

4. П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин, С. С. Алиев. Колебательная релаксация в жидком бензоле. *Ж. физ. хим.*, 1968, 42, 7, 1804—1806.
5. P. K. Habibullayev, M. G. Haliulin, S. S. Aliyev, M. I. Shakhparonov, L. V. Lanshina. Acoustic dispersion and its mechanism in benzene, pyridine, chloroform and some other liquids in frequency range 10—5000 mc/S. The 6 International Congress on Acoustics, Tokyo, Japan, 1968, p. 0—37.
6. М. И. Шахпаронов. О механизме низкочастотной диэлектрической релаксации и вязкого течения в спиртах и воде. Докл. АН СССР, 1967, 175, 5, 1097—1100.
7. М. И. Шахпаронов. Современные проблемы теории жидкостей. Сб. «Совр. пробл. физ. хим.», 1, Изд-во МГУ, 1968, 51—76.
8. Физическая акустика. Под ред. У. М. Мезона, II, ч. А., М., «Мир», 1968.

Московский государственный  
университет

Поступило в редакцию  
6 января 1969 г.

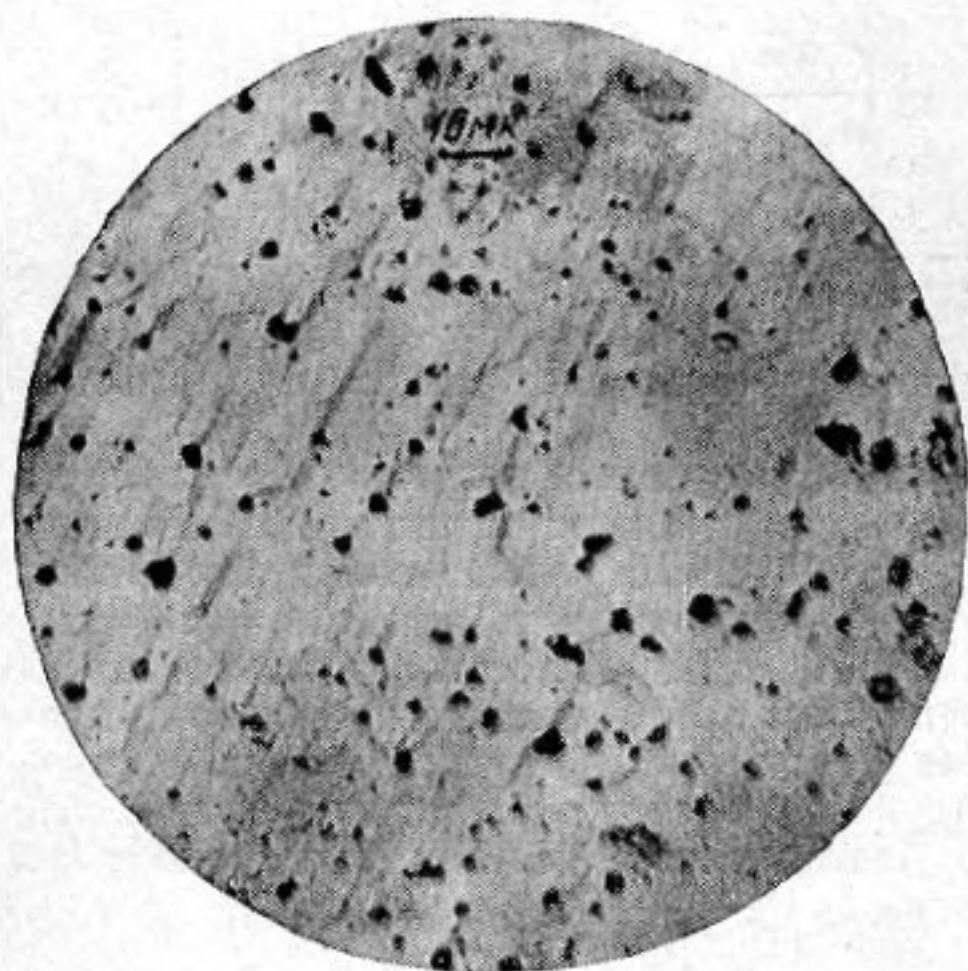
УДК 534.22

## СКОРОСТЬ ЗВУКА В ПОРИСТОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИКЕ

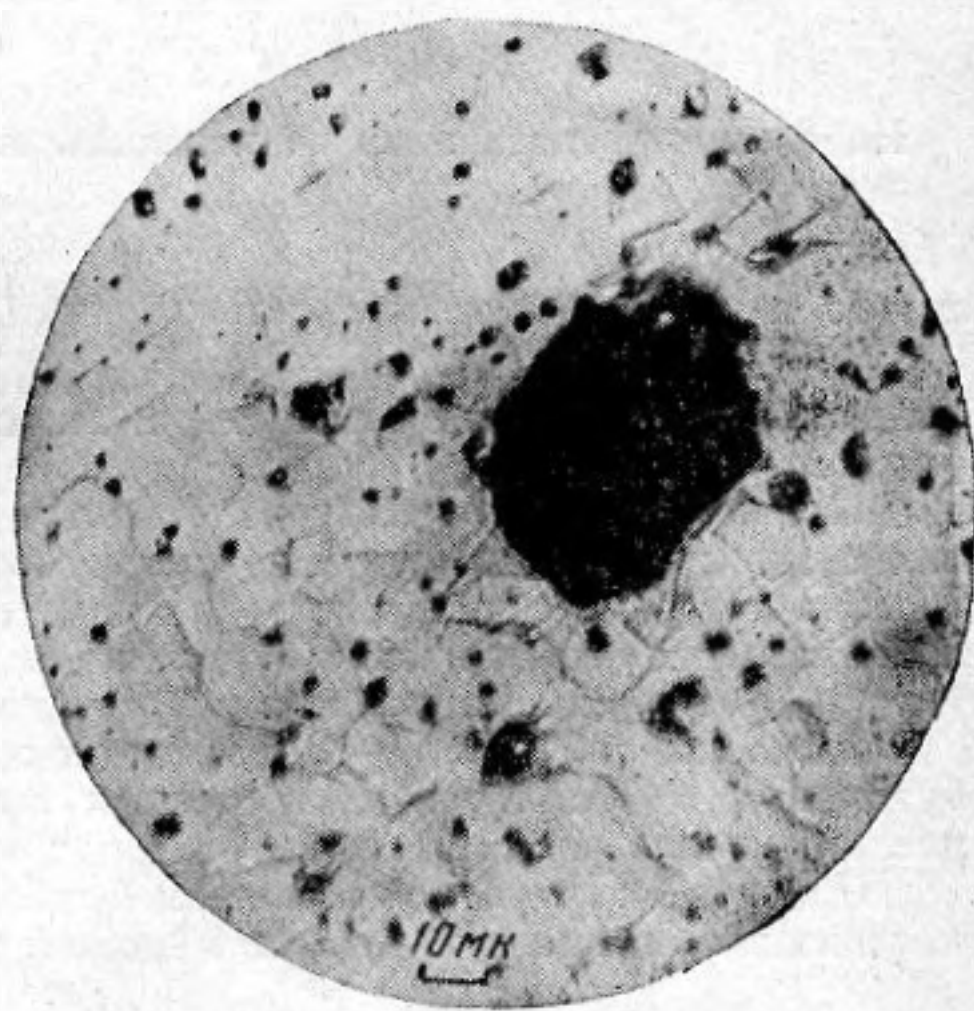
*Н. И. Моргачева, А. П. Находнова*

Нами исследовано влияние пористости на скорость звука в пьезокерамических материалах. Опыты проводились на двух системах:  $(\text{Ba}_{0,8}\text{Pb}_{0,12}\text{Ca}_{0,08})\text{TiO}_3$  и  $(\text{Pb}_{0,6}\text{Ba}_{0,4})\text{Nb}_2\text{O}_6$ . Твердые растворы этих систем мы получали методом совместного осаждения с последующим прокаливанием смеси солей при температуре 1000—1050°, из этих твердых растворов изготовлялись керамические образцы. Плотность и пористость образцов определялись методом гидростатического взвешивания, скорость распространения звука определялась на поляризованных образцах по резонансным частотам.

