Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 2

ФИЗИКА

И. С. ЖЕЛУДЕВ, М. А. ПРОСКУРНИН, В. А. ЮРИН и А. С. БОБЕРКИН

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СЕГНЕТОВОЙ СОЛИ, ПОДВЕРГШЕЙСЯ РАДИОАКТИВНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

(Представлено академиком А. В. Шубниковым 2 IV 1955)

Процесс поляризации сегнетовой соли $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, как и других сегнетоэлектриков, удобно может быть изучен при наблюдении петель гистерезиса. Используя применяемые для этой цели простые, описанные в литературе ([1], [2]) радиотехнические схемы, удается наблюдать петли гистерезиса непосредственно на экране осциллографа.

Типичная петля гистерезиса, полученная нами таким образом на X-срезе монокристалла сегнетовой соли при температуре $+16{,}5°$ на частоте 50 гц, представлена на рис. 1 *а*. По оси абсцисс на этом рисунке откладывается приложенное напряжение (или напряженность поля в кристалле), а по оси ординат — электрическая поляризация в кул/см^2. Отметим, что гистерезисная зависимость поляризации от напряженности поля для сегнетовой соли наблюдается только в области температур, ограниченной верхней ($+24°$) и нижней ($-18°$) точками Кюри.

Известно ([1], [3]), что под воздействием постоянного электрического поля, приложенного одновременно с переменным, петли гистерезиса деформируются. Аналогичное искажение петель гистерезиса наблюдается и при действии на кристалл механических напряжений.

Мы наблюдали петли гистерезиса на образцах, подвергшихся действию радиоактивного облучения. Для этой цели образцы X-среза сегнетовой соли размером $20 \times 10 \times 1{,}5$ мм после нанесения на них электродов из сусального серебра помещались перед препаратом Co^{60}, причем доза получаемого кристаллом облучения составляла около 10^5 г в час. Образцы, подвергшиеся такому облучению, имеют петлю, резко отличную от приведенной выше петли гистерезиса. Указанное обстоятельство свидетельствует о том, что в результате облучения сегнетова соль существенно меняет свои сегнетоэлектрические свойства. Следует отметить, что ни воздействие постоянного электрического поля, ни воздействие механических напряжений к такому искажению петель гистерезиса не приводят.

На рис. 1 *б, в, г, д* приведены петли гистерезиса образцов, подвергшихся радиоактивному облучению. Как видно из этого рисунка, при малом времени облучения (рис. 1 *б*) петля претерпевает незначительное искажение, выражающееся в появлении небольшого сужения к середине. Постепенное увеличение времени облучения приводит к увеличению этого сужения (рис. 1 *в*) вплоть до получения участков с линейной поляризацией (рис. 1 *г*). Дальнейшее увеличение времени облучения приводит к тому, что сегнетова соль поляризуется подобно линейному диэлектрику (рис. 1 *д*). Отметим, что петли гистерезиса с линейным участком в середине, подобные петле, изображенной на рис. 1 *г*, аналогичны петлям поляризации у антисегнетоэлектриков ([4]). Трудно сказать, насколько справедливо представление о сегнетовой соли, подвергшейся облучению, как об истинном антисегнетоэлектрике, в котором элементарные ячейки, расположенные на одной линии, спонтанно поляризованы в одном направлении, а ячейки, расположенные на соседней линии, поляризованы в противоположном направлении.

Объяснение наблюдаемых процессов следует искать, по нашему мнению, как в изменениях атомной, так и доменной структуры сегнетовой соли. Под влиянием γ-облучения сегнетова соль подвергается заметному разложению: выделяются газы: (H_2, CO, CO_2, CH_4) в количестве около

5 молекул на 100 эв, кристалл желтеет. Общее количество распавшихся анионов $C_4H_4O_6^{2-}$ невелико: при облучении, вызывающем полную потерю сегнетоэлектрических свойств (рис. 1 *д*), распадается одна молекула соединения на несколько тысяч. При этом нейтрализуется заряд пары ионов, что, повидимому, вызывает натяжения в кристаллической решетке.

