|  |  |
| --- | --- |
| Группа P3221 | К работе допущен |
| Студенты Раевский Григорий, Козак Борис | Работа выполнена |
| Преподаватель Коробков М. П. | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по  
лабораторной работе №3.06**

Изучение электростатических свойств сегнетоэлектриков

1. Цель работы.

Изучение свойств сегнетоэлектриков и явление петли гистерезиса для них.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

a) Определения значений электрического смещения силы насыщения , остаточной поляризации , коэрцитивной силы для предельной петли гистерезиса сегнетоэлектрика.

b) Расчет площади предельной петли гистерезиса, оценка диэлектрических потерь за цикл переполяризации.

c) Нахождение зависимости смещения D от напряженности электрического поля . Построение графика зависимости.

d) Нахождение зависимости диэлектрической проницаемости от напряженности электрического поля . Построение графика зависимости . Экстраполяция графика до пересечения осью ординат для поиска начального значения электрической проницаемости. Поиск максимального значения диэлектрической проницаемости.

3. Объект исследования.

Лабораторная установка, состоящая из рабочей части «Стенд С3-PM02. Петля гистерезиса сегнетоэлектрика» с сегнетоэлектрическим конденсатором «BK2-4» и измерительного прибора «ИСХ1».

4. Метод экспериментального исследования.

Получение экспериментальных значений горизонтальной и вертикальной координаты правой вершины петли гистерезиса в делениях шкалы экрана при изменении напряжения и значений коэффициентов и .

5. Рабочие формулы и исходные данные.

a) Напряженность электрического поля в сегнетоэлектрике:

b) Напряженность резистора :

c) Модуль вектора электрической индукции:

d) Напряжение на конденсаторе :

e) Диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектрика:

f) Величина диэлектрических потерь в единице объема:

g) Тангенс угла диэлектрических потерь в сегнетоэлектрике:

.

6. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | *ИСХ 1* | *Цифровой* | *(0;4) дел* | *0,1 дел* |
| *2* | *Сегнетоэлектрический конденсатор ВК2-4* | *Цифровой* |  |  |

7. Схема установки (*перечень схем, которые составляют Приложение 1*).

|  |  |
| --- | --- |
| Рисунок 1. Общий вид лабораторной установки. | «Стенд С3-PM02. Петля гистерезиса сегнетоэлектрика»  Измерительный прибор «ИСХ1»  Сегнетоэлектрический конденсатор «BK2-4» |

8. Результаты прямых измерений и их обработки (*таблицы, примеры расчетов*).

; ;

В/м; В/м

; ;

Кл/м2; Кл/м2

Кл/м2

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | U, В | , В/дел | , В/дел | X, дел | Y, дел | E, В/м | D, Кл/м2 |  |
| 1 | 17 | 5 | 5 | 2,9 | 3,3 | 319000 | 0,0330 | 11676 |
| 2 | 15 | 5 | 5 | 2,6 | 3,1 | 286000 | 0,0310 | 12234 |
| 3 | 13 | 5 | 5 | 2,3 | 2,7 | 253000 | 0,0270 | 12045 |
| 4 | 11 | 5 | 5 | 1,9 | 2,2 | 209000 | 0,0220 | 11881 |
| 5 | 9 | 5 | 5 | 1,6 | 1,7 | 176000 | 0,0170 | 10902 |
| 6 | 7 | 5 | 5 | 1,3 | 1 | 143000 | 0,0100 | 7893 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 0,8 | 0,4 | 88000 | 0,0040 | 5130 |
| 8 | 4,4 | 1 | 1 | 3,9 | 1,7 | 85800 | 0,0034 | 4473 |
| 9 | 3,8 | 1 | 1 | 3,3 | 1,2 | 72600 | 0,0024 | 3731 |
| 10 | 3,2 | 1 | 1 | 2,8 | 0,9 | 61600 | 0,0018 | 3298 |
| 11 | 2,6 | 1 | 1 | 2,3 | 0,6 | 50600 | 0,0012 | 2677 |
| 12 | 2 | 1 | 1 | 1,7 | 0,4 | 37400 | 0,0008 | 2414 |
| 13 | 1,4 | 0,5 | 0,2 | 2,4 | 1 | 26400 | 0,0004 | 1710 |
| 14 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 1,4 | 0,4 | 15400 | 0,0002 | 1173 |
| 15 | 0,2 | 0,05 | 0,02 | 3,1 | 0,8 | 3410 | 0,0000 | 1059 |

; ;

дел2;

9. Расчет погрешностей измерений.

; В/м

; В/м

; Кл/м2

; Кл/м2

; Кл/м2

;

Погрешности для В

;

В/м

; Кл/м2

;

10. Графики.

Рисунок 2. Экспериментальные точки (E, D) и зависимость .

Рисунок 3. Экспериментальные точки (E, ) и зависимость .

11. Окончательные результаты.

В/м, ,

В/м, ,

Кл/м2, ,

Кл/м2, ,

Кл/м2, ,

, ,

При В:

В/м, ,

Кл/м2, ,

, ,

13. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе лабораторной работы были изучены электрические свойства сегнетоэлектриков. Была изучена петля гистерезиса, с помощью которой были определены параметры электрического смещения насыщения , остаточной поляризации и коэрцитивной силы .

Было получено значение тангенса угла диэлектрических потерь.

Также были исследованы зависимости и и построены соответствующие графики. График зависимости получился возрастающим. Зависимость также получилась возрастающей - чем сильнее электрическое поле, проходящее через сегнетоэлектрик, тем больше его диэлектрическая проницаемость. По данной зависимости были найдены значения начальной диэлектрической проницаемости , максимальной диэлектрической проницаемости и соответствующие им значения напряжённости электрического поля.