Опыты показали, что при увеличении и открытой пористости от 0 до 4% систематических изменений скорости распространения звука не наблюдается. Для системы  $(\text{Ba}_{0,8}\text{Pb}_{0,12}\text{Ca}_{0,08})\text{TiO}_3$  скорость распространения радиальных волн колеблется в пределах 4,65—5,0 км/сек, для  $(\text{Pb}_{0,6}\text{Ba}_{0,4})\text{Nb}_2\text{O}_6$  — в пределах 3,70—4,00 км/сек. Дальнейшее повышение пористости сопровождается небольшим понижением скорости распространения звука. При величине объемной пористости, равной примерно



Фиг. 1



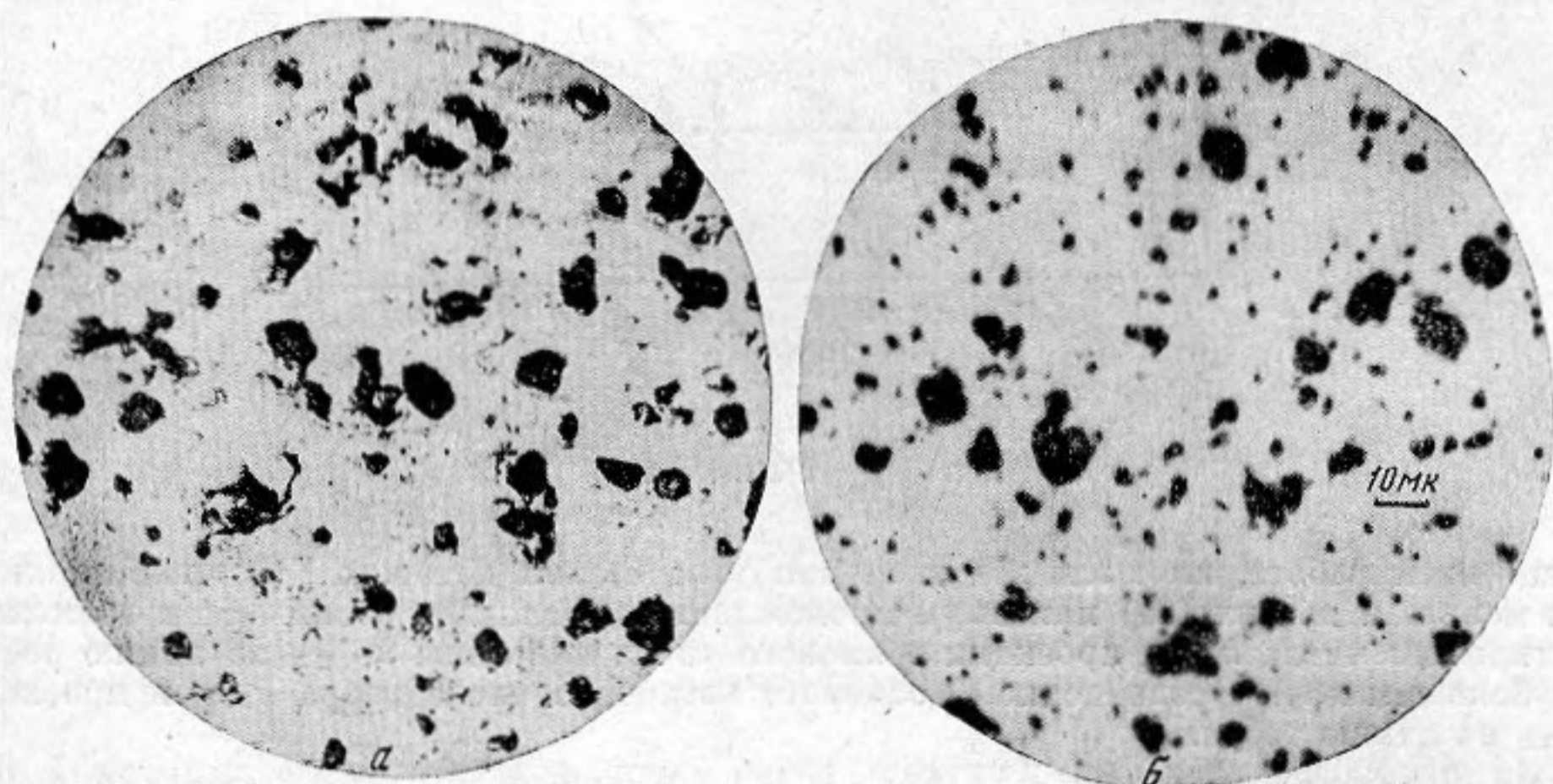
Фиг. 3

8,2—8,5%, скорость распространения звука для первой системы снижается до 4,23 км/сек, для второй — до 3,4 км/сек, что составляет примерно 85—87% от максимальной величины. Пьезомодуль  $d_{31}$ , модуль Юнга и коэффициент электромеханической связи с увеличением объемной пористости керамики изменяются в соответствии со скоростью распространения звука.

Для выяснения причины относительно слабого влияния пористости пьезокерамики на скорость звука нами изучались микрошлифы керамических образцов с различной скоростью распространения звуковых волн. Результаты обследования пока-



зали, что максимальная скорость звука наблюдается в образцах, которые имеют не только малую пористость ( $\leq 0,3\%$ ), но и небольшой диаметр пор, не превышающий 5 мк (фиг. 1), микрошлифы пьезокерамики  $(\text{Ba}_{0,8}\text{Pb}_{0,12}\text{Ca}_{0,08})\text{TiO}_3$ ,  $\eta = 0,3\%$ ,  $c = 5$  км/сек. Высокая скорость распространения звука ( $\approx 98-99\%$  от максимальной величины) сохраняется и при большем содержании пор в объеме образца, если они равномерно распределены по объему и максимальный диаметр пор не превышает 12 мк (фиг. 2, микрошлифы пьезокерамики: *a* —  $(\text{Ba}_{0,8}\text{Pb}_{0,12}\text{Ca}_{0,08})\text{TiO}_3$ ,  $c = 4,90$  км/сек,  $\eta = 3,5\%$ ; *b* —  $(\text{Pb}_{0,6}\text{Ba}_{0,4})\text{Nb}_2\text{O}_6$ ,  $c = 3,96$  км/сек,  $\eta = 2,0\%$ ).



