|  | К работе допущен |
| --- | --- |
| Студенты Брагин Р.A P3216, Юдин Г.Д. P3213,  Алексеев П.С. P3219 | Работа выполнена |
| Преподаватель Горбенко А.П | Отчет принят \_\_\_\_\_ |

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

***Изучение электрических свойств сегнетоэлектриков***

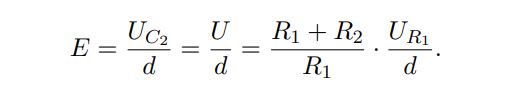
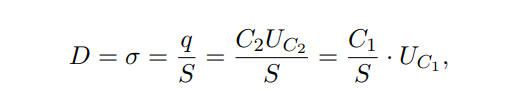
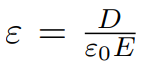
# **1.Цели работы**

1. Определение значений электрического смещения насыщения , остаточной поляризации , коэрцитивной силы для предельной петли гистерезиса сегнетоэлектрика.
2. Расчет диэлектрических потерь за цикл переполяризации сегнетоэлектрика.
3. Получение зависимостей смещения 𝐷 и диэлектрической проницаемости 𝜀 от напряженности электрического поля 𝐸.
4. Определение значений начальной и максимальной диэлектрической проницаемости.

# **2.Объект Исследования**

Сегнетоэлектрический конденсатор (вариконд) ВК2-4. Он содержит термокамеру с исследуемым сегнетоэлектрическим конденсатором, повышающий трансформатор, резистивный делитель и эталонный конденсатор с полипропиленовым изолятором. Стенд подключается к измерителю статических характеристик «ИСХ 1» через разъем на задней панели прибора.

# **3.Рабочие формулы**



# **4.Измерительные приборы**

|  | *Наименование* | *Тип прибора* | *Исследуемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | ИСХ 1 | измеритель статических характеристик |  |  |

# 

# **5.Исходные параметры экспериментальной установки**

|  | *Элемент* | *Обозначение* | *Значение* | *Погрешность* |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Резистор | R1 | 47 кОм | ±10% |
| 2 | Резистор | R2 | 470 кОм | ±10% |
| 3 | Конденсатор (эталонный) | C1 | 1 мкФ | ±10% |
| 4 | Сегнетоэлектрический конденсатор | С2 | 0.01мкф | ±10% |
| 5 | Площадь пластин сегнетоэлектрического конденсатора | S | 500 мм² | ±10% |
| 6 | Толщина сегнетоэлектрического конденсатора | d | 0,5 мм | ±10% |

