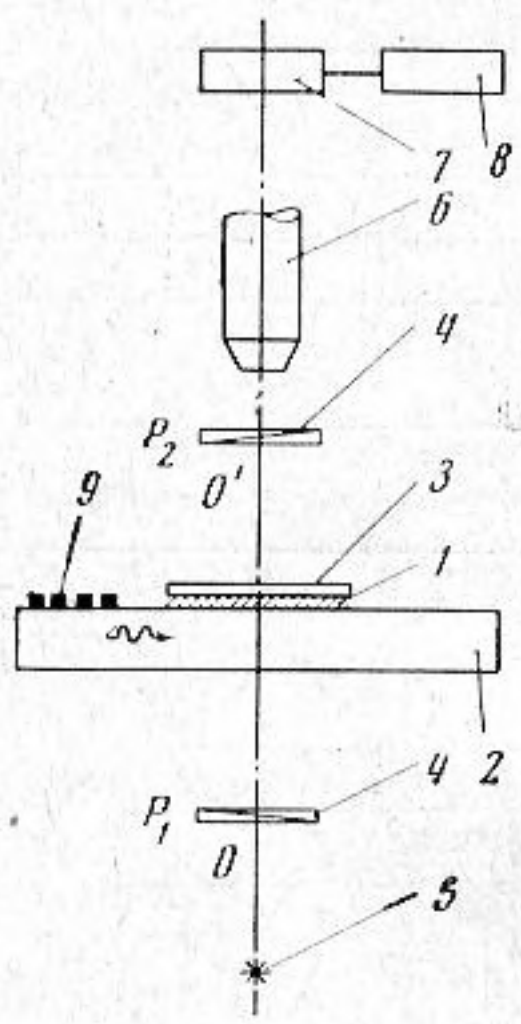
УДК 534.6

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН С ПОМОЩЬЮ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

О. А. Капустина, А. А. Талашев

Известно [1—3], что под действием ультразвуковых волн тонкий слой нематического жидкого кристалла изменяет свою прозрачность. Этот эффект можно использовать для визуализации ультразвуковых полей.

Ниже описаны эксперименты по визуализации ультразвуковых поверхностных волн в диапазоне частот 6—30 *Мгц* с помощью однородно ориентированного нормального слоя нематического жидкого кристалла. По своим оптическим свойствам этот слой подобен пластинке одноосного кристалла, вырезанной перпендикулярно оптической оси [4]. Это значит, что, будучи помещен между скрещенными поляроидами, такой слой окажется непрозрачным для луча света, падающего в направлении нормали к пластине-подложке, на которой лежит кристалл. При распространении по подложке ультразвуковой волны ориентация молекул в слое изменяется, так что оптические оси молекул оказываются повернутыми [4]; в соответствии с поворотом осей происходит просветление слоя, зависящее от распределения колебательной скорости по поверхности подложки, т. е. с помощью нормального слоя жидкого кристалла можно визуализировать поле ультразвуковой поверхностной волны.



Фиг. 1

Экспериментальная установка представлена на фиг. 1. Слой жидкого кристалла *1* толщиной около 15 *мк* заключен между подложкой *2* из монокристалла кварца Y-среза (0,8 × 2 × 6 *см*) и покровным стеклом *3*. Эта ячейка находится между скрещенными поляроидами *4*. Изменение прозрачности контролировалось с помощью измерения интенсивности светового потока от источника *5* после поляроида-анализатора P_2 фотоумножителем *7*, связанным с гальванометром *8*. Фоторегистрация наблюдаемой картины осуществлялась с помощью фотоприставки *6* поляризационного микроскопа.

