

### Лабораторная работа № 3

#### РАСШИРЕНИЕ ПРЕДЕЛА ИЗМЕРЕНИЯ АМПЕРМЕТРА

Цель работы: изучение методов расширения пределов измерения вольтметров; изучение методов расчета сопротивления добавочных резисторов.

##### Краткие теоретические сведения

Краткие теоретические сведения. Допустим, амперметр может измерять максимальную силу тока  $I_A$ , а нам необходимо измерить силу тока  $I'$ . Тогда ток  $I' - I_A$  необходимо пропустить не через амперметр (микроамперметр), а рядом, по параллельной цепи (рисунок. 1 а). Такую электрическую цепь, включаемую параллельно амперметру и служащую для расширения пределов измерения амперметра, называют шунтом. В этом случае возникает необходимость рассчитать сопротивление шунта и проградуировать шкалу амперметра в новых значениях силы тока.

Пусть  $I'$  – сила тока, которую необходимо измерить,  $I_A$  – максимальная сила тока, которую может измерить амперметр. Тогда  $I_{ш} = I' - I_A$  – сила тока, которая должна протекать через шунт. Обозначим  $R_A$  – сопротивление амперметра,  $R_{ш}$  – сопротивление шунта. По законам параллельного соединения проводников  $U_{ш} = U_A$  или  $I_{ш} \cdot R_{ш} = I_A \cdot R_A$ . Отсюда, с учетом силы тока через шунт, получим:

$$R_{ш} = R_A \cdot \left( \frac{I'}{I_A} - 1 \right) \quad (1)$$

Здесь  $n = I' / I_A$  – коэффициент шунтирования.

Рассчитав по формуле сопротивление шунта, подбираем шунт. Для изготовления шунтов на небольшие токи используют провод из манганина, а на большие – манганиновые пластины (манганин обладает малым температурным коэффициентом сопротивления и поэтому сопротивление шунта почти не изменяется при нагревании протекающим током). Схема подключения многопредельных шунтов на небольшие токи показана на рисунке 1 б.

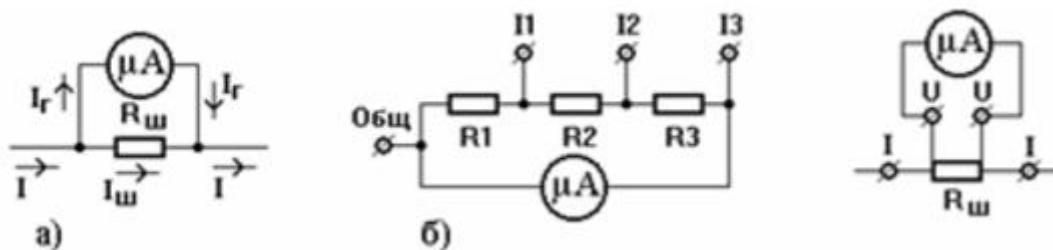


Рисунок 1 – Схемы подключения шунтов:

а – стандартного; б - многопредельного; в - четырехзажимного

Шунты на токи до 30 А обычно встраивают внутрь прибора. Для измерения больших токов (до 6000 А) используют приборы с наружными шунтами. Наружные шунты имеют массивные наконечники из красной меди, к которым подключаются токовые и потенциальные зажимы. Шунт представляет собой четырехзажимный резистор. Два зажима шунта, к которым подводится ток, называются токовыми, а два зажима, с которых снимается напряжение, называются потенциальными. К потенциальным зажимам шунта подключается измерительный механизм. Схема подключения четырехзажимного шунта показана на рисунке 2, в. Наружные шунты делают взаимозаменяемыми.

Шунты в соответствии с ГОСТ могут иметь номинальное падение напряжения на потенциальных зажимах 10, 15, 30, 50, 60, 75, 300 мВ.

