

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

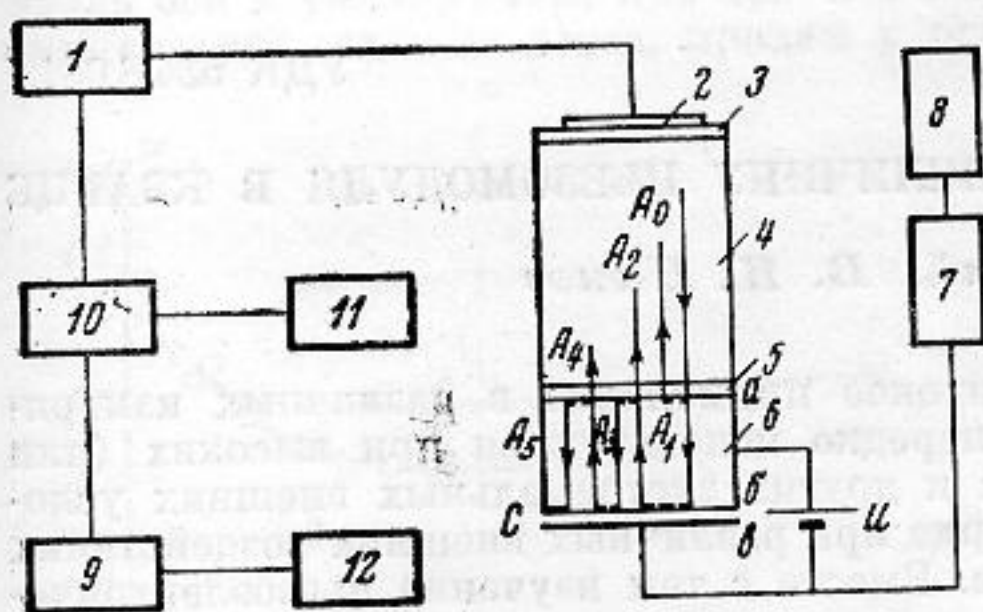
УДК 534.08:534.614

МОДИФИКАЦИЯ ФАЗОВО-ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА
ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА
В ТОНКИХ ОБРАЗЦАХ

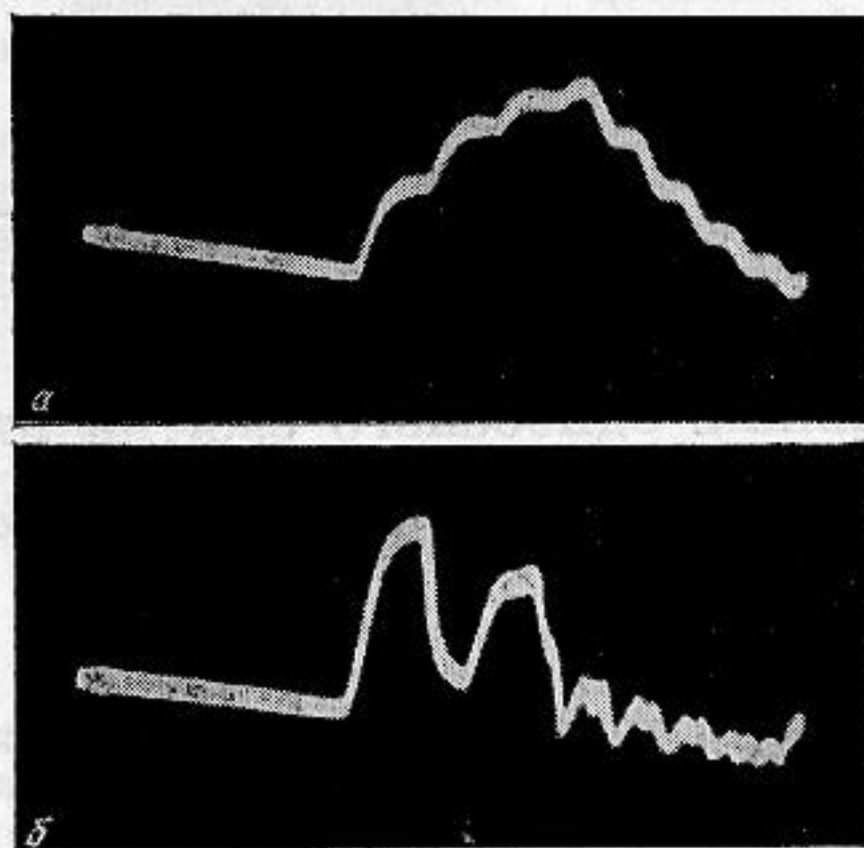
А. И. Агаев, З. А. Искендерзаде, В. Д. Фараджев

Для измерения скорости распространения ультразвука в тонких образцах при высоких частотах применяются несколько различных методов [1]. Среди них наибольшее распространение получили резонансные [2] и фазовые методы, в частности метод Мак-Скимина [3].

Нами разработана модификация фазового метода, позволяющая устранить некоторые недостатки метода Мак-Скимина. С этой целью собрана установка, показанная на фиг. 1. Принцип ее работы заключается в следующем. Радиопульс с генератора 1 подается на кварцевый преобразователь 2, который преобразует электрические колебания в ультразвуковую волну, проходящую через связывающие слои



Фиг. 1



Фиг. 2

Фиг. 1. Блок-схема экспериментальной установки

Фиг. 2. Осциллограмма результирующего сигнала. Многократно отраженные импульсы в образце находятся: а – в фазе, б – в противофазе

3 и 5, а линию задержки 4 в образец 6. Для непосредственного приема ультразвукового сигнала с поверхности 6 образца используется электростатический метод. В данном случае поверхность образца является одной из обкладок приемного конденсатора С (если образцы не металлические, то их поверхность металлизуется); другой обкладкой этого конденсатора служит плоский неподвижный электрод. На конденсатор от источника питания подается поляризующее напряжение. Электрический сигнал поступает на супер-гетеродинный усилитель 7, детектируется и подается на осциллограф 8. Для измерения частоты радиопульсов используется генератор 9, смеситель 10, индикатор 11 и частотомер 12.

