

Экспериментальная задача ИЗМЕНЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЕРМЕТРА

Цель работы: научиться рассчитывать сопротивления шунтов и изготавливать их для расширения пределов измерений амперметра.

Приборы и принадлежности: амперметр (миллиамперметр), предел которого нужно расширить, контрольные амперметр (миллиамперметр), источник тока, реостат, магазин сопротивлений, ключ, медный провод, микрометр, ножницы, наждачная бумага, соединительные провода.

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

Большинство электроизмерительных приборов состоит из измерительной головки (обычно магнитоэлектрической системы) и сопротивления, которое подключается параллельно (шунт в амперметре, рис.1).

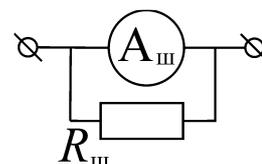


Рис. 1

Сопротивление шунта рассчитывается по формуле:

$$R_{ш} = \frac{R_A}{\frac{I_A}{I_0} - 1} = R_{ш} = \frac{0.04}{\frac{2.6}{2} - 1} = 0.133 \text{ Ом} \quad (1)$$

где R_A - внутреннее сопротивление амперметра; I_0 - новый предел измерения амперметра; I_A - номинальный ток амперметра.

Шунт обычно изготавливается из медной проволоки. Длину проволоки имеющей заданное сопротивление необходимо рассчитать. Сопротивление проводника имеющего удельный коэффициент сопротивления ρ , длину l , площадь поперечного сечения S рассчитывается по формуле

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Так как сечение проводника представляет собой круг, то площадь поперечного сечения рассчитывается по формуле

$$S = \pi \frac{d^2}{4},$$

где d - диаметр проволоки.

Отсюда сопротивление шунта, с другой стороны, рассчитывается по формуле

$$R_{ш} = \rho \frac{4l}{\pi d^2}. \quad (2)$$

Приравнивая выражения (1) и (2) найдем выражение для длины медной проволоки, которая будет использоваться в качестве шунта.

$$l = \frac{\pi d^2}{4\rho} \frac{R_A}{\frac{I_A}{I_0} - 1} = \frac{\pi d^2}{4\rho} R_{ш} = 0,15 \text{ м.} \quad (3)$$

При монтаже шунта часть проволоки расходуется для поджатия под клеммы, поэтому ее длину следует увеличить.

Для проверки изготовленного шунта используется следующая электрическая схема (рис. 2).

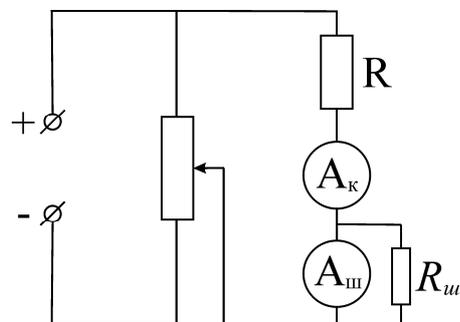


Рис. 2

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

ЗАДАНИЕ 1. Расчет и изготовление шунтов к амперметру.

1. Вывести формулу для расчета длины проволоки с заданным сопротивлением.
2. Найти в справочнике удельное сопротивление меди, записать это значение в тетрадь (см. табл. 4 приложения).
3. Зарисовать схему электрической цепи для контроля правильности расчета и работоспособности амперметра с шунтом.
4. Определить (по техническому описанию или путем измерения) внутреннее сопротивление амперметра (миллиамперметра).
5. По таблице 3 выбрать вариант задания для расчета шунта (номер варианта выбирается соответственно номеру бригады или по указанию преподавателя).
6. Рассчитать сопротивление шунта.
7. Рассчитать длину медной (алюминиевой или серебряной) проволоки для изготовления шунта.
8. Записать результаты измерений и вычислений в табл. 1.

Таблица 1

$I_0, \text{ А}$	$R_A, \text{ Ом}$	$I_A, \text{ А}$	$R_{ш}, \text{ Ом}$	$\rho, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$	$d, \text{ м}$	$l, \text{ м}$
2.6	0.04	2	0,133	$2,8 \cdot 10^{-8}$	0,0002	0,149

9. Изготовить шунт с учетом того, что надо взять небольшой запас длины для поджатия под клеммы. Концы шунта должны быть тщательно зачищены от изоляции.

