалей с высокой отражательной способностью	88
11. Зависимость коэффициентов поглощения α_S солнечной радиации некоторых покрытий от времени их облучения	88
12. Изменение коэффициентов поглощения α_S солнечной радиации некоторых красок при электронной бомбардировке	88
13. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\lambda \text{ диф}}$ желтого свинцового крона различной модификации	89
14. Коэффициенты излучения черной краски Catalac (производство Finch Paint and Chemical Company)	89
15. Спектральные коэффициенты диффузного отражения $\rho_{\lambda \text{ диф}}$ лакокрасочных покрытий с алюминиевым красителем при изменении содержания красителя	89
16. Спектральные коэффициенты пропускания сополимера винилхлорида с винилацетатом марки А-15-0 при 293 К	90
17. Изменение коэффициентов поглощения α_S солнечной радиации некоторых красок при электронной бомбардировке и ультрафиолетовом облучении	90
18. Коэффициенты поглощения α_S солнечной радиации некоторых красок при протонной бомбардировке	90

19. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации некоторых красок, применяемых в качестве терморегулирующих покрытий	91
20. Спектральные коэффициенты поглощения белой краски при воздействии солнечного ветра	91
21. Изменение коэффициентов отражения некоторых красок при протонной бомбардировке	92
22. Коэффициенты поглощения солнечной радиации некоторых типов зарубежных красок	94
23. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации некоторых покрытий при воздействии ультрафиолетового облучения	94
24. Спектральные коэффициенты пропускания силазанового защитного покрытия при различной длительности пребывания в вакууме	95
25. Спектральные коэффициенты пропускания силазанового защитного покрытия при различной длительности пребывания в вакууме и различных дозах облучения ультрафиолетовой радиацией	95
26. Спектральные коэффициенты пропускания τ_{λ} некоторых цветных лаков	96
27. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации кремний-органических прозрачных лаков	96
28. Коэффициенты поглощения солнечной радиации эмали КО-96 с алюминиевой пудрой при различных углах падения лучистого потока	96
29. Коэффициенты излучения ϵ многослойного теплоотражающего покрытия типа диэлектрик — металл — диэлектрик	96
30. Коэффициенты излучения, поглощения и пропускания солнечной радиации многослойных покрытий некоторых типов	98
31. Коэффициенты отражения солнечной радиации некоторых «белых» покрытий	93
32. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации многослойного «черно-белого» покрытия при различных толщинах верхнего диэлектрического слоя	98
33. Коэффициенты поглощения солнечной радиации некоторых лакокрасочных покрытий, непрозрачных в видимой области спектра	99
34. Коэффициенты поглощения α_S^N солнечной радиации композиции подложка + полупрозрачное лаковое покрытие	99
35. Коэффициенты излучения ϵ и некоторых типов эффективных теплоизолирующих покрытий	99
36. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} в инфракрасной области спектра эффективного теплоизолирующего покрытия на основе сульфида свинца	99
37. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации некоторых селективно-излучающих покрытий в вакууме	100

Медь и сплавы на основе меди

1. Коэффициенты излучения ϵ меди при различной обработке поверхности	101
2. Коэффициенты поглощения меди при различной обработке поверхности	102
3. Спектральные коэффициенты поглощения электрополированной меди и латуни для $\lambda = 14$ мкм	102
4. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} меди при различной обработке поверхности	103
5. Спектральные коэффициенты излучения слоя меди в инфракрасной области спектра	103
6. Коэффициенты излучения ϵ электролитической меди с различной обработкой поверхности	104
7. Коэффициенты поглощения солнечной радиации и коэффициенты излучения пленок меди при 293 К на диэлектрической подложке	104
8. Коэффициенты излучения копеля марки МНМц 43-0,5 с различным состоянием излучающей поверхности образца ($T = 293$ К)	104
9. Коэффициенты излучения некоторых марок латуней при 293 К	104
10. Коэффициенты излучения и поглощения латуни типа Л62 при разном состоянии поверхности	105
11. Коэффициенты излучения и поглощения манганина, мельхиора и бронзы	105
12. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} бронзы типа БрКМц3-1 в инфракрасной области спектра	106
13. Коэффициенты излучения ϵ^N бронзы составов № 3 и № 5 при различном состоянии поверхности	106