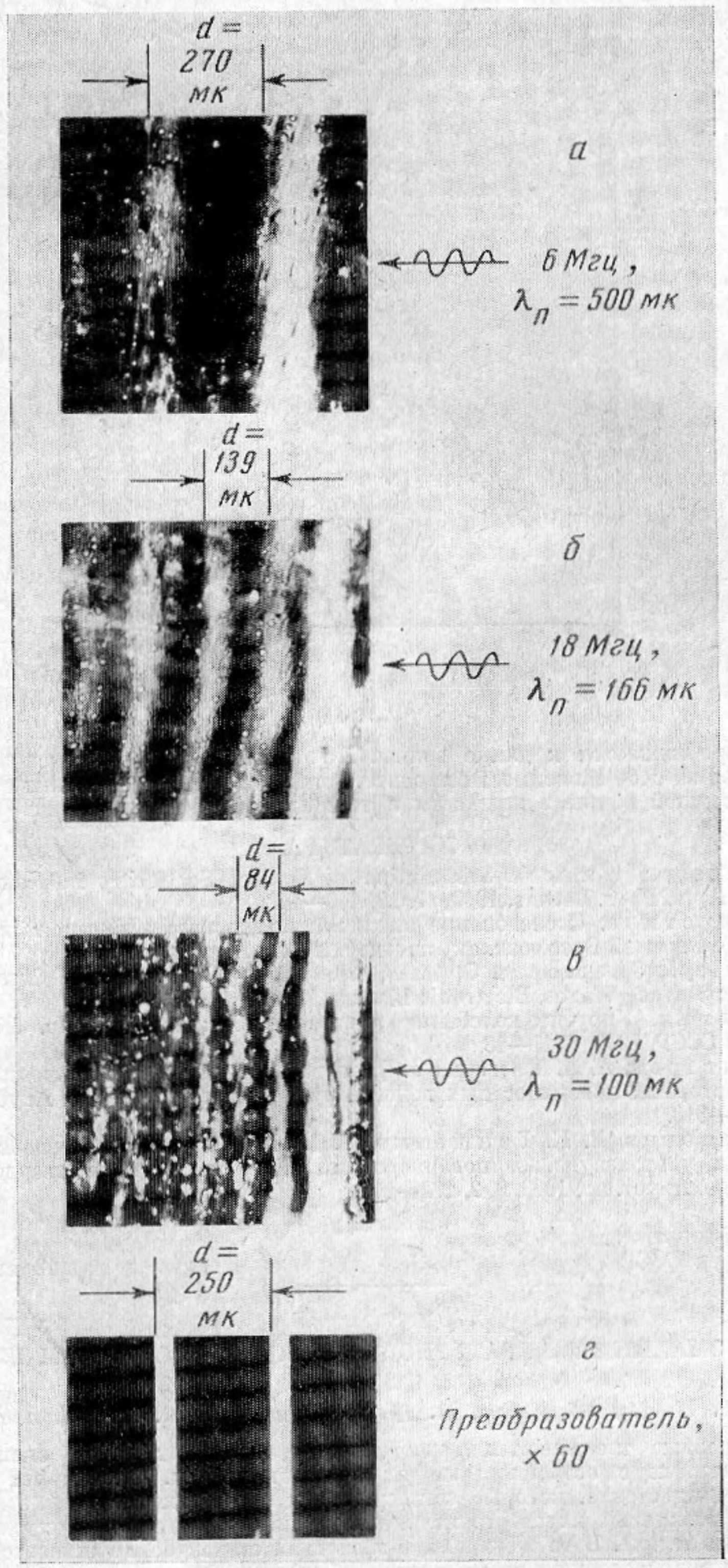
Поверхностные волны возбуждались на оптически полированной поверхности Y-среза кварца с помощью преобразователя в виде двухфазной системы электродов *9*, полученных гравировкой алюминиевой пленки [5]. Преобразователь, содержащий восемь пар электродов, был рассчитан на основную частоту 6 *Мгц* (расстояние между электродами 250 *мк*) и работал на первой, третьей и пятой гармониках. Расстояние от преобразователя до края слоя жидкого кристалла составляло около 1 *см*. Использовался жидкий кристалл метоксибензилиденбутиланилина с интервалом нематической фазы 21—42° С.

