

Дополнительные указания к лабораторной работе 137.

Исследование эффекта Пельтье.

Включите шнур питания цифрового вольтметра В7-65 в сеть 220 Вольт и кнопку "включения питания" на задней стенке вольтметра для моделей В7-65 и В7-65/2 или вытяните на себя кнопку питания на передней панели для модели вольтметра В7-65/3. Включить питание вольтметра нужно пораньше, до сборки остальной электрической схемы, так как вольтметр после включения некоторое время проходит автотест.

Обсудим подробнее работу с вольтметром В7-65. В два гнезда, расположенных одно под другим в правом верхнем углу передней панели цифрового вольтметра, должны быть включены два провода со штекерами на концах, чтобы удаленные от вольтметра концы проводов можно было втыкать в клеммы, а не привинчивать под клеммы. В процессе работы эти штекеры вольтметра втыкают то в клеммы 1 и 2 (рис.1), то в клеммы 3 и 4, то в клеммы 5 и 6. Напряжение между клеммами 1 и 2, как и между клеммами 3 и 4 составляет несколько вольт. Напряжение термопары между клеммами 5 и 6 на три порядка меньше. Чтобы постоянно не переключать чувствительность вольтметра, нужно перевести его в режим автоматического выбора диапазона измерений. Для перевода в этот режим служит средняя кнопка (со стрелкой "вверх") из трех кнопок верхнего ряда передней панели вольтметра. Нажатие этой кнопки включает и выключает режим автоматического выбора диапазона. Когда установлен автоматический режим, в левом верхнем углу над цифрами напряжения светится надпись "АВП".

В работе нужно собрать следующую электрическую схему.

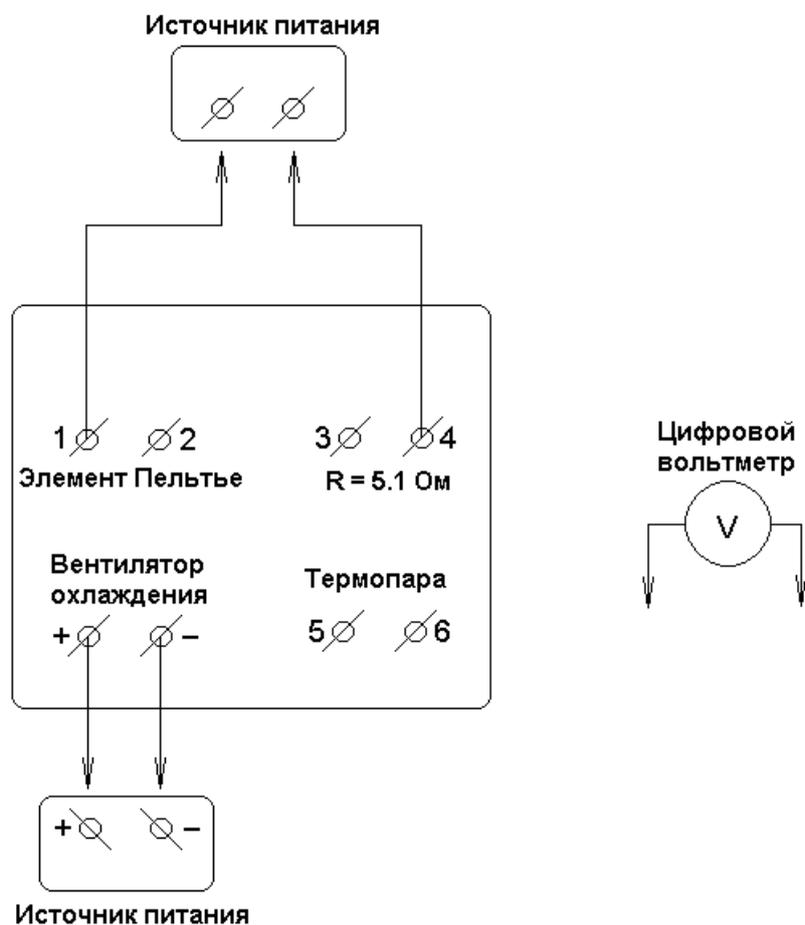


Схема содержит два одинаковых источника питания DC POWER SUPPLY HY3003. Источник питания включается и выключается нажатием кнопки Power. Выход источника питания оформлен в виде трех клемм. Средняя клемма в работе не используется. Две крайних клеммы источника обозначены знаками "-" (левая клемма) и "+" (правая клемма).

