Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачёва» в г. Белово

Кафедра горного дела и техносферной безопасности

# **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА МЕТОДОМ МОСТА СОТТИ**

Методические указания для выполнения

лабораторной работы по дисциплине «Физика»

для студентов направлений 21.05.04 «Горное дело»,

20.03.01 «Техносферная безопасность»

Составитель: С.В. Белов

Утверждены на заседании кафедры

Протокол № 6 от 18.02.2020

Рекомендованы к печати

методическим советом филиала

КузГТУ в г. Белово

Протокол № 8 от 25.03.2020

Электронная копия находится в методическом кабинете филиала КузГТУ в г. Белово

### 

*Белово 2020*

# **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА МЕТОДОМ МОСТА СОТТИ**

**1. Цель работы:** освоение мостового метода измерения емкости конденсатора и экспериментальная проверка соотношений при параллельном и последовательном соединении конденсаторов.

**2. Подготовка к работе:** Изучить теоретические положения, касающиеся данного метода по литературным источникам [1] – гл. III, IV, [2] – гл. 16, 17, [3] – §§ 92–95.

Для выполнения работы студент должен знать: а) понятие электроёмкости проводника и конденсатора и от чего она зависит; б) понятие реактивно-ёмкостного сопротивления; в) формулы для расчёта ёмкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов; г) расчет электроёмкости батареи конденсаторов; д) схему лабораторной установки; е) схему подключения и управления осциллографом и магазином сопротивлений; ж) расчёт погрешностей измерений.

**3. Выполнение работы**

**3.1. Описание лабораторного стенда**

|  |
| --- |
|  |
| Рис.1. Схема моста Сотти |

Существуют несколько методов экспериментального определения емкости конденсаторов. В данной работе емкость измеряется при помощи мостовой схемы – моста Сотти (рис. 1).

Из четырех элементов собирается квадрат, в одну диагональ которого включают источник переменного тока, а в другую – электронный осциллограф. Если источник тока включен, то в цепи, в том числе и на участке ЕД, течет ток, а на экране осциллографа видна синусоида. Подбором сопротивлений *R*1 и *R*2 можно добиться равновесия моста Сотти, при котором разность потенциалов () равна нулю (состояние равновесия моста). По мере приближения к положению равновесия (путем подбора *R*2 на магазине сопротивлений) амплитуда синусоиды уменьшается. В момент достижения равновесия синусоида сменяется горизонтальной прямой. Для более точной балансировки моста усиление на Y можно увеличить. После перехода через положение равновесия амплитуда колебаний снова увеличивается.

**3.2. Методика измерений и расчёта**

При равновесии моста Сотти потенциалы точек Е и Д равны (φЕ = φД). Это значит, что разность потенциалов на участке АЕ по величине равна разности потенциалов на участке АД:

. (1)

По аналогичным соображениям:

. (2)

Токи в ветвях АЕ и ЕВ, АД и ДB будут равны по величине:

, (3)

. (4)

Сопротивление участка цепи переменного тока, содержащего конденсатор, определяется по формуле *Хс* = 1/*ωС*, где *С* – емкость конденсатора; *ω* – циклическая частота.

К однородным участкам цепи АЕ, ЕВ, АД и ДВ применим закон Ома в виде . Тогда равенства (4.3) и (4.4) примут вид:

, (5)

. (6)

Разделив почленно равенство (5) на (6), учитывая при этом, что  получим:

. (7)

Это и есть рабочая формула для расчета неизвестной емкости. Из рабочей формулы (7) следует, что при измерении целесообразнее фиксировать *R*1 и находить равновесие моста при помощи магазина *R*2.

**3.3. Порядок выполнения работы**

1. Собрать цепь по схеме рис. 1.

2. На магазине сопротивлений выставить *R*1 (от 1500 до 5000 Ом), включить трансформатор и осциллограф, дождаться появления на экране осциллографа синусоиды.

3. Меняя сопротивление *R*2 на втором магазине, добиться, чтобы на экране осциллографа получилась прямая линия. Это возможно при условии равновесия моста.

4. Записать значение *R*2 в таблицу. Зная *С*0, по формуле (7) вычислить *Сх*. Результаты занести в таблицу.

*Таблица*

*Результаты измерений емкости конденсаторов*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конденсатор | № опыта | *R*1 | *R*2 | *Сх* |  |  |
| Ом | Ом | Ф | Ф | % |
|  | 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
|  | 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
|  | 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
|  | 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

5. Повторить измерения для другого неизвестного конденсатора, результаты занести в таблицу.

6. Измерить емкость при последовательном и параллельном соединении конденсаторов *Сх*1 и *Сх*2.

7. Сравнить их со значениями, полученными путем расчета по формулам для параллельного и последовательного соединения конденсаторов.



**4. Контрольные вопросы**

1. Что называется электроемкостью уединенного проводника? От чего она зависит? В каких единицах измеряется электроемкость?
2. Что представляет собой конденсатор? Как вывести формулы электроемкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов?
3. В чём заключается принцип действия моста Сотти?
4. Три одинаковых конденсатора один раз соединены последовательно, другой – параллельно. Во сколько раз и когда электроемкость батареи будет больше?
5. Всегда ли одинаковы электроемкости двух одинаковых по форме и размерам проводников?
6. Что больше электроемкость Земли (*RЗ* = 6,4 · 106 м) или Солнца (*RС* =6,95 · 108 м)? Какой радиус должен иметь проводящий шар, чтобы в вакууме его емкость равнялась 1 Ф?
7. Плоский воздушный конденсатор после зарядки отключают от источника тока и погружают в керосин. Как изменится энергия, накопленная в конденсаторе?
8. Как изменятся результаты опыта (см. 4.7), если конденсатор не отключать от сети?
9. Как изменится разность потенциалов между обкладками плоского конденсатора, если его отсоединить от сети и уменьшить расстояние между обкладками?
10. Как изменится электроемкость плоского конденсатора, если между его пластинами поместить: а) слой металла, заполняющего половину пространства между пластинами; б) той же толщины слой диэлектрика?

**5. Список рекомендуемой литературы**

1. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах/ И.В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б.г.]. — Том 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика — 2019. — 500 с.

URL: <https://e.lanbook.com/book/113945?category=919>

2. Детлаф, А.А. Курс физики: учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – 4-е изд., стереотип. – М.: Издат. центр «Академия», 2007. – 720 с.

3. Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособие для вузов. – Изд. 18-е, испр. – М.: Издат. центр «Академия», 2010. – 560 с.

Составитель

Белов Сергей Викторович

# **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРА МЕТОДОМ МОСТА СОТТИ**

Методические указания для выполнения

лабораторной работы по дисциплине «Физика»

для студентов направлений 21.05.04 «Горное дело»,

20.03.01 «Техносферная безопасность»

Отпечатано на ризографе.

Тираж экз.

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово. 652644, г. Белово, ул. Ильича 32-а