На фиг. 2 представлены картины, наблюдавшиеся на частотах 6, 18 и 30 *Мгц*, соответственно *а*, *б* и *в* (увеличение × 60). В качестве масштаба на фиг. 2, *г* приведена фотография части поверхности преобразователя. Видно, что возникает четкая последовательность полос, светлых и темных, причем наиболее яркие из них отвечают части слоя, близкой к преобразователю. С повышением напряжения на преобразователе яркость светлых полос возрастала.

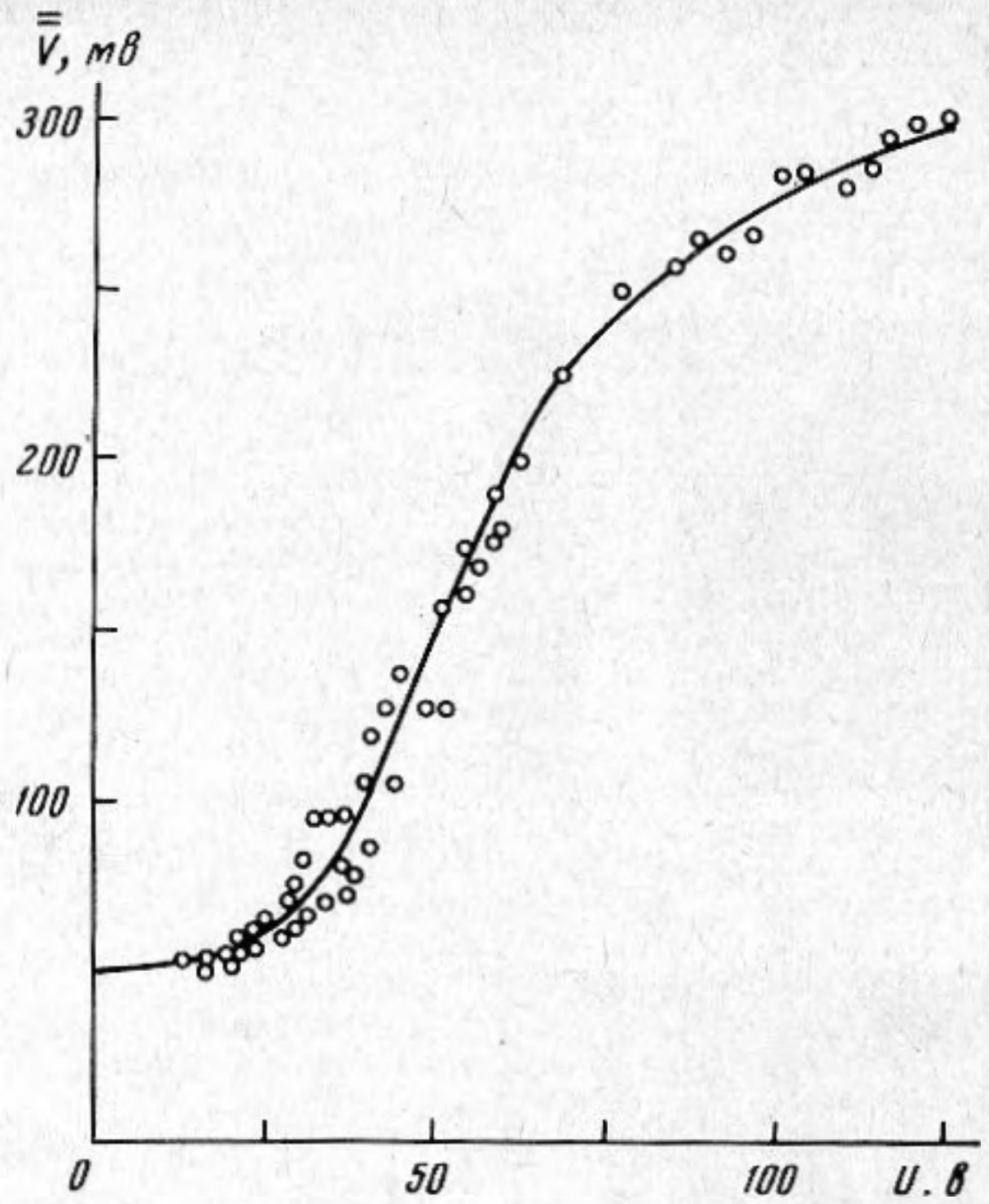
На фиг. 3 представлена кривая зависимости напряжения на выходе фотоумножителя v, пропорционального средней за период интенсивности светового потока, прошедшего через систему, от электрического напряжения на преобразователе U, пропорционального колебательной скорости в волне, для частоты 30 *Мгц*. Аналогичные кривые были получены и для других частот. Как видно из фиг. 3, v является нелинейной функцией U. Отчетливо видно, что при напряжении около 150 *в* эффект стремится к насыщению. Оценки показывают, что минимальное значение интенсивности в волне, при которой в данном диапазоне частот можно различить просветление, составляет несколько сотых долей *вт/см*^{2}.

