Министерство Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

им. Г.В. Плеханова

Кафедра физики

***Лабораторная работа №5***

***на тему:***

***Исследование электрической цепи источника постоянного тока*.**

Выполнила Синёва Е. В.

Проверил Фицак В.В.

Санкт-Петербург

2002 г.

***Цель работы*** – определение электродвижущей силы источника тока (ЭДС), внутреннего сопротивления источника тока, исследование зависимостей полезной и полной мощности, развиваемых источником тока, и его коэффициента полезного действия (КПД) от нагрузочного сопротивления.

## Общие сведения

Рассмотрим электрическую цепь, представленную на рис. 1. Допустим, что ключ *К* разомкнут. В этом случае электрический ток идёт только через вольтметр и источник тока. Допустим далее, что вольтметр имеет достаточно большое омическое сопротивление. Тогда током, протекающем в цепи, можно в первом приближении пренебречь. Поскольку мы пренебрегаем током в цепи, постольку отсутствует падение напряжения на внутреннем сопротивлении *r* источника и, как следствие, разность потенциалов на клеммах источника оказывается равной *ε.* Таким образом, при разомкнутом ключе вольтметр регистрирует *ε* - величину электродвижущей силы (ЭДС) источника тока.

*V*

*A*

*ε*

*K*

Рис. 1.

Погрешность определения величины *ε* по данной методике возникает по двум причинам:

1. используемый для измерения вольтметр обладает ограниченной точностью;
2. через источник тока и вольтметр всё же течёт некоторый малый ток, который вызывает падение напряжения на внутреннем сопротивлении источника, и поэтому показания вольтметра будут несколько меньше величины *ε*.

Теперь допустим, что ключ *К* замкнут. В этом случае через внешнее сопротивление *R* пойдёт электрический ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

 (1)

Прохождение электрического тока в цепи вызывает падение напряжения на внутреннем сопротивлении источника тока, равное *Ir*. Поэтому показание вольтметра *U* будут меньше ЭДС источника на величину падения на внутреннем сопротивлении:



В последнем соотношении все величины, кроме внутреннего сопротивления, известны из измерений и поэтому величина *r* и падение напряжения на внутреннем сопротивлении, равное *Ir*, могут быть рассчитаны.

Рассмотрим теперь конкретные режимы работы источника тока. Исходя из закона Ома (1), можно показать, что ток в замкнутой цепи достигает наибольшего значения, равного , при *R*=0. Этот режим работы источника режимом короткого замыкания. Если наоборот, сопротивление внешней цепи *R*→∞, то ток асимптотически стремится к нулю. Такой режим называется режимом холостого хода. В этом случае, как было показано ранее, разность потенциалов между клеммами источника равна ЭДС.

Отметим также, что разность потенциалов *U* на клеммах источника одновременно является и падением напряжения на внешнем сопротивлении (см. рис. 1) и поэтому по закону Ома для участка цепи

 (2)

Так как сила тока *I* и разность потенциалов *U* измеряются приборами, задействованными в электрической цепи, то по соотношению (2) может быть определена величина внешнего (нагрузочного) сопротивления *R*. Таким образом, по измерениям в режимах разомкнутого и замкнутого ключа *K* могут быть определены как параметры источника тока *ε* и *r*, так и величина внешнего сопротивления *R*.

Рассмотрим также замкнутую электрическую цепь с точки зрения развиваемой источником мощности. Как известно, мощность, выделяемая в виде тепла при прохождении электрического тока через сопротивление, определяется законом Джоуля-Ленца:

 (3)

Соотношение (3) определяет полезную мощность, развиваемую источником на внешнем сопротивлении *R*. Аналогичное соотношение, но с сопротивлением *r* определяет мощность, выделяющуюся в виде тепла на внутреннее сопротивление источника.

Полная мощность является суммой полезной мощности и мощности, выделяющейся на внутреннее сопротивление:

 (4)

И, наконец, заметим, что коэффициент полезного действия (КПД) источника постоянного тока:

 (5)

Используя соотношения (3) – (5) можно показать, что

; ; . (6)

Полная мощность, развиваемая источником тока, достигает максимума в режиме короткого замыкания, т.е. при *R*=0. В этом случае вся тепловая мощность выделяется внутри источника тока на его внутренне сопротивление. С ростом внешнего сопротивления полная мощность уменьшается, асимптотически приближаясь к нулевому значению.

Полезная мощность изменяется в зависимости от внешнего сопротивления более сложным образом. Действительно, *Pполезн*=0 при крайних значениях внешнего сопротивления: при *R*=0 и *R*→∞. Таким образом, максимум полезной мощности должен приходиться на промежуточные значения внешнего сопротивления.

Величину внешнего сопротивления, соответствующую максимуму полезной мощности, можно найти, используя метод дифференциального исчисления. Можно показать, что максимум полезной мощности соответствует *R=r*, т.е. равенству внешнего и внутреннего сопротивлений. В электротехнике режим максимальной полезной мощности называется режимом согласования источника тока с его нагрузкой.

Легко видеть, что *R*=0 при *η*=0. При *R*→∞ величина *η* асимптотически стремится к единице. Интересно отметить, что в режиме максимальной полезной мощности *η*=0,5, т.е. 50%.

**Основные рабочие формулы:**

1. Расчет полезной мощности. Рполез= U I U-разность потенциалов на клеммах, В

I- сила тока, А

1. Расчет полной мощности. Рполн= , -ЭДС
2. Расчет КПД *η=*. Рполез /. Рполн =U/
3. Расчет внутреннего сопротивление r = 

**Таблица измерений и вычислений.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, A | 0,21 | 0,16 | 0,13 | 0,11 | 0,097 | 0,085 | 0,076 | 0,068 | 0,062 | 0,057 |
| U, B | 0,02 | 1,62 | 2,64 | 3,33 | 3,84 | 4,2 | 4,49 | 4,70 | 4,86 | 5,02 |
| R, Ом | 0,09 | 10,12 | 20,3 | 27,75 | 34,84 | 49,4 | 59,07 | 69,11 | 78,38 | 88,07 |
| Pполн, Вт | 0,39 | 0,31 | 0,25 | 0,21 | 0,17 | 0,15 | 0,146 | 0,13 | 0,12 | 0,11 |
| Pполез, Вт | 0,004 | 0,26 | 0,34 | 0,36 | 0,34 | 0,33 | 0,34 | 0,32 | 0,3 | 0,28 |
| η | 0,01 | 0,8 | 1,36 | 1,7 | 0,06 | 2,2 | 2,3 | 2,46 | 2,5 | 2,54 |
| r |  | 34 | 20.5 | 25 | 79 | 24 | 26.25 | 26.7 | 32 |  |
| i |  | 7 | 5.3 | 5.8 | 11 | 6.3 | 6.48 | 6.51 | 6.8 |  |

 ср=6.9; Uср=3,47 В; rср=33Ом; Iср=0,11А

=0.000011; ; 

Вывод: В проведенной лабораторной работе была определенна ЭДС источника тока, исследование зависимости полезной и полной мощности, развиваемых источником тока , и его КПД от нагрузочного сопротивления.