

05.1
©1995

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ ДИГЛИЦИННИТРАТА

Н. Мухтаров, Н. К. Юшин

К числу наименее изученных глицинодержащих сегнетоэлектриков относятся кристаллы диглициннитрата (ДНГ) $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH})_2\text{HNO}_3$. Известно [1], что кристаллы ДНГ являются сегнетоэлектриком ниже температуры 206 К. Параэлектрическая и сегнетоэлектрическая фазы моноклинные. Фазовый переход (ФП) является переходом второго рода, относится к типу порядок-беспорядок и происходит с изменением симметрии $2/m \rightarrow m$ [2,3]. Вектор спонтанной поляризации лежит в плоскости симметрии, и его направление совпадает с направлением [101].

Отличительной особенностью кристаллов ДНГ является то, что у ДНГ при ФП исчезает ось второго порядка, в то время как у остальных глицинодержащих кристаллов она становится сегнетоэлектрической, что в большей степени и обуславливает интерес к его исследованиям [4].

В литературе имеются данные, посвященные в основном диэлектрическим измерениям [4-6], что касается акустических исследований, то они практически отсутствуют, лишь в работе [7] приведены результаты исследований по ультразвуковой релаксации и упругим свойствам чистых кристаллов ДНГ.

В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований скорости распространения и затухания продольных ультразвуковых волн (УЗВ) в интервале температур (195÷220) К, включающем температуру ФП в кристаллах ДНГ. Измерения проводились как в чистых, так и в подвергнутых ультрафиолетовому (УФ) и нейтронному облучениям образцах.

Кристаллы ДНГ были выращены из водных растворов методом медленного испарения растворителя при постоянной температуре $T = 310$ К. Облучение образцов УФ-лучами производилось путем последовательного наращивания дозы облучения по времени (время облучения 4, 8 и 20 ч). В качестве источника УФ-излучения была использована ртутная лампа ДРЛ-250, работающая в паспортном режиме. Облучение велось в основном без применения фо-

кусирующей оптики как вдоль полярной оси, так и в перпендикулярном ее направлении путем помещения образца на столик, вращающийся со скоростью 60 об/мин. Было замечено, что при интенсивном облучении образец становится матовым и принимает бледно-желтую окраску. Облучение образцов нейтронами производилось плутонийбериллиевым источником. Доза облучения по времени составляла 8 и 20 ч. При такой дозе облучения число нейтронов, прошедших через образец, составляло $2 \cdot 10^8$ и $5 \cdot 10^8$ соответственно. Для сравнения приведем данные из [8], где показано, что при облучении кристалла только быстрыми нейтронами при флюенсе 10^{20} б.н./см² могут возникать до 10^{22} см⁻³ дефектов.

Изменения скорости и коэффициента поглощения УЗВ проводились на частоте 10 МГц вдоль направления кристаллографической оси Y (ось второго порядка в параэлектрической фазе). Скорость УЗВ измерялась методом импульсной интерференции (метод наложения импульсов) [9] с точностью 0.05%, а затухание — по спаду эхосигналов с точностью 10%. Исследуемые образцы имели размеры 6×6×6 мм.

Результаты температурных измерений скорости распространения и затухания УЗВ для УФ облученных образцов представлены на рис. 1, а для образцов, облученных нейтронами, на рис. 2. Там же приведены и результаты измерений для чистых кристаллов ДНГ. Из рисунков видно, что при ФП облучение как УФ-лучами, так и нейтронами приводит к значительному уменьшению скачка скорости УЗВ и релаксационного пика поглощения, к его уширению. Точка Кюри смещается в область высоких температур. Скачок скорости при ФП в чистом ДНГ составляет примерно 110 ± 2 м/с, а для образцов с максимальной дозой облучения (20 ч) — 92 ± 2 м/с для УФ-облученных и 81 ± 2 м/с для облученных нейтронами. Сдвиг точки Кюри составляет примерно 1.2 и 1.8 соответственно. Подобная аномалия в значениях скорости и поглощения УЗВ была выявлена нами ранее для УФ-облученных кристаллов ТГС [10].