Следует отметить, что при соответственной калибровке устройство такого рода может быть использовано для измерения амплитуды колебательной скорости в поверхностной волне.

На представленных на фиг. 2 фотографиях расстояние между светлыми полосками составляет 270, 139 и 84 *мк* соответственно для частот 6, 18 и 30 *Мгц*. Этим частотам отвечают длины поверхностных волн в материале подложки 500, 166 и 100 *мк*. Следовательно, на частоте 6 *Мгц* расстояние между светлыми полосами соответствуют приблизительно половине длины волны, тогда как на двух других час-


d = 270 мк
а
6 Мгц,
$\lambda_п$ = 500 мк
d = 139 мк
б
18 Мгц,
$\lambda_п$ = 166 мк
d = 84 мк
в
30 Мгц,
$\lambda_п$ = 100 мк
d = 250 мк
г
Преобразователь,
× 60

Фиг. 2



Фиг. 3

тотах оно приближается к длине волны. По-видимому, такое расхождение может быть отнесено за счет зависимости характеристик поверхностной волны от соотношения между длиной волны в жидкости и толщиной слоя на подложке [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. L. W. Kessler. Ultrasonic Stimulation of Optical Scattering in Nematic Liquid Crystals. Appl. Phys. Letters, 1970, **17**, 10, 440—442.
2. О. А. Капустина. Исследование оптико-акустического эффекта в жидком кристалле. Тез. докл. 7 Всесоюзн. акуст. конф., 1971, «Наука», Л.
3. L. E. Davis, J. Chambers. Optical Scattering in Nematic Liqud Crystal induced by acustic Surface Waves. Electronic Letters, 1971, **7**, 11, 287.
4. В. В. Золина. Упругие колебания анизотропной жидкости. Тр. Ломоносовск. ин-та АН СССР, 1936, 8, 11—18.
5. И. А. Викторов, А. А. Талашев. Преобразователи для возбуждения и приема высокочастотных поверхностных волн, получаемые гравировкой. Акуст. ж., 1971, 17, 2, 309—310.
6. И. А. Викторов, Е. К. Грищенко, Т. М. Каёкина. Исследование распространения ультразвуковых поверхностных волн на границе твердого тела с жидкостью. Акуст. ж., 1963, **9**, 2, 162—170.

Акустический институт
Академии наук СССР

Поступила
12 июля 1972 г.

УДК 534.22—16

ОБ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ЗВУКА В СТЕКЛАХ

М. Н. Кульбицкая, В. П. Романов, В. А. Шутилов

Стеклообразные твердые тела, как известно, обладают рядом специфических свойств, связанных с особенностями их микроструктуры. Существует несколько моделей строения стекла, которые согласуются и с большинством из этих свойств, и с данными различных видов структурного анализа (рентгено-, электроно-, нейтронографического и др.). В то же время в свойствах стекол обнаруживается ряд аномалий, которые в настоящее время трудно объяснить на микроскопическом уровне на основании этих моделей. Для объяснения этих аномалий можно, однако, использовать другой, полуэмпирический подход, связав их со специфическими особенностями, характерными для строения стекла. В свою очередь такой подход может