

Лабораторная работа № 2

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ МЕТОДОМ ВОЛЬТМЕТРА И АМПЕРМЕТРА

Цель работы: изучение схемы определения сопротивлений по методу вольтметра и амперметра; оценка погрешности

1. Основные теоретические сведения

Метод вольтметра и амперметра - косвенный способ определения различных сопротивлений, позволяющий ставить элемент с определенным сопротивлением в рабочие условия. Этот метод основан на использовании закона Ома для участка цепи, сопротивление R_x которого определяется по известному падению напряжения U_x на нем и току I_x :

$$U_x = I_x \cdot R_x. \quad (1)$$

Существуют различные способы измерения падения напряжения U_x и тока I_x (рис. 1)

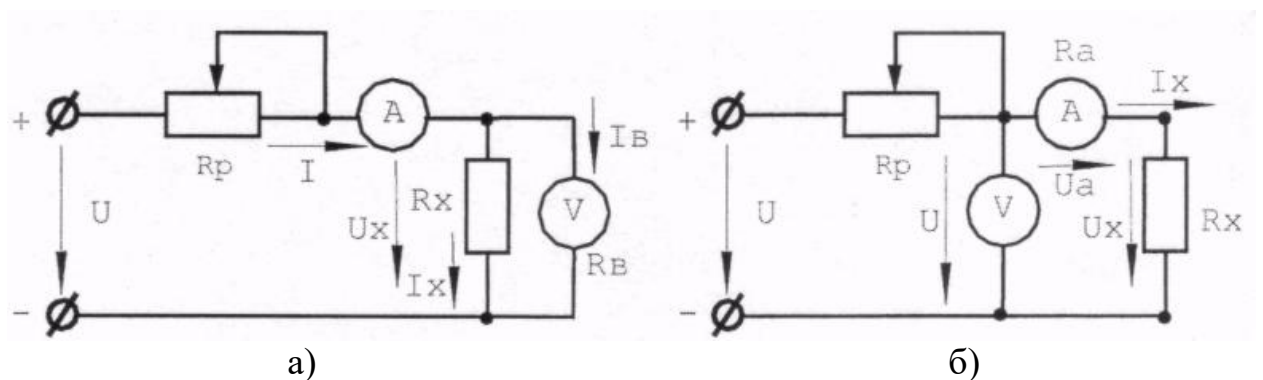


Рисунок 1 - Способы измерения падения напряжения:

- а – схема, не обеспечивающая одновременное измерение напряжения и тока;
- б – схема, обеспечивающая одновременное измерение напряжения и тока

Измерительные части приведенных схем не обеспечивают одновременное измерение напряжения U_x и тока I_x . Так 1-я схема (рис. 1,а) позволяет измерить с помощью вольтметра напряжение U_x , а амперметр дает возможность определить ток I , равный сумме I_x и I_ϕ , из которых последний является током обмотки вольтметра. В этом случае определяемое сопротивление:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_x}{I - I_\phi} = \frac{U_x}{I - \frac{U_x}{R_\phi}} \quad (2)$$

где R_v - сопротивление вольтметра.

Во второй схеме (рис. 1,б) амперметр учитывает ток I_x , но вольтметр показывает напряжение U , равное сумме падений напряжений U_x на сопротивлении R_x и U_a на амперметре. Поэтому определяемое сопротивление:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U - U_a}{I_x} = \frac{U}{I_x} - \frac{U_a}{I_x} = \frac{U}{I_x} - R_a, \quad (3)$$

где R_a - сопротивление амперметра.

Следовательно, если при расчете определяемого сопротивления учитывать сопротивления приборов, то все схемы равноценны.

Если определяемое сопротивление R_x мало по сравнению с сопротивлением вольтметра R_v , током I_v можно пренебречь и, применяя первую схему (рис. 1,а), находить сопротивление R_x так:

$$R_x = R'_x = \frac{U_x}{I}, \quad (4)$$

допуская относительную погрешность

$$\gamma'_o = \frac{R'_x - R_x}{R_x}, \quad (5)$$

где R'_x – измеренное значение сопротивления.

