Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 3

ФИЗИКА

И. П. КОЗЛОБАЕВ

К ВОПРОСУ О ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ТИТАНАТА БАРИЯ

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 19 V 1955)

Как известно, гидростатическое давление в монокристаллах $BaTiO_3$ смещает точку Кюри в область более низких температур ([1,2]). Точка Кюри ненагруженных образцов была 120°, а образцов при нагрузке в 2500 кГ/см² 105°, причем с увеличением давления она линейно уменьшалась. Измерения на керамических образцах подтверждают данные, полученные с монокристаллами.

Из литературы известно мало данных о влиянии односторонних механических воздействий на диэлектрические свойства керамики $BaTiO_3$ ([3]). Из теории сегнетоэлектрических явлений ([4]) следует, что величина диэлектрической проницаемости ε лишь до некоторых значений механического напряжения σ ($\sigma \ll 10^9$ дин/см²) изменяется весьма незначительно, но при $\sigma > 10^9$ дин/см² эти влияния становятся заметными. Проведенные нами измерения на поликристаллических образцах с температурой Кюри $\Theta = 127°$ показывают, что до нагрузок 400 кГ/см² ε практически не зависит от давления. При увеличении нагрузки (прямой ход) выше 400 кГ/см² ε уменьшается, и только при нагрузках выше 2000 кГ/см² ε принимает некоторое постоянное значение, которое сохраняется неизменным до нагрузок, разрушающих образец ($\sigma > 3500$ кГ/см²). Если уменьшать нагрузку (обратный ход), то можно считать, что примерно до $\sigma \approx 1600$ кГ/см² процесс протекает обратимо, значения ε в прямом и обратном ходе совпадают. При дальнейшем уменьшении нагрузки (обратный ход) для всех образцов, у которых температура Кюри значительно выше комнатной (18—20°), при которой проводились измерения, ε имеет значение выше, чем при прямом ходе. При $\sigma = 0$ значения ε выше, чем при первом измерении перед нагрузкой. Для одного из образцов зависимость ε и σ для прямого и обратного хода показана на рис. 1.

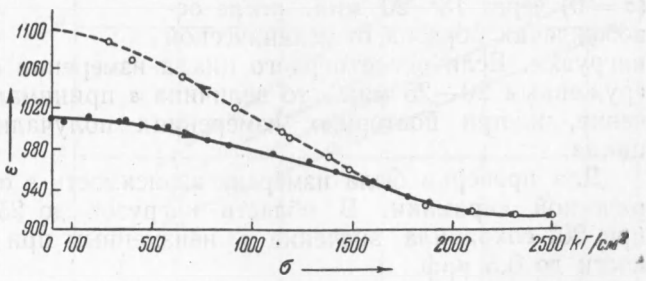


Рис. 1

Если без перерыва во времени на том же образце повторить измерения, то значения ε прямого хода второго цикла измерений совпадают со значениями ε обратного хода первого цикла измерений, а обратный ход повторного измерения дает значения ε выше прямого хода этого цикла измерений. При третьем цикле измерений процесс повторяется, но разность между значениями ε в обратном и прямом ходе меньше.

Только при четвертом цикле измерений кривая обратного хода сливается с кривой прямого хода для всех значений σ.

В образцах с температурой Кюри на 10—20° выше комнатной температуры характер зависимости ε от σ совершенно такой же, только разность в значениях ε в обратном и прямом ходе меньше. А образцы с температурой Кюри ниже комнатной температуры дали величину ε при обратном ходе меньше, чем при прямом. Результаты измерений для одного из образцов с $\Theta = 1°$ приведены на рис. 2. При повторных циклах измерений разность в значениях ε также уменьшилась.

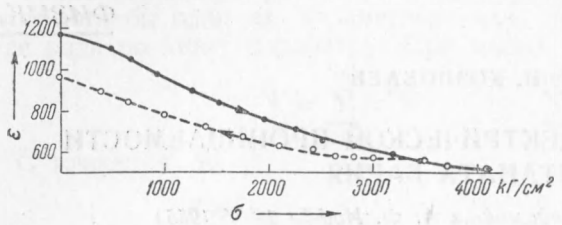


Рис. 2

Эту необратимость диэлектрической проницаемости при больших механических нагрузках в прямом и обратном ходе можно назвать механическим гистерезисом, который, вероятно, можно объяснить возникновением внутренних упругих напряжений в образце при внешних механических воздействиях. В сегнетоэлектрической области эти внутренние упругие напряжения увеличивают значения ε, а вне сегнетоэлектрической области они уменьшают ее. Со временем эти упругие напряжения рассеиваются, и образец возвращается в первоначальное состояние.

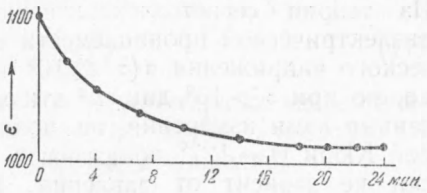


Рис. 3

Принимая за меру уменьшения упругих напряжений уменьшение ε со временем, мы получили результаты, приведенные на рис. 3. Измерения показывают, что практически ε принимает первоначальные значения ($\sigma = 0$) через 18—20 мин. после освобождения образца от механической нагрузки. Если после первого цикла измерений образец оставался ненагруженным 20—25 мин., то величина ε принимала первоначальное значение, и при повторных измерениях получались результаты первого цикла.

Для проверки была измерена зависимость ε от σ для несегнетоэлектрической керамики. В области нагрузок до 2500 кГ/см² эта керамика при 20° сохранила значение ε неизменным при точности измерения емкости до 0,5 мкф.

Такие упругие напряжения, возможно, обусловливают и температурный гистерезис ([5]).

Воронежский
государственный университет

Поступило
14 II 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Б. М. Вул, Л. Ф. Верещагин, ДАН, 48, № 9, 662 (1945). [2] W. J. Merz, Phys. Rew., 78, № 1, 52 (1950). [3] Y. Takagi, E. Sawaguchi, T. Anioka, J. Phys. Soc. Japan, 3, 270 (1948); G. Shirane, K. Sato, J. Phys. Soc. Japan, 6, 20 (1951). [4] В. Л. Гинзбург, Усп. физ. наук, 38, в. 4, 490 (1949). [5] Н. А. Рой, ДАН, 81, № 4, 545 (1951).