### Порядок выполнения

1. Собрать схему, представленную на рисунке 2.5. В качестве прибора будет использован амперметр РА1 включенный на диапазоне 0,1 А с шунтом RШ1. В качестве контрольного будет прибор РА3.

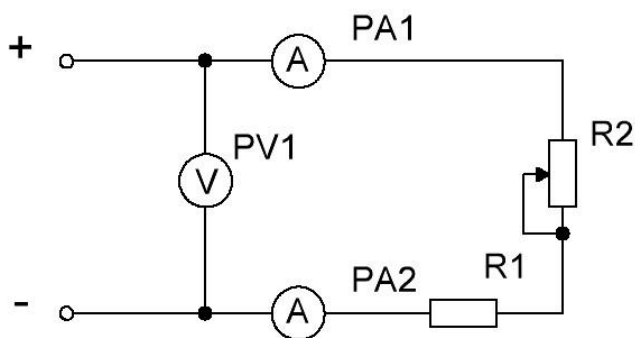


Рисунок 2 - Электрическая схема стенда

2. Включить тумблер SA13 в среднее положение 0,1 А (SA12 вверх).
3. Установить номинал сопротивления R1 равным 100 Ом (переключатель x10 в блоке R2 в положение 10).
4. Перед включением стенда убедиться, что все остальные переключатели находятся в начальном положении (выключены).
5. Включить стенд автоматическим выключателем QF1.
6. Убедиться, что регуляторы напряжения ЛАТРа находятся в начальных положениях «0» (в крайнем левом положении).
7. Подключить питание ЛАТРа TV1 к исследуемой цепи тумблером SA1.
8. Постепенно увеличивая напряжение ЛАТРОм, снять несколько показаний исследуемого РА1 и контрольного РА3 амперметров. Данные измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты измерения

Контрольный РА3, мА	Поверяемый РА2, мА
40	
80	
120	
160	
200	

5. Выключить стенд в следующем порядке:

- выключить тумблер SA1;
- выключить стенд автоматическим выключателем QF1;
- вернуть переключатели ЛАТРa TV1 в начальное состояние «0» (в крайне левое положение «0»); ☐ вернуть переключатели резистора R2 в начальное состояние «0» (в крайне левое положение «0»);
- тумблер SA13 в верхнее положение 0,5А (максимальный диапазон);
- убрать все перемычки.

6. Определите величину сопротивления шунта RШ1 измерительного прибора РА1, для чего измерьте его внутреннее сопротивление мультиметром (по умолчанию принять сопротивление прибора РА1 на диапазоне 0,1 А равным 5,1 Ом).

Величину определим по формуле:

$$R_{\text{Ш1}} = \frac{R_{\text{РА1}}}{\frac{I'}{I_{\text{РА1}}} - 1}, \quad (2)$$

где  $I'$  – итоговый диапазон амперметра РА1,  $I_{\text{РА1}}$  – первоначальный диапазон амперметра РА1 (0,1 А).

По умолчанию сопротивление  $R_{\text{Ш1}}=5,1$  Ом.

### Содержание отчета

1. Название.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема стенда.
4. Таблица 1 с результатами измерений.
5. Результаты расчетов.
6. Выводы.

### Контрольные вопросы

1. Какой вид имеет схема включения наружных шунтов?
2. Почему шунт позволяет изменить предел измерения электроизмерительных приборов?
3. Определите сопротивление шунта для измерительного механизма с током полного отклонения 5 мА и  $R_{\text{им}} = 3 \text{ Ом}$ , если нужно измерить ток 150 А.
4. Каким должно быть сопротивление шунта к миллиамперметру, рассчитанному на 75 мВ, с током полного отклонения 7,5 мА для измерения тока 7,5 А?
5. Какой ток можно измерить прибором, рассчитанным на 10 мА ( $R_{\text{им}} = 10 \text{ Ом}$ ), если его включить с шунтом, сопротивление которого  $R_{\text{ш}} = 0,01 \text{ Ом}$ ?