

давления на величину пьезомодулей. Наши экспериментальные результаты, полученные при комнатной температуре, качественно согласуются с данными работ [4-6]. В заключение отметим, что установленные нами изменения пьезомодуля d_{11} при одноосном сжатии трудно согласовать количественно с теоретическими представлениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Pitt, D. W. R. McKinley. Variation with temperature of the piezoelectric Effect in Quartz. *Canad. J. Res.*, 1936, A14, 57-65.
2. A. Andreeff, V. Fréedericksz, I. Kazarnowsky. Die Abhängigkeit der piezoelektrischen Konstante bei Quartz von der Temperatur. *Z. Phys.*, 1929, 54, 477-483.
3. А. Г. Беда. Измерение пьезомодулей кварца и керамики ЦТС при низких температурах. *Физ. тв. тела*, 1967, 9, 5, 1332-1335.
4. J. Clay, J. G. Karper. The Pieso-electric Constant of Quartz. *Physica*, 1937, 4, 311-315.
5. Ny Tsi Ze. Deformations electriques du Quartz. *Compt. rend.*, 1927, 184, 1645-1647.
6. Н. Х. Непаридзе. Зависимость пьезоэлектрического коэффициента кварца от механического напряжения. *Тр. ин-та Комитета стандартов, мер и измерительных приборов*. 1966, 85, (145), 19-24.
7. И. С. Желудев. Симметрия и пьезоэлектрические свойства кристаллов и текстур. *Кристаллография*, 1957, 2, 1, 89-98.
8. В. А. Копчик. Измерение симметрии пьезоэлектрических кристаллов при прямом и обратном пьезоэффекте. *Кристаллография*, 1962, 7, 1, 144-147.
9. S. Machlup, M. E. Christopher. Piezoelectricity of Quartz for Finite Strain. *J. Appl. Phys.*, 1961, 32, 7, 1387-1391.

Новосибирский электротехнический институт

Поступила
14 апреля 1969 г.

УДК 534.28

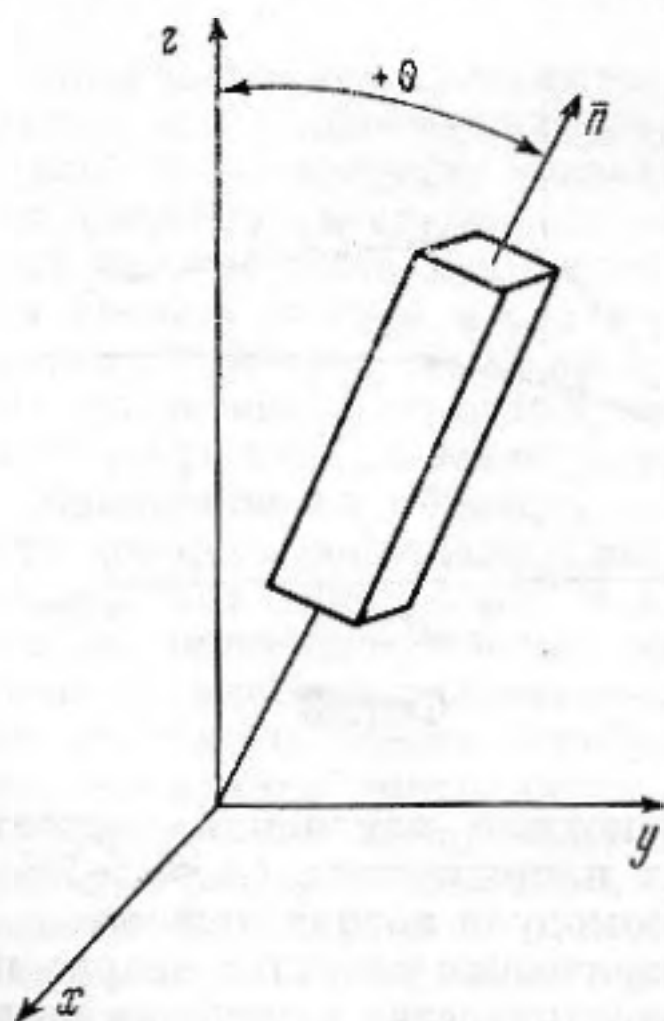
АНИЗОТРОПИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ВОЛН В МОНОКРИСТАЛЛАХ СИНТЕТИЧЕСКОГО КВАРЦА

Л. Ф. Барышникова, В. Е. Лямов, В. В. Макаров

В последнее время синтетический кварц успешно заменяет естественный и находит широкое применение в технике и научных исследованиях. В связи с этим возникла необходимость широкого изучения его физических свойств. Для ряда акустических применений монокристаллов искусственного кварца

важно исследовать анизотропию распространения звуковых волн и, в частности, анизотропию поглощения особенно в СВЧ диапазоне, т. е. гиперзвуковых волн.