Металлизированные пленки

1. Коэффициенты излучения металлизированной пленки майлара при 300 К	107
2. Изменение коэффициентов излучения металлизированной пленки майлара после пребывания во влажной среде	107
3. Коэффициенты излучения металлизированной пленки майлара при изменении толщины и поверхностной плотности слоя металлизации	109
4. Коэффициенты поглощения металлизированной пленки майлара в инфракрасной области спектра	109

5. Индикатриса коэффициентов поглощения солнечной радиации алюминированной пленки майлар	109
6. Коэффициенты отражения алюминированной стеклоткани в видимой, ближней и средней инфракрасной области спектра	109
7. Коэффициенты отражения и пропускания светотражающих алюминированных полиэтиленфрегататных пленок ПЭТФ при различной толщине алюминиевого слоя	109
8. Коэффициенты излучения металлизированных пленок типа майлар-А при различной толщине слоя металлизации	110
9. Изменение коэффициентов излучения металлизированных пленок типа майлар-А при их выдерживании в нейтральной среде и в атмосфере солей щелочных металлов	110
10. Коэффициенты излучения металлизированных полиамидных пленок Н-типа	111
11. Коэффициенты излучения слоя золота различной толщины на пленке майлар	111
12. Спектральные коэффициенты отражения ρ_λ алюминированной лавсановой пленки, длительное время находящейся под воздействием низких температур и влажности	111
13. Коэффициенты поглощения солнечной радиации металлизированной полиэтиленфрегататной пленки при различных углах падения лучистого потока	111
14. Коэффициенты отражения солнечной радиации ρ_S металлизированной пленки майлар при длительной экспозиции	112
15. Спектральные коэффициенты отражения ρ_λ металлизированного тефлона типа FEP при воздействии факторов космического пространства	112
16. Коэффициенты поглощения солнечной радиации металлизированного тефлонового покрытия типа FEP при воздействии факторов космического пространства	112

Молибден

1. Спектральные коэффициенты излучения листового молибдена при 293 К	113
2. Спектральные коэффициенты излучения проволочного молибдена	113
3. Коэффициенты излучения ϵ^N листового молибдена при различном состоянии поверхности	114
4. Спектральные коэффициенты отражения ρ_λ молибдена высокой чистоты	114

Никель и сплавы на основе никеля

1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_λ листового никеля	115
2. Коэффициенты излучения ϵ^N листового никеля при различном состоянии поверхности	115
3. Коэффициенты излучения и поглощения листового никеля при различном состоянии поверхности	116
4. Коэффициенты излучения трубчатого никеля	116
5. Коэффициенты излучения никеля, покрытого пленкой смазочного масла	116
6. Коэффициенты излучения хромеля и алюмеля при 293К	117
7. Коэффициенты излучения и поглощения монеля типа НМЖМц 28—2,5—1,5	117
8. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_λ полированного нихрома	117
9. Коэффициенты излучения ϵ^N никелевого сплава К-монель с различным состоянием поверхностей образцов	118
10. Коэффициенты излучения ϵ^N никелевых сплавов типа хастеллой с различным состоянием поверхности образцов	118
11. Коэффициенты излучения ϵ^N никелевых сплавов типа инконель с различным состоянием поверхности образцов	119
12. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации никелевой пленки переменной толщины на многослойной подложке	119

Ниобий и сплавы на основе ниобия

1. Коэффициенты излучения ϵ ниобия в нормальном и сверхпроводящем состоянии	120
2. Спектральные коэффициенты отражения ρ_λ ниобий—титановых сплавов	120

Оксиды металлов

1. Коэффициенты излучения окиси алюминия	122
2. Спектральные коэффициенты τ_λ пропускания окиси алюминия различной толщины	122
3. Коэффициенты излучения ϵ^N окиси алюминия и окиси магния зарубежных марок	123
4. Коэффициенты излучения окиси магния	123
5. Спектральные коэффициенты диффузного отражения окиси магния при $T = 298 \text{ К}$	123