# **6.Схема установки**

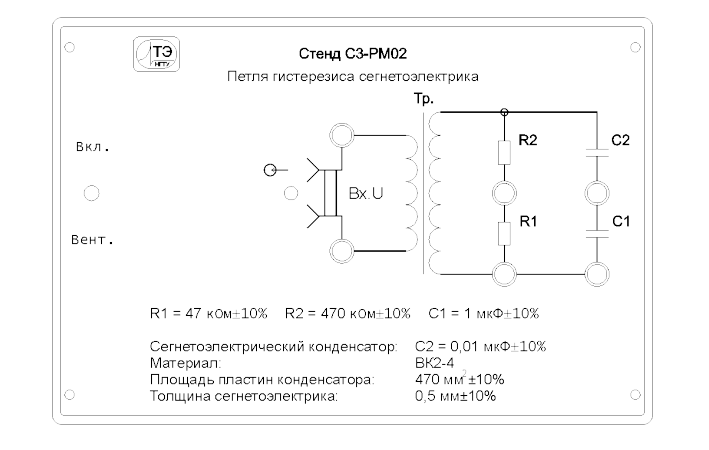


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема установк

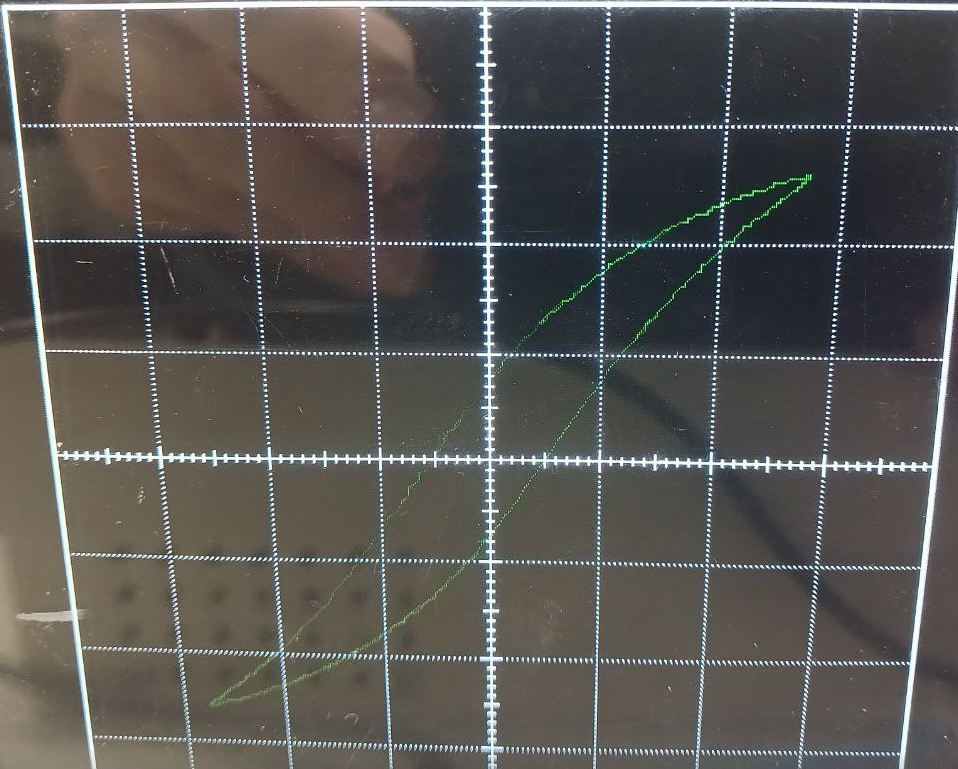
# **7.Результаты прямых измерений и их обработка**

| Физические Величины | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | , В/дел | ,  В/дел | ,  дел | ,  дел | ,  В/м | ,  Кл/ |  |
| **1** | **17** | **5** | **5** | **2,7** | **2,6** | **27000** | **0,026** | **108809,37** |
| 2 | 15 | 5 | 5 | 2,4 | 2,5 | 24000 | 0,025 | 117702,44 |
| 3 | 13 | 5 | 5 | 2, | 2,3 | 22000 | 0,023 | 118130,45 |
| 4 | 11 | 5 | 5 | 1,7 | 2,1 | 17000 | 0,021 | 139581,2562 |
| 5 | 9 | 2 | 5 | 3,6 | 1,7 | 14400 | 0,017 | 133396,108 |
| 6 | 7 | 2 | 2 | 2,8 | 2,9 | 11200 | 0,0116 | 117029,8628 |
| 7 | 5 | 2 | 1 | 2,0 | 3,1 | 8000 | 0,0062 | 87570,62147 |
| 8 | 4,4 | 1 | 1 | 3,5 | 2,4 | 7000 | 0,0048 | 77481,84019 |
| 9 | 3,8 | 1 | 0.5 | 3,1 | 3,2 | 6200 | 0,0032 | 58319,66466 |
| 10 | 3,2 | 1 | 0.5 | 2,7 | 2,3 | 5400 | 0,0023 | 48127,22327 |
| 11 | 2,6 | 1 | 0.5 | 2,2 | 1,6 | 4400 | 0,0016 | 41088,85465 |
| 12 | 2 | 0.5 | 0.2 | 3,3 | 2,7 | 3300 | 0,00108 | 36979,96918 |
| 13 | 1,4 | 0.5 | 0.1 | 2,3 | 3,2 | 2300 | 0,00064 | 31441,90617 |
| 14 | 0,8 | 0.2 | 0.05 | 3,3 | 3,2 | 1320 | 0,00032 | 27392,56977 |
| 15 | 0,2 | 0.05 | 0.02 | 2,9 | 1,8 | 290 | 0,000072 | 28053,76973 |

Задание 1:

Измерением проделанным на предельной петле гистерезиса, является 1 значение в таблице, рассчитаем значения коэрцитивного поля , электрической индукции в состоянии насыщения и остаточной поляризации .

Найдем нужные нам по графику:



1) можем определить как значение , при котором . Видим, что это значение достигается при :

, так как погрешность , то и погрешность , что равно 500

2) можем определить как значение , в правом верхнем углу. Видим, что это значение достигается при :

,так как погрешность , то и погрешность , что равно 2700

3) можем определить как значение , в правом верхнем углу. Видим, что это значение достигается при :

Найдем погрешность для и :

Сначала найдем производные:

По

По

Вычислим погрешности:

Итого общая погрешность

Что составляет относительной погрешности.

