

Сапфир (синтетический корунд)

Корунд является анизотропным одноосным кристаллом. Это один из наиболее твердых и прочных синтетических материалов. Он обладает химической инертностью и низким коэффициентом трения. Износостойкость корунда в 8 раз выше, чем у стали. Являясь диэлектриком и термически стабильным материалом вплоть до 1600 °С, синтетический корунд обладает также отличными оптическими свойствами - прозрачностью от 0.17 до 5.5 микрон.

Перечисленные качества корунда делают его незаменимым материалом для работы в жестких условиях: при высокой температуре и/или давлении, в кислотном или щелочном окружении, когда требуется химическая стойкость, а также при высоких механических нагрузках. Даже в этих тяжелых условиях корунд не теряет своих оптических свойств.



ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА САПФИРА

Химическая формула	Al ₂ O ₃
Тип кристаллической структуры, класс симметрии	гексагональная, 3m
Параметры решетки, Å	a=4.758 c=12.991
Плотность, г/см ³	3.98
Твердость по Моссу	9
Диапазон оптической прозрачности, микрон	0.17-5.5
Показатель преломления (на длине волны 0.532 микрон)	n _o =1.7717, n _e =1.76355
Влагопоглощение	отсутствует
Модуль Юнга, ГПа	345
Модуль сдвига, ГПа	145
Модуль объемной упругости, ГПа	240
Предел упругости, МПа	275
Модуль разрыва, МПа	420 при 20°C, 280 при 500°C, 420 при 1000°C.
Коэффициенты упругости	C11=496, C12=164, C13=115, C33=498, C44=148
Коэффициент Пуассона	0.25-0.3
Коэффициент трения	0.15 на стали, 0.1 на сапфире

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА САПФИРА

Температура плавления, К	2303
Удельная теплоемкость, Дж/(кг x К)	105 при 91К, 761 при 291К
Температурный коэффициент линейного расширения (при T = 323К), К ⁻¹	6.66 x 10 ⁻⁶ параллельно С-оси, 5 x 10 ⁻⁶ перпендикулярно С-оси
Теплопроводность (при T = 300К), Вт/(м x К)	23.1 параллельно С-оси, 25.2 перпендикулярно С-оси

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА САПФИРА

Электрическое сопротивление, Ом x см (в диапазоне 200-500 °С)	10 ¹¹ -10 ¹⁶
Диэлектрическая константа	10.0
Диэлектрическая прочность, В/см	4 x 10 ⁵
Тангенс угла (диэлектрических) потерь	1 x 10 ⁻⁴

ХИМИЧЕСКАЯ И РАДИАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ САПФИРА

Стабильность основных свойств	до 1600 °С
Растворимость - в воде: - в кислотах (HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , HCl, HF): - в щелочах: - в расплавах металлов (Mg, Al, Cr, Co, Ni, Na, K, Bi, Zn, Cs):	отсутствует отсутствует до 300 °С отсутствует до 800-1000 °С отсутствует до 800 °С
Радиационная стабильность к гамма-излучению:	- при облучении 10 ⁷ рад не происходит изменения оптического пропускания свыше 2.5 микрон; - при облучении 10 ⁸ рад в течение 1 часа при T = 195 °С не наблюдается окрашивания
Устойчивость к облучению протонами:	- при облучении дозой 10 ¹² протонов/см ² не происходит изменения оптического пропускания ниже 0.3 микрон

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ САПФИРА ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ

λ, микроны	No	Ne	λ, микроны	No	Ne	λ, микроны	No	Ne
0.193	1.92879	1.91743	0.442	1.78038	1.77206	1.064	1.75449	1.74663
0.213	1.88903	1.87839	0.458	1.77843	1.77015	1.320	1.75009	1.74227
0.222	1.87540	1.86504	0.488	1.77530	1.76711	1.550	1.74618	1.73838
0.226	1.87017	1.85991	0.515	1.77304	1.76486	2.010	1.73748	1.72973
0.244	1.85059	1.84075	0.532	1.77170	1.76355	2.249	1.73232	1.72432
0.248	1.84696	1.83719	0.590	1.76804	1.75996	2.703	1.719	1.711
0.257	1.83932	1.82972	0.633	1.76590	1.75787	2.941	1.712	1.704
0.266	1.83304	1.82358	0.670	1.76433	1.75632	3.333	1.701	1.693
0.280	1.82437	1.81509	0.694	1.76341	1.75542	3.704	1.687	1.679
0.308	1.81096	1.80198	0.755	1.76141	1.75346	4.000	1.674	1.666
0.325	1.80467	1.79582	0.780	1.76068	1.75274	4.348	1.658	1.65
0.337	1.80082	1.79206	0.800	1.76013	1.7522	4.762	1.636	1.628
0.351	1.79693	1.78825	0.820	1.75961	1.75168	5.000	1.623	1.615
0.355	1.79598	1.78732	0.980	1.75607	1.74819	5.263	1.607	1.599

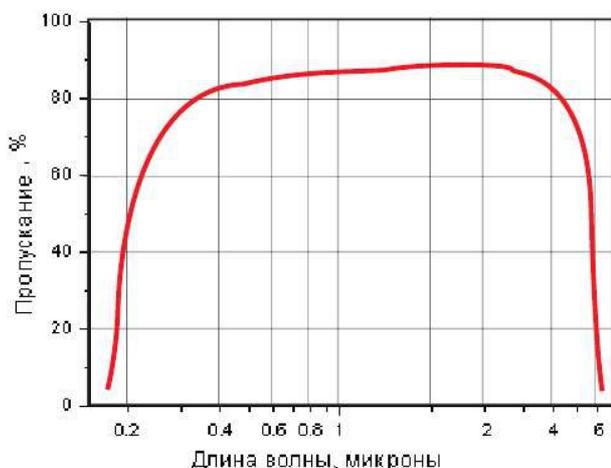


Рис. 1 Спектр пропускания сапфирового окна 2мм-толщины.