6. Зависимость коэффициентов диффузного отражения окисленного магния от температуры излучателя — имитатора черного тела	124
7. Спектральные коэффициенты диффузного отражения пленки окиси магния	124
8. Спектральные коэффициенты диффузного отражения слоев окиси магния	124
9. Спектральные коэффициенты отражения и пропускания слоев окиси ниобия	125
10. Коэффициенты пропускания и отражения солнечной радиации окисно-оловянных и окиснокобальтовых покрытий	125
11. Коэффициенты излучения и пропускания солнечной радиации окисно-оловянного покрытия	125
12. Спектральные коэффициенты пропускания и отражения окиснооловянного покрытия при термическом воздействии	125
13. Спектральные коэффициенты отражения ρ_{λ}^n образцов двуокиси титана с различной технологией приготовления	126
14. Зависимость спектральных коэффициентов диффузного отражения порошка окисла цинка от влажности материала	126
15. Спектральные коэффициенты диффузного отражения окиси цинка в средней и дальней инфракрасной областях спектра	126
16. Коэффициенты излучения окиси циркония	126
17. Спектральные коэффициенты диффузного отражения окиси циркония при $T = 293$ К	127
18. Коэффициенты излучения ϵ^n окиси циркония с различной стабилизацией	127
19. Спектральные коэффициенты диффузного отражения ρ_{λ} диф окислов некоторых металлов при 298 К при различных способах изготовления	128
20. Коэффициенты пропускания и отражения некоторых окисных пленок в видимой и инфракрасной областях спектра	129
21. Коэффициенты излучения и пропускания солнечной радиации некоторых окисных покрытий при испытаниях на открытом воздухе и в климатической камере	129
Олово и сплавы на основе олова	
1. Коэффициенты излучения олова	130
2. Коэффициенты излучения и поглощения олова при различном состоянии поверхностей образцов	130
3. Коэффициенты поглощения сплава олова с индием	131
4. Коэффициенты поглощения оловянно-свинцовистых сплавов	131
Палладий	
1. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} палладия в инфракрасной области спектра	132
2. Спектральные коэффициенты отражения палладия	132
3. Спектральные коэффициенты отражения палладия высокой чистоты	132
4. Спектральные коэффициенты излучения слоев палладия различной толщины	132
Платина и сплавы на основе платины	
1. Спектральные коэффициенты диффузного отражения ρ_{λ} диф платины в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра	133
2. Индикатрисса спектральных коэффициентов излучения платины в ближней инфракрасной области спектра	133
3. Коэффициенты поглощения солнечной радиации и излучения пленок особо чистой платины	133
4. Коэффициенты поглощения и излучения платины в виде фольги, листа и проволоки	134
5. Спектральные коэффициенты излучения слоев платины в инфракрасной области спектра	134
6. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} платины в инфракрасной области спектра	134
7. Коэффициенты излучения платиновой черни	135
8. Спектральные коэффициенты отражения платиновой черни в инфракрасной области спектра	135
9. Спектральные коэффициенты поглощения платиновой черни	135
10. Спектральные коэффициенты отражения слоев платины на диэлектрической подложке	135
11. Коэффициенты излучения платинородиевого сплава Pt — 90%, Rh — 10%	135
Полимерные материалы	
1. Спектральные коэффициенты отражения полиэтилена в инфракрасной области спектра	136

