

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Приборы и принадлежности

1. Источник питания.
2. Проводник (медная пластина).
3. Цифровой вольтметр.
4. Амперметр.
5. Соединительные провода.

Содержание работы

Электрический ток – это направленное движение заряженных частиц. В металлических проводниках существуют свободные носители заряда – электроны. Под действием внешнего напряжения они приобретают скорость, направленную противоположно силовым линиям поля.

Электрический ток характеризуется силой тока I и плотностью тока j . Сила тока – это заряд, переносимый через данную поверхность в единицу времени:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad \text{либо для постоянного тока} \quad I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (1)$$

Плотность тока в данной точке проводника равна силе тока через единичную площадку, перпендикулярную к направлению движения носителей заряда:

$$j = \frac{di}{dt} \quad (2)$$

Эквипотенциальная поверхность – это поверхность равного потенциала. Чтобы нарисовать эквипотенциальную поверхность (вернее, ее пересечение с плоскостью рисунка), надо найти точки, потенциал которых был бы одинаков, и соединить их плавной линией.

Рассмотрим тонкую медную пластину, по которой течет ток. Для исследования электрического поля в ней соберем схему (рисунок 1). Источник питания подключен к точкам 1 и 3. Поскольку пластина симметрична относительно точки 2, то распределение потенциалов также будет симметричным относительно этой точки. Поэтому мы будем измерять разность потенциалов между точкой 2 и различными точками пластины.

Для построения линий напряженности вспомним, что силовые линии электрического поля в любой точке перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям. Вектор напряженности направлен в сторону убывания потенциала. Силовые линии образуют трубки тока.

Для того, чтобы найти сопротивление участка пластины, можно использовать закон Ома.

$$R = \frac{\Delta\phi}{I}, \quad (3)$$

где I – сила тока, текущая через данный участок. Ее можно найти, зная ток, текущий через весь проводник. Для этого необходимо составить пропорцию, учитывая, что заряды движутся вдоль силовых линий и не пересекают их (то есть движутся внутри трубок тока).

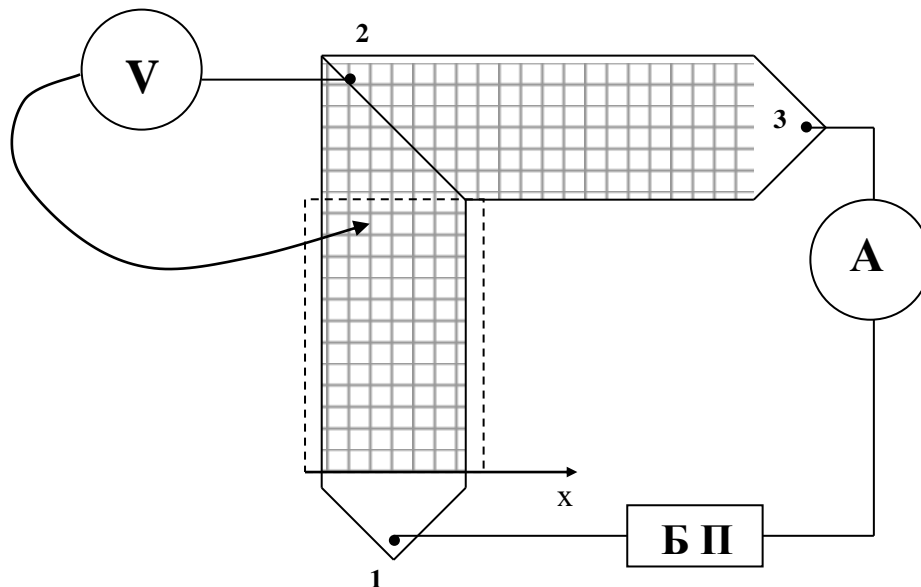


Рис. 1

Другой способ найти сопротивление – это воспользоваться формулой, связывающей сопротивление проводника с его размерами и формой.

$$R = \rho \frac{L}{S}, \quad (4)$$

где ρ – удельное сопротивление, S – площадь поперечного сечения проводника, а L – его длина. Площадь поперечного сечения проводника найдем, зная толщину медной пластины

(5)

Порядок выполнения работы

1. На листе в клеточку начертить часть пластины, ограниченную на схеме пунктирной линией в масштабе 1:1.
2. Собрать схему установки (рис. 1). Проверить заземление источника питания.
3. Подать на пластину ток 1 А. В данном случае источник питания должен быть включен как источник тока. Для этого перед включением убедиться, что все ручки выходного напряжения и тока (грубо и точно) повернуты влево. После включения плавно увеличивая выходное напряжение перевести прибор в режим «источник тока». Затем ручками «I грубо» «I плавно» установить необходимый ток.
4. Измерить вольтметром напряжение между точками 1 и 2 на схеме и расстояние между ними.
5. Ведя щупом вольтметра вдоль правого обреза пластины от угла вниз, найти точку с потенциалом, заданным преподавателем. В связи с ограничением класса точности прибора для определения положения точки найти точки с соседними потенциалами и разделить расстояние между ними пополам. Результаты занести в таблицу.
6. Найти такие же точки на других вертикальных линиях (шаг 2 см), начерченных на пластине.
7. Нанести эти точки на график, соединить плавными линиями точки с одинаковым потенциалом.
8. Аналогично построить эквипотенциальные линии для других значений потенциала, заданных преподавателем.
9. Выключить установку, предварительно убрав на «ноль» все ручки «выход».
10. Построить силовые линии электрического поля с интервалом 2 см. Они должны быть перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям.
11. Для участка пластины, указанного преподавателем, рассчитать сопротивление по формулам (3) и (4). Толщина пластины равна 35 мк, удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м
12. Результаты сравнить. Сделать выводы о выполнении закона Ома, о распределении потенциала в проводнике и о расположении эквипотенциальных поверхностей.

X, см	$\varphi_1 =$	$\varphi_2 =$
10		
8		
6		
4		
2		
0		

Контрольные вопросы

1. Дайте определение напряженности и потенциала.
2. Что такое эквипотенциальная поверхность? Как расположены силовые линии по отношению к эквипотенциальным поверхностям?
3. Записать связь между потенциалом и напряженностью для однородного и для неоднородного поля.
4. Записать закон Ома в дифференциальной и в интегральной форме.
5. Как связано сопротивление проводника с его размерами? Запишите формулу.
6. Как связаны между собой проводимость и удельное сопротивление проводника?