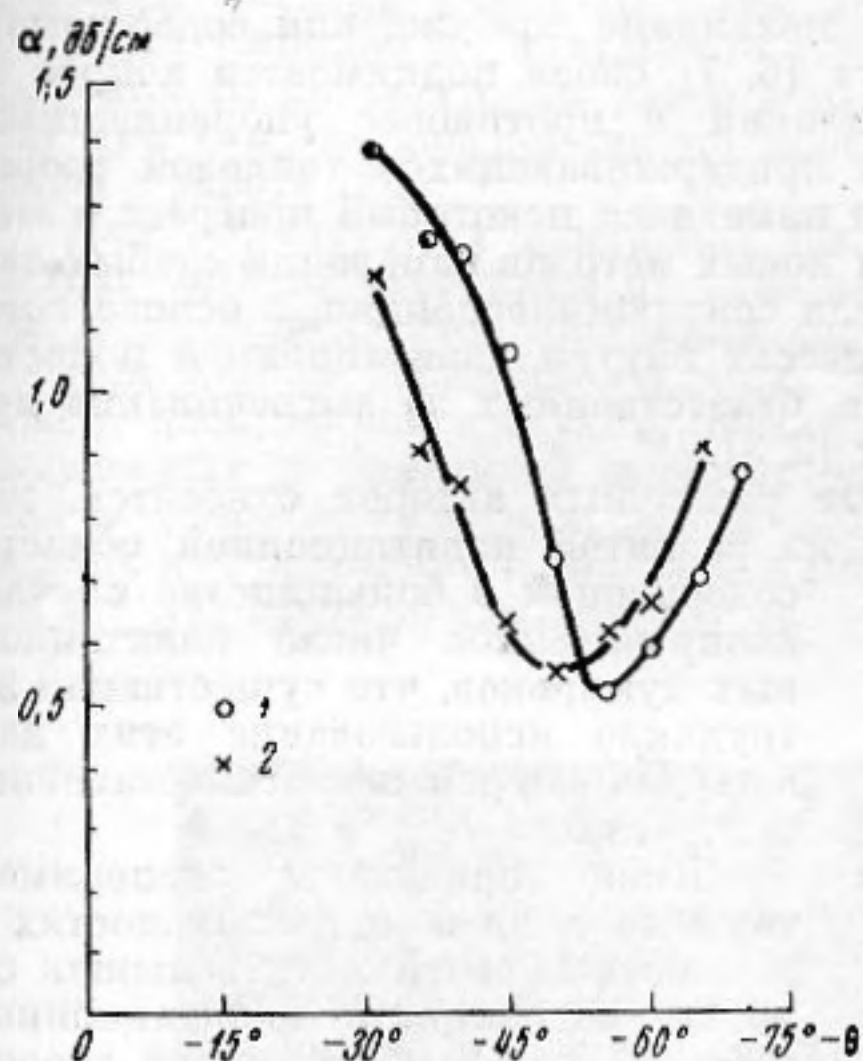
Ниже приводятся некоторые результаты экспериментального исследования анизотропии поглощения гиперзвуковых волн в монокристаллах синтетического кварца, вырезанных так, что направление распространения звука лежит в плоскости YOZ (фиг. 1). Для исследования были выполнены два набора срезов кристалла, вырезанных через 5° от -90° до $+90^\circ$ относительно оси Z. Выбор положительного направления отсчета соответствует работе [1]. Оба набора кристаллов были вырезаны из одной заготовки, выращенной гидротермальным методом. Точность обработки торцов была оптической. Измерения проводились стандартным импульсным методом на частоте 530 Мгц. Продольные и сдвиговые гиперзвуковые волны возбуждались с поверхности кристаллов, которые для этого помещались в зазор СВЧ резонатора. Чтобы можно было управлять направлением вектора электрического поля относительно плоскости торца кристалла, применялись резонаторы Лэмба [2]. Такая система позволяла добиваться оптимального направления электрического поля и тем самым увеличить чувствительность установки. К сожалению, анизотропия пьезоэлектрических свойств кварца не позволяла проводить достаточно надежные измерения вблизи осей OY и OZ.