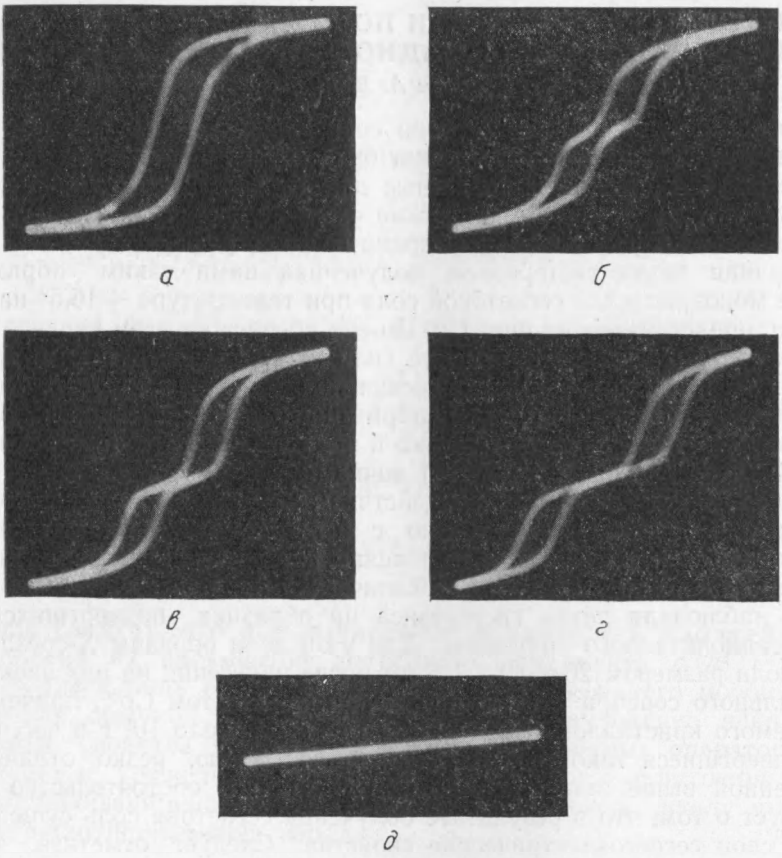


Рис. 1. Петли гистерезиса на сегнетовой соли. Максимальная напряженность поля для всех образцов $E_{max} = 1340$ в/см; соответствующая ей максимальная поляризация на необлученном образце (*а*) $P_{max} = 12{,}0 \cdot 10^{-8}$ кул/см². Масштаб по оси ординат для различных образцов различен. *а* — без облучения; *б* — *д* — после облучения в течение: *б* — 30 мин.; *в* — 1 часа; *г* — 2 час.; *д* — 13 час. 10 мин. Интенсивность облучения $1{,}0 \cdot 10^{19}$ эв·час$^{-1}$ г$^{-1}$

Кроме того, процесс освобождения газов, часть которых остается в образце, должен приводить и к нарушению доменной структуры сегнетовой соли. Таким образом, действие «легкого» радиоактивного излучения, проявляющееся через химические изменения в ионном кристалле, оказывается во много раз более эффективным, чем действие тяжелых частиц (при эффекте Вигнера) непосредственно на атомы, расположенные в узлах решетки.

Авторы благодарны акад. А. В. Шубникову за обсуждение результатов.

Институт кристаллографии Академии наук СССР и
Физико-химический институт им. Л. Я. Карпова

Поступило
31 III 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] C. B. Sawyer, C. H. Tower, Phys. Rev., 35, 269 (1930). [2] И. В. Курчатов, Сегнетоэлектрики, М.—Л., 1933. [3] R. David, Helv. Phys. Acta, 8, 431 (1935). [4] E. Sawaguchi, Y. Takagi, Phys. Rev., 84, 476 (1951).