

Т а б л. 5. — Поглощение звука в некоторых кристаллах

Кристаллы	Направление распространения	Тип волны	T, К	f, ГГц	$\alpha$ , дБ/м
Кварц	ось X —»—	продольная	300	1	500
		поперечная	300	1	500
		быстрая поперечная	300	1	80
Сапфир	ось Z ось C —»—	продольная	300	1	50
		—»—	300	1	100
		—»—	300	9	$1,5 \cdot 10^3$
Рутил	ось C —»—	продольная	300	1	150
		—»—	20	1	30
Железотитриевый гранат	[100] —»—	поперечная	300	1	34
		—»—	300	9	$2,5 \cdot 10^3$
Алюмоиттриевый гранат	[100] —»—	продольная	300	1	20
		—»—	300	9	$2,5-3,0 \cdot 10^3$
Берилл	ось C —»—	продольная	300	9	$1,5 \cdot 10^3$
Ниобат лития	ось C —»—	продольная	300	1, 9, 4	30 $2,7 \cdot 10^3$

При темп-рах  $T \lesssim 10$  К коэф. П. з. не зависит от темп-ры; в интервале темп-р 20—100 К имеется область резкого возрастания коэф. П. з., где зависимость  $\alpha$  от  $T$  для разных кристаллографич. ориентаций изменяется от  $\alpha \sim T^4$  до  $\alpha \sim T^6$ ; при темп-рах выше 100 К коэф. П. з. вновь почти не зависит от  $T$ . Такой ход  $\alpha(T)$  можно объяснить соответствующей зависимостью для  $\sigma$  и  $\kappa$  в ф-ле (3).

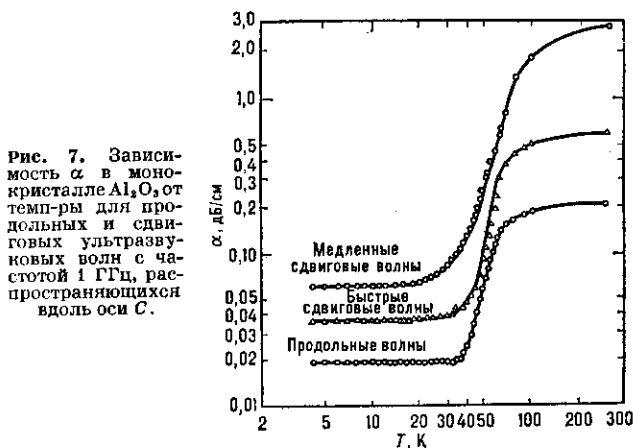


Рис. 7. Зависимость  $\alpha$  в монокристалле  $Al_2O_3$  от темп-ры для продольных и сдвиговых ультразвуковых волн с частотой 1 ГГц, распространяющихся вдоль оси С.

П. з. в монокристаллах зависит от направления распространения волны относительно кристаллографич. осей и от наличия примесей. Последние могут не только изменять величину коэф. П. з., но и влиять на характер его зависимости от  $T$ . Напр., в кварце наличие примесей приводит к появлению пиков на зависимости  $\alpha(T)$ . Коэф. П. з. в синтетич. кварце при нек-рых темп-рах может на 2—3 порядка превышать коэф. П. з. в натуральном кварце.

В металлах и полупроводниках кроме решеточного П. з., описанного выше, а также П. з., обусловленного теплопроводностью и внутр. трением, имеется ещё специфич. поглощение, связанное с взаимодействием УЗ

с электронами проводимости (см. *Акустозлектронное взаимодействие*). В металлах эти эффекты становятся заметными при темп-рах ниже примерно 10 К. При переходе металла в сверхпроводящее состояние П. з. уменьшается, а при наложении магн. поля, разрушающего сверхпроводимость, поглощение возрастает. Взаимодействие акустич. волны с носителями тока в полупроводнике при наличии внеш. электрич. поля может привести к появлению отрицат. П. з., т. е. к усилению звука.

В ферромагнетиках имеется дополнит. П. з., обусловленное эффектом *магнитострикции*. Под действием упругой волны в них возникает локальная переменная намагниченность и связанные с ней потери энергии, в первую очередь на токи Фуко и магн. гистерезис. Эти потери, вызывающие П. з., зависят от частоты. Зависимость магнитострикционных и магн. характеристик вещества от состояния намагниченности также влияет на П. з. (рис. 8). В частности, при наложении внеш. магн. поля коэф. П. з. уменьшается, а с ростом частоты растёт. В нек-рых веществах взаимодействие акустич.

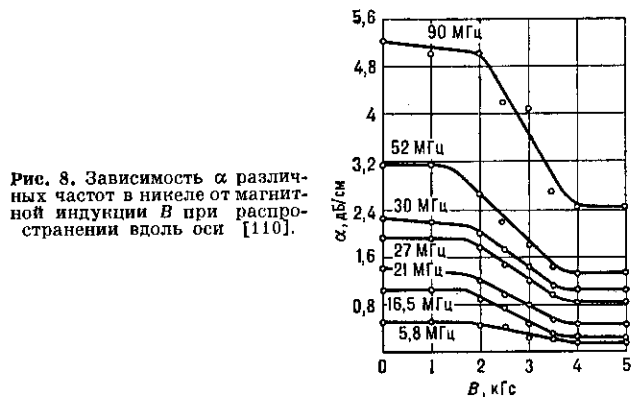


Рис. 8. Зависимость  $\alpha$  различных частот в никеле от магнитной индукции  $B$  при распространении вдоль оси [110].

волны с системой ядерных спинов или же с электронными спинами парамагн. центров может приводить к резонансному П. з. (см. *Акустический парамагнитный резонанс, Акустический ядерный магнитный резонанс*).

В поликристаллах как величина коэф. П. з., так и его частотный ход зависит от соотношения между размерами кристаллита  $a$ , длиной тепловой волны  $\Lambda = \sqrt{\chi/\omega}$  и длиной волны звука  $\lambda$ . При низких частотах ( $\omega \ll \chi/a^2$ , где  $\chi = \kappa/\rho c_p$  — коэф. температуропроводности)  $\alpha \sim \omega^2$ . На ВЧ, т. е. при  $\omega \gg c/a$ , снова  $\alpha \sim \omega^2$ , а в области частот  $\chi/a^2 \ll \omega \ll c/a$  коэф.  $\alpha \sim \sqrt{\omega}$ . Аналогичный характер имеет поглощение поперечных волн в тонких пластинках и стержнях, где толщина пластинки играет ту же роль, что и размеры кристаллита в поликристаллах.

При фазовых переходах 2-го рода П. з. аномально возрастает с приближением темп-ры к темп-ре перехода  $T_c$ , что связано с ростом термодинамич. флуктуаций. С ростом интенсивности звука становятся существенными нелинейные эффекты, к-рые приводят к зависимости коэф. П. з. от амплитуды (см. *Нелинейная акустика*).

Методы измерения П. з. разнообразны и зависят от вещества, в к-ром П. з. измеряется, от диапазона частот и величины коэф. П. з. Во всех методах измерения важно выделить истинное поглощение и отделить его от др. явлений, приводящих к уменьшению амплитуды звука, таких, как сферич. расхождение, дифракц. эффекты, рассеяние, а также потери на склейках и пр.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., *Механика сплошных сред*, 2 изд., М., 1954; Алфрейт Т., *Механические свойства высокополимеров*, пер. с англ., М., 1952; Бергман Л., *Ультразвук и его применение в науке и технике*, пер. с нем., 2 изд., М., 1957; Herzfeld K., Litovitz T.,