2. Коэффициенты излучения полиэтилена для различных толщин образцов при разных температурах черного излучателя	136
3. Спектральные коэффициенты отражения тефлона в инфракрасной области спектра	136
4. Коэффициенты излучения образцов тефлона различных толщин при разных температурах черного излучателя	137
5. Спектральные коэффициенты пропускания тефлона в инфракрасной области спектра	137
6. Коэффициенты пропускания прозрачной ацетатной пленки	137
7. Коэффициенты пропускания полиметилметакрилата (плексигласа) различных марок при $T = 293 \text{ K}$	137
8. Спектральные коэффициенты пропускания τ_{λ} полупрозрачных наполненных полимерных покрытий при разных толщинах слоя	137
9. Спектральные коэффициенты пропускания полиметилметакрилата (плексигласа) в инфракрасной области спектра	138
10. Коэффициенты излучения слоистого пластика Pow Corning 2106 (на основе силиконовой смолы, усиленной волокнистыми наполнителями типа 118-112)	138
11. Коэффициенты излучения ϵ^n слоистых пластиков на основе фенолоформальдегидных смол, усиленных волокнистым наполнителем	138
12. Коэффициенты пропускания τ фторлона некоторых марок	139
13. Зависимость коэффициента пропускания фторлона-400 (Ф-400) для различных индексов расплава и условий прессования	139
14. Спектральные коэффициенты пропускания политрифторхлорэтилена	139
15. Коэффициенты отражения и пропускания светорассеивающих (матированных) полиэтилентерефталатных пленок при различных наполнителях	139
16. Спектральные коэффициенты пропускания τ_{λ} оптически прозрачного пресс-материала при различных режимах испытания	140
17. Спектральные коэффициенты пропускания модернизированного сополимера СН-25	140
18. Спектральные коэффициенты отражения плексигласа	140
19. Коэффициенты диффузного отражения и пропускания солнечной радиации плексигласа с различным состоянием поверхности	140
20. Коэффициенты излучения пластиков некоторых зарубежных марок	141
21. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации некоторых селективных полимерных покрытий при воздействии ультрафиолетового облучения	141
22. Спектральные коэффициенты поглощения α_{λ} в инфракрасной области спектра некоторых типов сополимеров тетрафторэтилена с гексафторпропиленом, облучаемых потоком протонов	141
23. Коэффициенты пропускания некоторых видов окрашенной целлюлозы	141
24. Коэффициенты излучения тефлонового покрытия типа FEP различной толщины	141
25. Коэффициенты пропускания некоторых типов прозрачных полимерных пленок при различной дозе воздействия светопогоды	142
26. Коэффициенты излучения хлорвинила	142
27. Коэффициенты поглощения солнечной радиации некоторых типов прозрачных полимерных пленок	142
28. Коэффициенты пропускания некоторых типов прозрачных полистирольных пластиков в видимой части спектра	142
29. Коэффициенты отражения и пропускания некоторых типов полипропилена светотехнического назначения в видимой части спектра	143
30. Спектральные коэффициенты пропускания неокрашенного поликарбоната	143
31. Коэффициенты пропускания и отражения некоторых эфиров целлюлозы в видимой области спектра	143
32. Коэффициенты пропускания и отражения пленок поливинилхлорида в видимой области спектра	144
33. Коэффициенты диффузного отражения светорассеивающего органического стекла хлоракрил	144
34. Коэффициенты пропускания зарубежных полимерных пленок некоторых типов	144
35. Спектральные коэффициенты пропускания полимерных пленок некоторых типов и их изменение под воздействием ультрафиолетовой радиации	145
36. Коэффициенты излучения некоторых типов прозрачных полимерных пленок на металлической и диэлектрической подложках	145
37. Коэффициенты поглощения солнечной радиации цветных поливинилхлоридных пленок	145
38. Коэффициенты излучения ϵ^n некоторых типов зарубежных слоистых пластиков	146
Рений	147
1. Спектральные коэффициенты излучения рения	147
2. Спектральные коэффициенты излучения рения при 77 K	147
3. Спектральные коэффициенты излучения рения в диапазоне температур $200-300 \text{ K}$	147