Учитывая, что

$$R'_x = \frac{R_x \cdot R_v}{R_x + R_v}, \quad (6)$$

получим:

$$\gamma'_o = -\frac{R_x}{R_x + R_v}. \quad (7)$$

В случаях, когда определяемое сопротивление R_x сравнимо с сопротивлением вольтметра R_v и пренебречь током I_v нельзя, следует пользоваться второй схемой (рис. 1,б) и при расчете не учитывать падение напряжения U_a на амперметре, определяя сопротивление R_x так:

$$R_X = R'_X = U / I_X \quad (7)$$

При относительной погрешности измерения:

$$\gamma''_o = \frac{R'_x - R_x}{R_x} \quad (8)$$

Учитывая, что $R'_x = R_x + R_a$, имеем:

$$\gamma''_o = \frac{R_a}{R'_x - R_a} = \frac{R_a}{R_x} \quad (9)$$

Для выявления пределов целесообразности использования той или другой схемы следует приравнять относительные погрешности и, а затем найти значение сопротивления R_x , для которого обе схемы равноценны:

$$\frac{R_x}{R_x + R_\epsilon} = \frac{R_a}{R_x} \quad (10)$$

Откуда

$$R_x \cong \sqrt{R_\epsilon \cdot R_a} \quad (11)$$

Следовательно, для сопротивлений $R_x < \sqrt{R_\epsilon \cdot R_a}$ предпочтительна схема рис. 1,а, а для сопротивлений $R_x > \sqrt{R_\epsilon \cdot R_a}$ схема рис. 1,б. Первую из них называют схемой определения "малых" сопротивлений, а вторую - схемой для определения "больших" сопротивлений.

При определении сопротивлений методом вольтметра и амперметра следует выбирать магнитоэлектрические приборы с такими пределами измерений, чтобы показания их были близки к номинальным значениям, т.к. это обеспечивает меньшие погрешности измерения.

2. Порядок выполнения работы

1. Собрать схему (рис. 2). $R_3 = 1 \text{ МОм}$ будет неизвестным сопротивлением большой величины.
2. Включить стенд автоматическим выключателем QF1.
3. Постепенно увеличивать напряжение до 30-40В.
4. Снять показания приборов PV1 и PA1.
5. Выключить стенд.

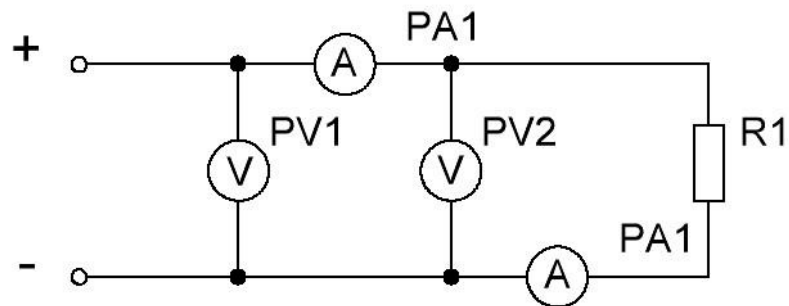


Рис. 2 – Электрическая схема установки с последовательным измерением напряжения и тока

6. Собрать схему (рис. 3). $R_2 = 10$ Ом будет неизвестным сопротивлением большой величины.

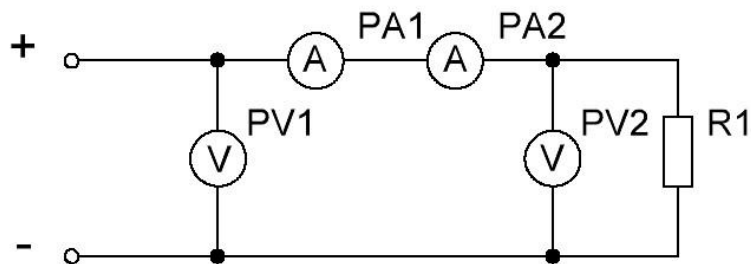


Рис.3 - Электрическая схема установки с одновременным измерением напряжения и тока

7. Установить тумблер SA10 вверх, SA12 вверх.
 8. Включить стенд.
 9. Постепенно увеличивая напряжение, установить величину тока не более 100 мА (по прибору PA3).
 10. Снять показания приборов PV1 и PA1.
 11. Выключить стенд с помощью автоматического выключателя QF1.
 12. Вернуть настройки приборов в начальное состояние.
 13. Вычислить сопротивление R_2 и R_3 :
 14. Вычислить абсолютную погрешность измерения сопротивлений.
- Принять фактическое сопротивление $R_{2\phi} = 10$ Ом, $R_{3\phi} = 1$ МОм.
15. Вычислить относительную погрешность.

3. Содержание индивидуального отчета

1. Название, цель работы.
2. Схема лабораторной установки с описанием.
3. Таблица с результатами измерений.

4.Результаты расчетов.

5.Выводы.

4. Контрольные вопросы

1. Что понимают под измерением сопротивления?
2. Почему при определении сопротивления по методу амперметра и вольтметра следует применять различные схемы включения измерительных приборов?
3. Какие сопротивления при определении по методу вольтметра и амперметра принято считать «большими» и какие - «малыми»?
4. Какие приборы и методы позволяют наиболее точно измерять сопротивления?
5. Способы уменьшения погрешностей при измерении малых сопротивлений.