Фиг. 2

В случае неравномерного распределения органического пластификатора в порошке, а также при наличии примеси углекислых солей Ba и Ca в твердом растворе (при содержании связанного  $\text{CO}_2$  0,02%) керамические образцы имеют отдельные включения крупных пор. При наличии пор диаметром  $\geq 50$  мк скорость распространения звука заметно снижается даже в том случае, если содержание пор в объеме керамики не превышает 0,2% (фиг. 3, микрошлиф пьезокерамики  $(\text{Ba}_{0,8}\text{Pb}_{0,12}\text{Ca}_{0,08})\text{TiO}_3$ ,  $\eta = 0,2\%$ ,  $c = 4,5$  км/сек).

С увеличением пористости скорость распространения звуковых волн заметно снижается, если среди основной массы мелких пор встречаются включения пор  $\varnothing \approx 20-25$  мк.

Из изложенного выше следует, что чем больше размер пор, тем при меньшем содержании их в объеме образца наблюдается снижение скорости звука в пьезокерамике. Чем больше пористость керамики, тем при меньшем размере пор наблюдается снижение скорости распространения звуковых волн.

Всесоюзный н.-и. институт химических реактивов  
и особо чистых химических веществ  
г. Донецк

Поступило в редакцию  
25 апреля 1966 г.

УДК 534.833.524.2

## О ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ОДИНОЧНОГО РЕБРА ЖЕСТКОСТИ

А. С. Никифоров

Оболочки многих современных инженерных конструкций (судов, самолетов и тому подобное) обычно бывают подкреплены многочисленными ребрами. Для изгибных волн, распространяющихся по такой оболочке, ребра представляют некоторое препятствие. Виброизоляция их исследована, например, в работах [1, 2], в предположении недеформируемости формы поперечного сечения ребер. В ребре с вытянутой формой поперечного сечения на достаточно высоких частотах становится возможным распространение изгибных волн в направлении его высоты [3]. Представляется интересным оценить виброизоляцию ребра по отношению к диффузному полю изгибных волн в подкрепляемой пластине с учетом указанных волновых эффектов.