Родий	148
1. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации пленок родия на диэлектрической подложке	148
2. Коэффициенты поглощения родия	148
3. Спектральные коэффициенты отражения родия в инфракрасной области спектра	148
Сажа	149
1. Коэффициенты излучения различных разновидностей сажи, применяемой при спектрофотометрических измерениях	149
2. Коэффициенты излучения угольной и ацетиленовой сажи	149
Свинец	150
1. Коэффициенты излучения свинца	150
2. Коэффициенты излучения и поглощения свинца при различном состоянии поверхностей образцов	150
3. Спектральные коэффициенты поглощения свинца в дальней инфракрасной области спектра	151
4. Отношение спектральных коэффициентов поглощения свинца в сверхпроводящем и нормальном состоянии	151
Серебро и сплавы на основе серебра	152
1. Спектральные коэффициенты излучения листового серебра при 293 К	152
2. Коэффициенты излучения слоев серебра на различных подложках	152
3. Коэффициенты поглощения солнечной радиации и коэффициенты излучения пленок серебра при 293 К на диэлектрической подложке	153
4. Коэффициенты излучения электролитического серебра, высаженного на никонеле 718	153
5. Коэффициенты излучения листового серебра	154
6. Коэффициенты излучения полированного листового серебра (осредненные данные, полученные экспериментально различными методами)	154
7. Коэффициенты поглощения серебра	154
8. Коэффициенты излучения травленных монокристаллов серебра	155
9. Спектральные коэффициенты излучения травленных монокристаллов серебра	155
10. Коэффициенты отражения ρ химически осажденного серебра при различных режимах термообработки	155
11. Спектральные коэффициенты излучения серебряного слоя на медной подложке в инфракрасной области спектра	155
Сталь	156
1. Коэффициенты излучения закаленной и коррозионно-стойкой стали при различной обработке поверхности	156
2. Коэффициенты излучения низкоуглеродистой стали	156
3. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ} некоторых типов сталей в инфракрасной области спектра	157
4. Спектральные коэффициенты отражения углеродистой стали	157
5. Коэффициенты излучения хромистой стали 07X16H6	157
6. Коэффициенты излучения хромистой стали 12X18H10T	158
7. Коэффициенты излучения хромистой стали 08X18H12Б	158
8. Коэффициенты излучения и поглощения коррозионностойких сталей некоторых марок	158
9. Коэффициенты излучения коррозионно-стойкой стали 12X18H9T	158
10. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации коррозионно-стойкой стали 12X18H10T с различной обработкой поверхности образцов	159
11. Спектральные коэффициенты диффузного отражения ρ_{λ} диф листовой стали ТФС-СТ	159
12. Спектральные коэффициенты отражения коррозионностойкой стали типа 304 в дальней инфракрасной области спектра	159
13. Коэффициенты излучения ϵ зарубежных сталей некоторых типов	160
Стекло и оптические материалы	161
1. Спектральные коэффициенты поглощения фтористого бария в инфракрасной области спектра	161
2. Спектральные коэффициенты пропускания фтористого бария в инфракрасной области спектра	161
3. Спектральные коэффициенты отражения ρ_{λ} пленок хлорида и бромида свинца в ультрафиолетовой области спектра	161
4. Спектральные коэффициенты излучения германия при $T = 293 \text{ К}$	162
5. Коэффициенты отражения монокристаллов типа $\text{Eu}_{1-x}\text{Gd}_x\text{O}$	162
6. Коэффициенты излучения сапфира	162