Обращает на себя внимание ярко выраженный острый минимум скорости звука в области перехода в сегнетофазе в чистых кристаллах ДНГ. По мере увеличения дозы облучения этот минимум размывается. Согласно данным работы [11], такая особенность присуща полидоменным образцам, а в монодоменных образцах зависимость скорости звука от температуры имеет более плавный вид.

Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения, так как в поведении скорости УЗВ вблизи ФП в сегнетофазе, возможно, играют не последнюю роль релаксационные про-

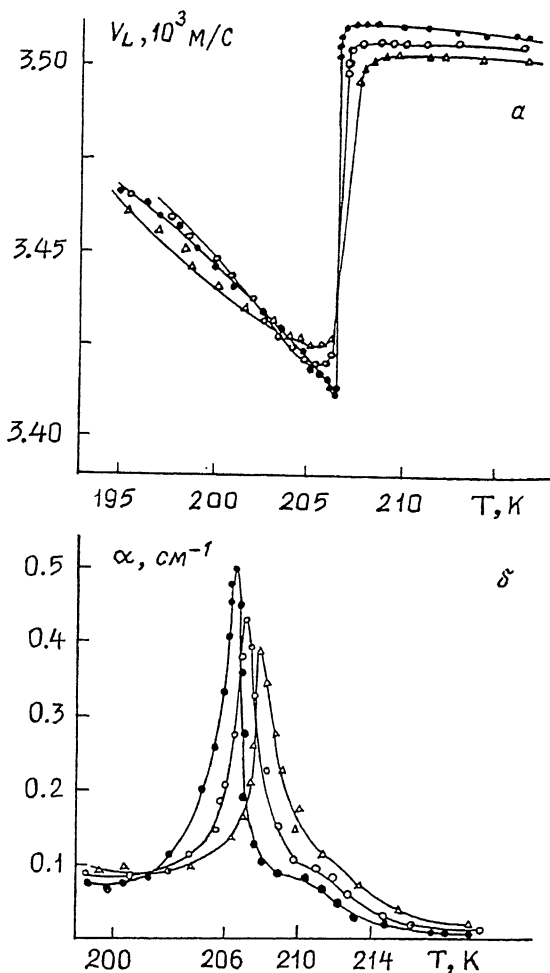


Рис. 1. Температурные зависимости скорости (а) и затухания (б) продольных упругих волн в кристалле ДНГ, подвергнутом УФ облучению. ● — необлученный кристалл, ○ — 8 ч облучения, △ — 20 ч облучения.

цессы, связанные с ускорением движения доменных стенок вблизи температуры ФП. В любом случае образующиеся в результате облучения радиационные дефекты не только замедляют движение доменных стенок, но и размывают ФП [12].

Полученные экспериментальные результаты по акустическим характеристикам облученных кристаллов ДНГ можно интерпретировать также в рамках модели дефектов, предложенной в [13,14]. Согласно этой модели, дефект пред-

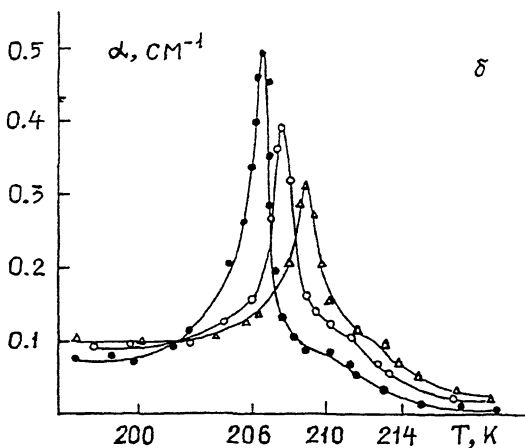
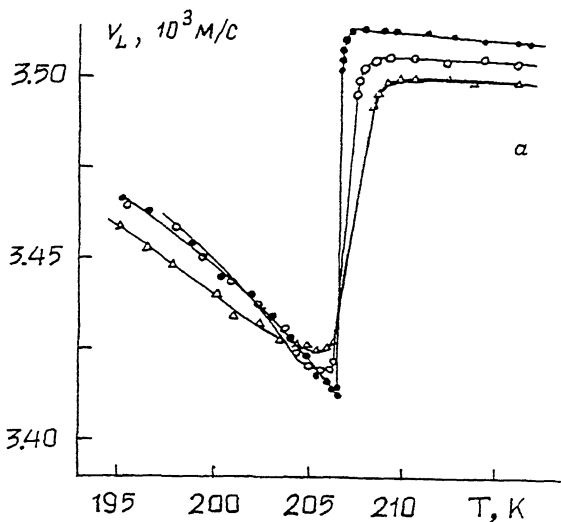