10. Собрать электрическую цепь для проверки изготовленного шунта (рис. 2) и провести измерения при различных значениях тока.

Таблица 2

№ n/n	U, В	$I_{шпр}$, А	$N_{ш}$	$C_{ш}$, А/дел	$n_{ш}$	$I_{ш}$, А	$I_{кпр}$, А	$N_{к}$	$C_{к}$, А/дел	$n_{к}$	$I_{к}$, А	ε , %
1	1	2,6	20	0,13	8	1,04	4	20	0,2	5	1	4
2	1,4					1,3					1,4	7,14
3	1,8				13	1,69				9	1,8	6,11
4	2,2					2,08					2,2	5,45
5	2,6				20	2,6				12	2,4	8,33
											$\varepsilon_{ср}$, %	6,21

$$\varepsilon = \frac{|I_{ш} - I_{к}|}{I_{к}} * 100\%$$

Таблица 3

Задания для расчета шунта к амперметру

№	ФИО	Материал шунта	d , м	Новый предел измерения амперметра I_0 , А
1.	Абдрашитов Артем	медь	0.0002	2,2
2.	Баранова Наталия	медь	0.00025	2,3
3.	Белоусов Глеб	медь	0.0003	2,4
4.	Гасанов Ринат	медь	0.0002	2,5
5.	Герасенков Константин	медь	0.00025	2,6
6.	Елисеев Георгий	медь	0.0003	2,7
7.	Исмагилова Рената	медь	0.0002	2,8
8.	Исхакова Айгуль	медь	0.00025	2,9
9.	Ишмуратов Эдвин	медь	0.0003	3,0
10.	Капралова Анастасия	медь	0.0002	3,1
11.	Клименко Алексей	медь	0.00025	3,3
12.	Кучеренко Ольга	алюминий	0.0003	2,2
13.	Маликов Алик	алюминий	0.0002	2,3
14.	Малова Анна	алюминий	0.00025	2,4
15.	Маннанов Руслан	алюминий	0.0003	2,5
16.	Муртазин Михаил	алюминий	0.0002	2,6
17.	Муртазина Ангелина	алюминий	0.00025	2,7
18.	Насырова Карина	алюминий	0.0003	2,8
19.	Нигматуллина Эмилия	алюминий	0.0002	2,9

20.	НиколаеваАнастасия	алюминий	0.00025	3,0
21.	ПоляковаАлена	алюминий	0.0003	3,1
22.	ПредтеченскийДмитрий	алюминий	0.0002	3,3
23.	РахимоваАлсу	серебро	0.00025	2,2
24.	РезяповДенис	серебро	0.0003	2,3
25.	СоломинаЕкатерина	серебро	0.0002	2,4
26.	СтепановаАлександра	серебро	0.00025	2,5
27.	ТаймасовСамат	серебро	0.0003	2,6
28.	УразгильдинТимур	серебро	0.0002	2,7
29.	ШариповаАлина	серебро	0.00025	2,8
30.	ШарифуллинаЮлия	серебро	0.0003	2,9
31.	ШипульНикита	серебро	0.0002	3,0
32.	ЮрченкоАнна	серебро	0.00025	3,1

Контрольные вопросы

1. Как меняется сила тока на участках последовательного соединения цепи?

2. Какая связь напряжения на концах этой цепи с напряжением на отдельных участках?

3. Напишите формулы для общего сопротивления последовательно соединенных проводников.

4. Напишите формулы для общего сопротивления параллельно соединенных проводников.

5. Вывести формулу для расчета сопротивления шунтов.

6. Как подключаются шунты к приборам?

7. Объяснить принцип действия вольтметра и амперметра магнитоэлектрической системы.

8. Что такое вольтовая и токовая чувствительность гальванометра?

9. Когда шунт имеет малое сопротивление по сравнению с сопротивлением прибора?