7. Спектральные коэффициенты излучения ϵ_{λ}^n сапфира	163
8. Спектральные коэффициенты пропускания сапфира при 293 К	163
9. Коэффициенты излучения сапфира при различной ориентации оптической оси	163
10. Спектральные показатели поглощения α — Si, легированного Si, в инфракрасной области спектра	163
11. Спектральные коэффициенты пропускания кремния в инфракрасной области спектра	164
12. Спектральные коэффициенты отражения кремния в дальней инфракрасной области спектра	164
13. Спектральные коэффициенты отражения ρ_{λ} тонких пленок сульфида кадмия	164
14. Спектральные коэффициенты отражения теллурида кадмия в дальней инфракрасной области спектра	164
15. Спектральные коэффициенты отражения теллурида цинка в дальней инфракрасной области спектра	164
16. Спектральные коэффициенты диффузного отражения молочного стекла МС-10	165
17. Спектральные коэффициенты диффузного отражения молочного стекла МС-14	165
18. Спектральные коэффициенты отражения ρ_{λ} некоторых типов оконных стекол	165
19. Коэффициенты диффузного пропускания и отражения солнечной радиации некоторых типов оконных стекол	166
20. Коэффициент излучения оконного стекла различной толщины	166
21. Коэффициенты излучения, поглощения солнечной радиации и отражения типовых сортов оконного стекла	166
22. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации покрытий из радиационноустойчивого стекла при 293 К	166
23. Коэффициенты пропускания некоторых сортов оптического стекла	167
24. Спектральные коэффициенты диффузного отражения стекла ИКС-25	167
25. Спектральные коэффициенты пропускания τ_{λ} платинитового стекла С-23 (С89-2) в инфракрасной области спектра	167
26. Спектральные коэффициенты пропускания стекла молибденовой группы ЗС-5К	167
27. Коэффициенты пропускания препаратного стекла различной толщины	167
28. Коэффициенты пропускания, отражения и поглощения солнечной радиации некоторых типов стекол	168
29. Коэффициенты пропускания листового технического стекла при 293 К	168
30. Коэффициенты пропускания стекла некоторых сортов для неселективного спектра источника излучения	168
31. Спектральные коэффициенты отражения нейтрального стекла типа NG-1	168
32. Коэффициенты излучения известково-натриевого стекла	169
33. Коэффициенты излучения ϵ^N зарубежных стекол некоторых марок	169
34. Коэффициенты излучения ϵ^N зарубежных токопроводящих стекол некоторых марок	170
35. Спектральные коэффициенты излучения силикатного стекла в инфракрасной области спектра	170
36. Коэффициенты излучения кварцевого стекла в инфракрасной области спектра	170
37. Коэффициенты излучения плавленого кварца при различной толщине образцов	171
38. Спектральные коэффициенты пропускания прозрачного кварцевого стекла в ближней ультрафиолетовой части спектра	171
39. Коэффициенты отражения и пропускания стеклопакетов с солнцезащитным наполнением	171
Строительные материалы	172
1. Спектральные коэффициенты диффузного отражения гипсовой штукатурки в видимой, ближней и средней инфракрасной областях спектра	172
2. Коэффициенты отражения и поглощения гипсовой штукатурки при различных температурах источника падающего излучения	172
3. Коэффициенты отражения мелкоизмельченного гипса	173
4. Коэффициенты отражения гипсовой штукатурки в инфракрасной части спектра	173
5. Коэффициенты поглощения солнечной радиации штукатурных материалов	173
6. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации гипса	173
7. Коэффициенты пропускания и отражения стеклопластика в видимой области спектра	173
8. Коэффициенты поглощения солнечной радиации бетона, покрытого силикатными и цементными красками	174
9. Спектральные коэффициенты отражения бетона в видимой, ближней и средней инфракрасной областях спектра	174
10. Спектральные коэффициенты диффузного отражения окрашенного бетона	174

11. Спектральные коэффициенты поглощения α_{λ} бетона, окрашенного силикатными и цементными красками	175
12. Коэффициенты отражения и поглощения бетона при различных температурах источника падающего излучения	175
13. Коэффициенты отражения цемента в инфракрасной области спектра	175
14. Коэффициенты поглощения солнечной радиации цемента различных видов	176
15. Спектральные коэффициенты отражения белого шамота в видимой, ближней и средней инфракрасной области спектра	176
16. Коэффициенты отражения и поглощения белого шамота при различных температурах источника падающего излучения	176
17. Коэффициенты отражения и поглощения шифера при различных температурах источника падающего излучения	177
18. Коэффициенты отражения и поглощения красного кирпича при различных температурах источника падающего излучения	177
19. Коэффициенты излучения кирпича при комнатной температуре	177
20. Спектральные коэффициенты излучения кирпича при комнатной температуре	177
21. Спектральные коэффициенты отражения фарфора в видимой, ближней и средней инфракрасной областях спектра	178
22. Коэффициенты отражения и поглощения фарфора при различных температурах источника падающего излучения	178
23. Коэффициенты отражения белого фарфора в инфракрасной области спектра	179
24. Коэффициенты излучения глазурованного фарфора	179
25. Коэффициенты отражения и поглощения белого кафеля при различных температурах источника падающего излучения	179
26. Коэффициенты отражения и поглощения асбестосодержащих материалов при различных температурах источника излучения	179
27. Коэффициенты отражения асбестовой ткани в инфракрасной части спектра	180
28. Спектральные коэффициенты поглощения рубероида	180
29. Коэффициенты отражения и поглощения керамического покрытия при различных температурах падающего излучения	180
30. Коэффициенты излучения серого мрамора	180
31. Коэффициенты поглощения солнечной радиации некоторых термостойких материалов	180
32. Спектральные коэффициенты диффузного отражения песка в инфракрасной области спектра	181
33. Коэффициенты поглощения солнечной радиации некоторых строительных материалов	181
34. Коэффициенты диффузного отражения песка при различном содержании воды	181
35. Спектральные коэффициенты диффузного отражения ρ_{λ} диф древесноволокнистых плит	182
36. Коэффициенты поглощения солнечной радиации древесноволокнистых и древесностружечных плит	182