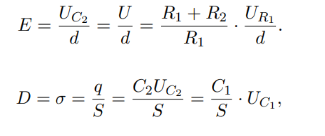
4) можно определить, как значение , при котором . Видим, что это значение достигается при :

Погрешность считается аналогично: Относительная погрешность равна , что составляет 0,0112

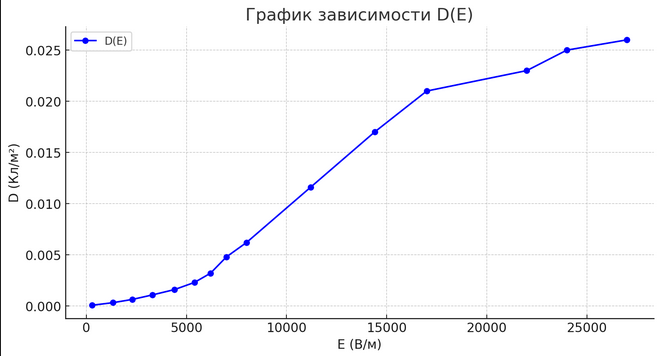
Задание 2

Для поиска площади, перенесем рисунок на миллиметровую бумагу, при подсчете клеток их количество равно примерно 105. Одна клетка на приборе это 10000 \* 0,0099 -> следует, что одна клетка примерно соответствует 99 Дж, и того суммарная энергия это 495 Дж.

Задание 3

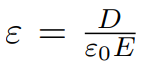
По ранее известным формулам найдем значения E, D, для всех экспериментов.

Построим график зависимости

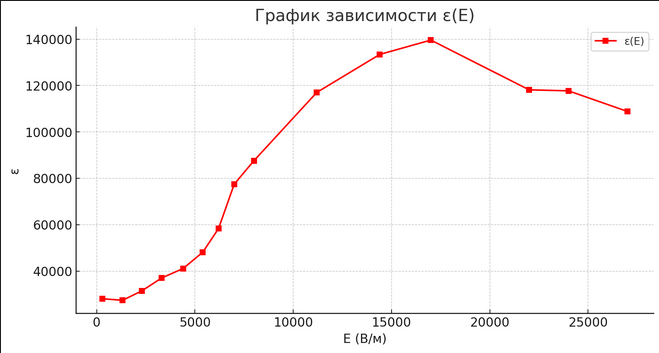


Задание 4

По формуле ниже приведенной формуле найдем для всех экспериментов.

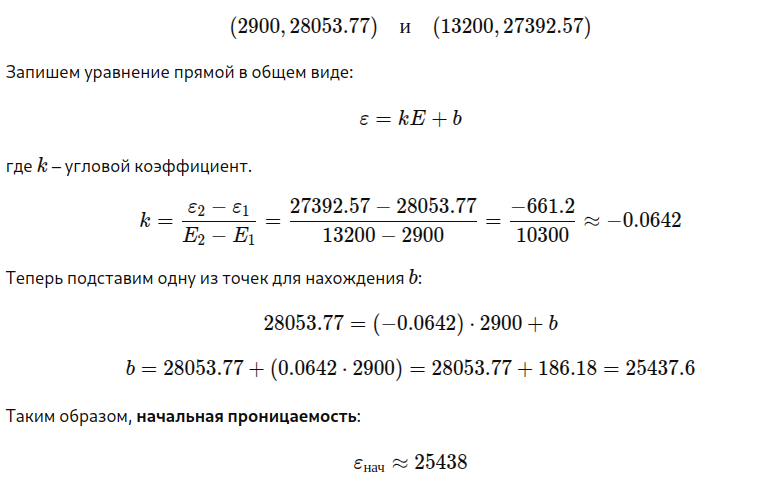


Построим график зависимости



Найдем значение начальной диэлектрической проницаемости, через линейную аппроксимацию :

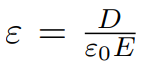
Возьмем 2 крайние точки



Задание 5

Найдем максимальное значение диэлектрической проницаемости. Этим значением является , и значением

Найдем погрешность относительную для и :

Вспомним формулу  и что у нас относительная погрешность у = . По схожим действиям в предыдущем пункте вычисляем, что относительная погрешность .

И того абсолютная погрешность для:

= 39501,4955 = ±3599.45

**Вывод:** В работе изучены электрические свойства сегнетоэлектрика. Определены основные параметры: смещение насыщения , остаточная поляризация и коэрцитивная сила . Рассчитаны диэлектрические потери, что важно для понимания энергозатрат при переполяризации. Построены зависимости и , которые показали нелинейное поведение материала. Также найдены начальная и максимальная диэлектрическая проницаемости. Результаты подтверждают, что сегнетоэлектрики обладают нелинейными свойствами, что делает их полезными для применения в электронике, например, в конденсаторах и датчиках.