

ЭФФЕКТ АНОМАЛЬНОГО ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В СУПЕРИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ

В.Л.Скрицкий, В.И.Самуленис, Г.Б.Тельнова

Впервые экспериментально обнаружен эффект аномального затухания и изменения скорости ультразвуковых волн в суперионных кристаллах под действием постоянного электрического поля.

Суперионные кристаллы привлекают внимание исследователей к себе тем, что имеют аномально большую ионную электропроводность¹ и имеют широкое практическое применение². Однако физические процессы при протекании электрического тока в них изучены недостаточно. Совокупность проведенных к настоящему времени теоретических и экспериментальных исследований указывают на возможность влияния электрических полей на электрические и акустические свойства кристаллов со смешанной и электронно-ионной электропроводностью³⁻⁶. Однако сведения об упругих свойствах кристаллов, находящихся в суперионном состоянии, под действием электрического поля отсутствуют.

В настоящей работе было проведено исследование влияния постоянного электрического поля на распространение ультразвуковых волн (УЗВ) в суперионных кристаллах RbAg_4I_5 и $\text{Na} - \beta$ -глинозема. Было обнаружено аномально большое изменение затухания под действием электрического поля. Для измерений применялись образцы RbAg_4I_5 и $\text{Na} - \beta$ -глинозема, вырезанные из монокристаллов и соответствующим образом приготовленные для ультразвуку-

ковых измерений. Размеры образцов $0,4 \times 0,5 \times 0,5$ см и $0,5 \times 0,6 \times 0,6$ см. Измерения проводились импульсным УЗВ методом в диапазоне частот $20 \div 60$ МГц.

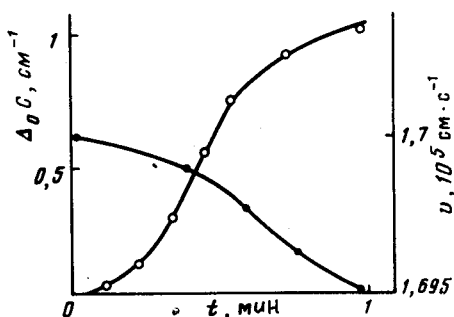


Рис. 1

Рис. 1. Изменение коэффициента поглощения (○) и скорости (●) УЗВ во времени под действием постоянного электрического поля $E = 5 \text{ В}\cdot\text{см}^{-1}$ в кристалле RbAg_4I_5 .

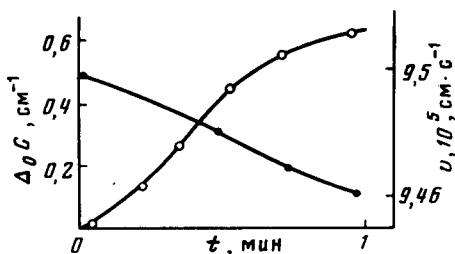


Рис. 2

Рис. 2. Изменение коэффициента поглощения (○) и скорости (●) УЗВ во времени под действием постоянного электрического поля $E = 5 \text{ В}\cdot\text{см}^{-1}$ в кристалле $\text{Na} - \beta$ -глинозема.

Продольная ультразвуковая волна распространялась в направлении [001] кристалла RbAg_4I_5 и вдоль проводящих плоскостей в кристалле $\text{Na} - \beta$ -глинозема. Постоянное электрическое поле создавалось как вдоль волнового вектора УЗВ, так и перпендикулярно ему. Применялись электрические контакты из серебра для RbAg_4I_5 и натрия для $\text{Na} - \beta$ -глинозема. Измерения проводились при комнатной температуре. Типичные результаты изменения коэффициента поглощения и скорости УЗВ от времени при наложении постоянного поля, для образца RbAg_4I_5 , представлены на рис. 1. Видно, что при наложении электрического поля коэффициент поглощения УЗВ медленно увеличивается и достигает аномально больших, для частоты 20 МГц, величин ($\Delta\alpha > 1 \text{ см}^{-1}$), а скорость УЗВ уменьшается. После снятия электрического поля, с течением времени, поглощение и скорость УЗВ принимают свои первоначальные значения. Аналогичное поведение скорости и поглощения УЗВ были получены и тогда, когда электрическое поле направлено перпендикулярно направлению распространения УЗВ. Это указывает на то, что эффект увеличения затухания является объемным. Похожие результаты были получены и в кристалле $\text{Na} - \beta$ -глинозема (рис. 2), однако относительные изменения скорости и коэффициента поглощения в этом случае меньше. Нужно отметить, что для кристаллов $\text{Na} - \beta$ -глинозема, действие постоянного электрического поля, приложенного перпендикулярно проводящим плоскостям не приводит к изменению скорости и поглощения УЗВ. Сильные временные зависимости измеряемых величин не позволили точно установить частотную зависимость $\alpha = f(\omega)_{E = \text{const}}$, но с большим основанием можно считать, что в интервале частот $20 \div 60$ МГц, изменение поглощения УЗВ или частотно независимо или эта зависимость выражена слабо. Аналогичный эффект наблюдается и при распространении поперечных УЗВ в исследуемых нами образцах при приложении постоянного электрического поля.

Влияние постоянного электрического поля на распространение УЗВ наблюдалось нами ранее для кристаллов со смешанной электронно-ионной проводимостью прустита (Ag_3AsS_3)⁶ и миаргирита (AgSbS_2)⁵. В пьезоэлектрических кристаллах прустита такое влияние объясняется увеличением его электропроводности и акустоэлектрическим взаимодействием. В непьезоэлектрическом кристалле миаргирита влияние постоянного электрического поля можно объяснить суперионным фазовым переходом, который индуцирует электрическое поле³. В нашем случае кристаллы RbAg_4I_5 и $\text{Na} - \beta$ -глинозема не обладают пьезоэффектом, электронная составляющая электропроводности ничтожно мала, а кристаллы, при комнатной температуре, уже находятся в суперионном состоянии. Поэтому оба указанных выше механизма не применимы. Таким образом полученные нами результаты дают некоторое основание

сделать предположение о существовании нового механизма взаимодействия УЗВ с ионами проводимости в суперионных кристаллах, который ответственен за аномально большое изменение поглощения и скорости УЗВ под действием электрического поля.

По-видимому, наблюдаемый эффект является общим для всех суперионных кристаллов и требует дальнейшего теоретического и экспериментального исследования.

Литература

1. *Bradley I.N., Greene P.D.* Trans. Farad. Soc., 1966, 62, 2069; 1967, 63, 424, 2516.
2. *Трейер В.В.* Заруб. радиоэп. 1977, №6, 124.
3. *Гуревич Ю.Я., Харкац Ю.И.* УФН, 1982, 136, 693.
4. *Валюкенас В.И., Орлюкас А.С., Сакалас А.Р., Миколайтис В.А.* ФТТ, 1979, 21, 2449.
5. *Самуленис В.И., Валюкенас В.И., Скрицкий В.Л., Орлюкас А.С.* Кн. IX Всесоюзное совещание по сегнетоэлектричеству, Ростов-на-Дону, ч. II 1979, 41.
6. *Скрицкий В.Л., Самуленис В.И.* ФТТ, 1980, 22, 3496.

Вильнюсский
государственный университет
им. В.Капсукаса

Поступила в редакцию
15 ноября 1982 г.