Многократно отраженные эхо-импульсы $A_1, A_3, \dots, A_{2n+1}$ в образце, приходящие на поверхность 6, будут интерферировать друг с другом, если длительность радиопульса в несколько раз превысит время двойного пробега ультразвукового импульса в образце. Отметим, что длительность радиопульса должна быть в несколько раз меньше, чем двойное время пробега ультразвука в линии задержки. Изменение частоты приводит к изменению фазы сигналов $A_1, A_3, \dots, A_{2n+1}$. Очевидно, при

определенной частоте фазы этих сигналов совпадут и результирующий сигнал будет иметь вид лестницы (фиг. 2, а). Изменяя частоту, можно добиться того, чтобы сигналы, приходящие на поверхность образца *б*, были в противофазе. Тогда огибающая сигнала будет иметь вид, показанный на фиг. 2, б. Из условия синфазности сигналов $A_1, A_3, \dots, A_{2n+1}$ мы имеем следующее выражение для скорости распространения звука: $v = 2lf_0 / (n - \gamma/2\pi)$, где f_0 — частота, при которой наблюдалось первое совпадение фаз, l — толщина образца в направлении распространения ультразвука, γ — фазовый угол отражения ультразвуковых волн на границе образец — связывающий слой, $n = f_0/\Delta f$ — целое число, которое определяется подсчетом числа совпадений фаз при изменении частоты; здесь Δf — разность между двумя соседними частотами.

Основным отличием разработанного нами метода от метода Мак-Скимина является то, что в нашей схеме полезный сигнал (многократно отраженные эхо-импульсы в образце) принимается непосредственно с поверхности образца, в то время как в схеме Мак-Скимина полезный сигнал проходит дополнительно через связывающий слой 5, линию задержки 4, связывающий слой 3 и кварц 2, что приводит к ухудшению формы полезного сигнала и затрудняет получение резких ступеней «лестницы». Недостатком нашего метода является то, что для измерения скорости распространения ультразвука требуется металлизирование одной из поверхностей образца.

Мы провели контрольные измерения скорости ультразвука на образцах плавного кварца, кварца X-среза и магния на частотах 10, 30, 50, 70 Мгц. Точность измерений составляла 0,01%. Полученные нами результаты измерений резонансным методом, методом Мак-Скимина и нашим методом на частоте 10 Мгц и при температуре 290° К хорошо согласуются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Труэлл, Ч. Эльбаум, Б. Чик. Ультразвуковые методы в физике твердого тела, М., «Мир», 1972.
2. D. J. Bolet, M. Menes. Measurement of elastic constant of RbBr, RbJ and CsJ by an ultrasonic CW Resonance technique., J. Appl. Phys., 1960, 31, 6, 1010–1017.
3. H. J. McSkimin. Ultrasonic Measurement techniques applicable to small Solid Specimens. J. acoust. Soc. Amer., 1950, 22, 4, 413–418.

Институт физики
Академии наук АзербССР

Поступила
18 ноября 1972 г.

УДК 534.8.081.7

ВЛИЯНИЕ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ПЬЕЗОМОДУЛЯ В КВАРЦЕ

С. Н. Барановский, В. И. Панов

Кварцевые пьезоэлементы находят широкое применение в различных измерительных или технических устройствах и нередко используются при высоких (или низких) температурах, высоких давлениях и других экстремальных внешних условиях. Поэтому измерение пьезомодулей кварца при различных внешних воздействиях имеет прежде всего практическое значение. Вместе с тем изучение пьезоэлектрических свойств кварца в различных физических условиях представляет, несомненно, и научный интерес. Нами проведены измерения пьезомодуля d_{11} при различных условиях одноосного сжатия кварца вдоль электрической оси при комнатной температуре, температуре 100° С и температуре жидкого азота.

Измерения на образцах естественного и искусственного кварца в форме куба, ребра которого совпадали с направлениями x (электрическая ось), y и z (оптическая ось) и имели длину около 8 мм, были проведены статическим методом. Противоположные, перпендикулярные оси x , грани образцов доводились шлифовкой и полировкой до плоскопараллельности с точностью в пределах 1–2 мк, а затем покрывались контактным слоем серебра методом вакуумного напыления. Кристаллографическая ориентация контролировалась на рентгеновском гониометре.

Конструкция специально изготовленной камеры, в которую помещался исследуемый образец, позволяла подвергать образец одноосному сжатию и изменять его температуру в широких пределах. Сжимающее образец усилие передавалось внутрь камеры через сильфонный узел с помощью грузопоршневого манометра МП-600, величина усилия задавалась числом и весом дискообразных гирь, нагруженных на поршень манометра. Для измерения пьезомодуля при любом значении созданного напряжения сжатия в образце поршень манометра нагружался каждый раз одной и той же дополнительной гирей весом 0,5 кг.

Измерение пьезомодуля проводилось в следующем порядке. Образец подвергался одноосному сжатию вдоль оси x , при этом на гранях с серебряными контактами возникал поляризационный заряд. После снятия поляризационного заряда коротким