Рис. 2. Температурные зависимости скорости (а) и затухания (б) продольных упругих волн в кристалле ДГН, подвергнутом облучению нейтронами. ● — необлученный кристалл, ○ — 8 ч облучения, △ — 20 ч облучения.

ставляется в виде объема радиусом порядка постоянной решетки с фиксированным в нем значением поляризации как ниже, так и выше точки Кюри. Такой полярный дефект вызывает поляризацию в кристалле, спадающую на расстоянии порядка радиуса корреляции. В околодефектной области существует сильное пьезоэлектрическое взаи-

модействие упругой деформации с поляризацией. При приближении температуры к температуре ФП радиус корреляции растет, соответственно растет и вклад дефектов в комплексный модуль упругости. Для одноосных сегнетоэлектриков полярные дефекты приводят к критическому уменьшению скорости УЗВ и росту затухания, пропорциональному квадрату поляризации на дефект.

В заключение авторы выражают благодарность Я. Шукурову и Х. Ганиеву за помощь в подготовке образцов к измерениям.

Список литературы

- [1] *Pepinsky R., Vedam K., Hoshino S., Okaya Y.* Phys. Rev. 1958. V. 111. N 2. P. 430-432.
- [2] *Hoshino S., Sato S., Toyoda K.* // Jpn. J. Appl. Phys. 1963. V. 2. N 4. P. 519-520.
- [3] *Sato S.* // J. Phys. Soc. Jpn. 1968. V. 25. N 1. P. 185-201.
- [4] *Игошин И.И.* // 1984. Т. 26. В. 4. С. 985-988.
- [5] *Тараскин С.А., Савилова Э.В., Струков Б.А., Варикаш В.М.* // Изв. АН СССР. 1985. Сер. физич. Т. 49. № 2. С. 268-271.
- [6] *Хасиневич Н.И., Варикаш В.М., Чобот Г.М., Родин С.В.* // Кристаллография. 1984. Т. 29. В. 5. С. 1030-1031.
- [7] *Струков Б.А., Родин С.В., Минаева К.А., Ленчик И.А.* // ФТТ. 1988. Т. 30. В. 3. С. 310-313.
- [8] *Паташинский А.З.* // ФТТ. 1987. Т. 29. В. 10. С. 3172-3174.
- [9] *Труэлл Р., Эльбаум Ч., Чик Б.* Ультразвуковые методы в физике твердого тела. М.: Мир, 1972. 307 с.
- [10] *Адгамов А.А., Мухтаров Н., Рахимов И., Гайсина Л.* // ДАН Тадж. ССР. 1985. Т. 28. № 5. С. 278-280.
- [11] *Szuba S.* // Acta Phys. Pol. 1983. V. A64. N 1. P. 39-53.
- [12] *Плешков Е.В.* Действие радиации на сегнетоэлектрики. Ташкент: Фан, 1972. 136 с.
- [13] *Леванюк А.П., Осипов В.В., Сигов А.С., Собянин А.А.* // ЖЭТФ. 1979. Т. 76. В. 1. С. 345-368.
- [14] *Ермолов А.Ф., Леванюк А.П., Сигов А.С.* // ФТТ. 1979. Т. 21. В. 12. С. 3628-3633.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе РАН
Санкт-Петербург

Поступило в редакцию
5 июля 1995 г.