Тантал

1. Спектральные коэффициенты излучения тантала при различном состоянии поверхности образцов	183
2. Коэффициенты излучения тантала при различном состоянии поверхности образцов	184
3. Спектральные коэффициенты излучения окисленного тантала	185

Теллур

1. Спектральные коэффициенты пропускания теллура в инфракрасной области спектра	185
2. Спектральные коэффициенты излучения теллура	186
3. Спектральные коэффициенты отражения теллура	186

Титан и сплавы на основе титана

1. Коэффициенты излучения титана	187
2. Спектральные коэффициенты отражения титана в инфракрасной области спектра	187
3. Коэффициенты излучения ϵ зарубежных титановых сплавов	187

Хром и сплавы на основе хрома

1. Спектральные коэффициенты отражения листового хрома в дальней инфракрасной области	188
2. Коэффициенты поглощения и излучения листового хрома	188
3. Коэффициенты поглощения хромовых пленок	188
4. Спектральные коэффициенты излучения полированного хрома при 293 К	188
5. Спектральные коэффициенты отражения хрома при $T=293$ К	188

6. Коэффициенты излучения хромокобальтовольфрамового твердого сплава (стеллит)	189
7. Спектральные коэффициенты отражения электрополированного хрома	189
8. Спектральные коэффициенты излучения хрома и сплавов хром-ванадий высокой чистоты в инфракрасной области спектра	189
Цинк	190
1. Коэффициенты излучения и поглощения цинка	190
2. Спектральные коэффициенты отражения цинка	190
3. Спектральные коэффициенты отражения цинка высокой чистоты производства Courtesy Jersey Zinc Co	191
4. Спектральные коэффициенты отражения цинка высокой чистоты	191
5. Спектральные коэффициенты отражения пленок цинка	191
6. Спектральные коэффициенты излучения пленок цинка, полученных напылением в вакууме	191
Щелочноземельные и редкоземельные металлы и сплавы на их основе	192
1. Спектральные коэффициенты отражения R_{λ}^n некоторых щелочноземельных и редкоземельных металлов при 293 К	192
2. Спектральные коэффициенты отражения бериллия	192
3. Спектральные коэффициенты отражения слоев бериллия на диэлектрической подложке	193
4. Спектральные коэффициенты отражения гадолиния	193
5. Спектральные коэффициенты излучения магния типа Mg-95 с различным состоянием поверхности	193
6. Коэффициенты излучения и поглощения солнечной радиации магния с различным состоянием поверхности	194
7. Коэффициенты излучения e^{λ} дауметалла	194
8. Спектральные коэффициенты излучения магния	195
9. Спектральные коэффициенты отражения магниевой пленки, полученной напылением в вакууме	195
Элементы электронных систем	196
1. Коэффициенты излучения элементов электронных систем	196
<i>Приложение. Химический состав некоторых зарубежных материалов</i>	197
Список литературы	199

ИБ 2499

Леонид Адольфович НОВИЦКИЙ
Борис Михайлович СТЕПАНОВ

**ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ
ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Редактор Л. П. Рыжова
Художественный редактор С. С. Водичиц
Технические редакторы А. Ф. Уварова и Е. П. Смирнова
Корректоры В. А. Воробьева и Н. И. Шарунина
Переплет художника Н. Ф. Зыкова

Сдано в набор 20.08.79. Подписано в печать 10.03.80. Т-06692
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2.
Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 21,5.
Тираж 700 экз. Заказ 1478. Цена 1 р. 40 к.

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, ГСП-6,
1-й Басманный пер., д. 3

Ленинградская типография № 6 Ленинградского
производственного объединения «Техническая книга»
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, С-144, ул. Моисеенко, 10.