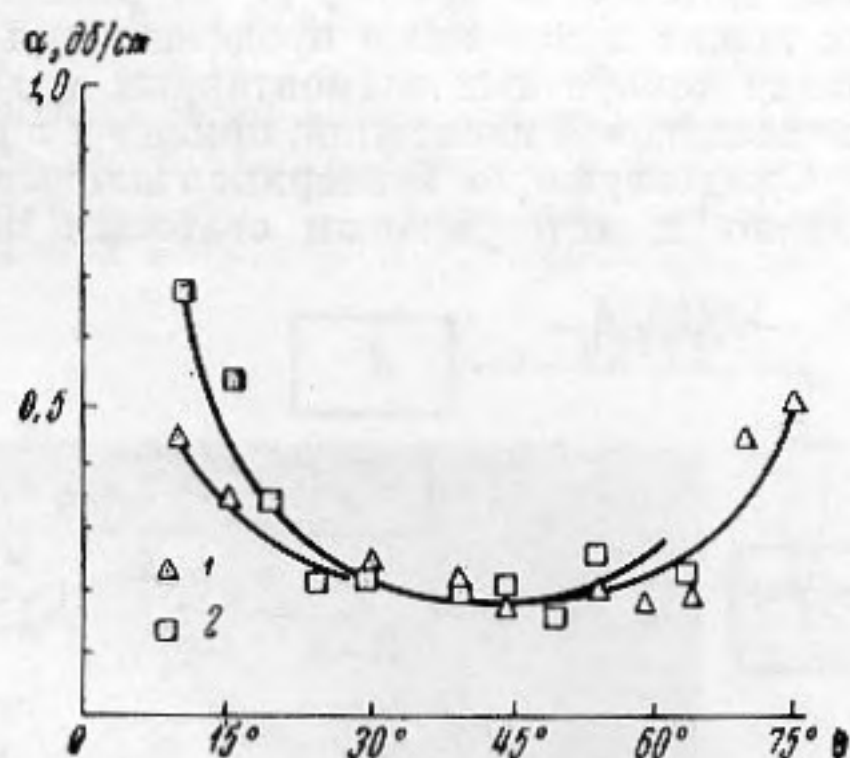
Фиг. 1

система позволяла добиваться оптимального направления электрического поля и тем самым увеличить чувствительность установки. К сожалению, анизотропия пьезоэлектрических свойств кварца не позволяла проводить достаточно надежные измерения вблизи осей OY и OZ.

Как известно, при произвольной ориентации кристаллов направление распространения звука может не совпадать с направлением потока энергии, что может привести к большой ошибке при измерении поглощения в косых направлениях. Однако, если выполняется условие $\operatorname{tg} \alpha < (m-d/2)/l$, где l и m — длина и диаметр кристалла, d — диаметр излучателя звука, α — угол между направлением потока энергии и волновой нормалью, дополнительными потерями энергии можно пренебречь. В наших образцах этот угол не должен был превышать 11° . Это условие вы-



Фиг. 2



Фиг. 3

Фиг. 2. Зависимость поглощения продольной волны от угла ориентации θ : 1, 2 — экспериментальные данные для 1-го и 2-го наборов кристаллов

Фиг. 3. Зависимость поглощения быстрой сдвиговой волны от угла ориентации θ : 1, 2 — экспериментальные данные для 1-го и 2-го наборов кристаллов

полнялось для продольной и быстрой сдвиговой волн, однако не выполнялось для медленной сдвиговой волны, поэтому достаточно надежных результатов для последней получить не удалось. Ошибка измерений для продольных и быстрых сдвиговых волн не превышала 15%.

На фиг. 2 и 3 показаны зависимости поглощения продольной и сдвиговой волн от направления распространения в плоскости YOZ . Как видно, разброс результатов для двух наборов образцов лежит в пределах ошибки измерений. Поглощение для продольных волн оказалось несколько выше, чем для быстрой сдвиговой, и более резко зависит от направления распространения звука. Минимум затухания продольных волн наблюдается при направлении распространения, составляющим угол -55° с осью Z .

ЛИТЕРАТУРА

1. G. W. Farnell. Elastic waves in trigonal crystals. *Canad. J. of Physics*, 1961, 39, 1, 65–80.
2. J. Lamb, J. Richter. Cavity resonator for piezoelectric surface excitation. *JASA*, 1967, 41, 4(2), 1043–1051.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова
Физический факультет

Поступила
26 декабря 1972 г.