В источнике питания можно одновременно задать значения стабилизации напряжения и тока. Ручками под надписью Current (сила тока), Fine (тонкая регулировка) и Coarse (грубая регулировка), можно задать стабилизируемое значение силы тока источника. Ручками под надписью Voltage (напряжение), Fine (тонкая регулировка) и Coarse (грубая регулировка), можно задать стабилизируемое напряжение источника.

Силу тока и напряжение источник стабилизирует не одновременно, а или – или. Если нагрузка, подсоединенная к источнику, потребляет мало тока (меньше, чем заданное ручками стабилизируемое значение), то источник стабилизирует выходное напряжение между клеммами "-" и "+" при этом светится индикаторный светодиод под надписью Voltage (напряжение). Если уменьшать сопротивление нагрузки, то ток источника возрастает. Когда ток источника достигает заданного ручками значения тока стабилизации, источник переключается из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации силы тока. При этом загорается индикаторный светодиод под надписью Current (сила тока). В результате напряжение источника, и сила тока ограничены заданными ручками значениями.

Один из двух источников используется для питания вентилятора охлаждения элемента Пельтье. При подключении питания к вентилятору не перепутайте полярность питания. Вентилятором управляет встроенная транзисторная схема. Неверная полярность питания вентилятора может вывести транзисторную схему из строя. Плюс питания соединяется с плюс клеммой вентилятора. При работе вентилятора рука, поднесенная к вентилятору, должна чувствовать поток воздуха.

Последовательно соединенные "Элемент Пельтье" и резистор "R = 5.1 Ом" нужно подключить ко второму источнику питания. Между клеммой 2 элемента Пельтье и клеммой 3 резистора внутри коробки установлена перемычка, поэтому к источнику питания достаточно подключить клеммы 1 и 4, как показано на рис.1. Контакты 5 и 6 термопары вообще не нужно соединять гальванически с остальной схемой.

В процессе работы меняют величину напряжения источника питания НУ3003. При этом нужно измерить две зависимости. Первая — зависимость напряжения на элементе Пельтье от силы тока через элемент Пельтье. Вторая — зависимость термо ЭДС термопары от силы тока через элемент Пельтье.

Измерения тока через элемент Пельтье нужно произвести в обеих полярностях в диапазоне от -1 Ампера до +1 Ампера. Ток по модулю не должен превышать одного Ампера, чтобы избежать теплового разрушения элемента Пельтье. При изменении полярности тока изменяется полярность напряжения на элементе Пельтье и полярность напряжения термо ЭДС. Обе измеряемые зависимости — параболы со смещением по обеим осям экстремумом. Зависимости не имеют симметрии относительно начала координат, поэтому строго следите и записывайте знак силы тока, чтобы не перепутать, какие точки графиков относятся к положительным и какие к отрицательным токам.

По результатам измерений нужно составить таблицу из трех столбцов: напряжение на элементе Пельтье (между клеммами 1 и 2), напряжение между клеммами 3 и 4 (для определения силы тока через элемент Пельтье путем деления напряжения на сопротивление 5.1 Ом), напряжение термо ЭДС (между клеммами 5 и 6). Рекомендуется провести измерения именно таким образом, хотя возможны и другие варианты, так как лабораторная установка содержит избыточное количество измерительных приборов.

Другая возможность получить нужные величины состоит в том, чтобы измерить суммарное напряжение на элементе Пельтье и резисторе 5.1 Ом по показаниям встроенного цифрового вольтметра источника питания, который содержит цифровые индикаторы тока и напряжения источника. Это позволяет измерять одно из двух слагаемых напряжений вольтметром В7-65, а второе напряжение определять как разность показаний двух приборов. Третья возможность состоит в непосредственном измерении силы тока через элемент Пельтье по показаниям цифрового амперметра источника питания, а не путем измерения напряжения на резисторе 5.1 Ом и пересчете напряжения в силу тока. Только напряжение термо ЭДС нужно в любом случае измерять цифровым вольтметром В7-65.

В работе требуется измерить две зависимости. Ожидается, что обе зависимости — параболы. Измерения нужно провести при обеих полярностях напряжения на элементе Пельтье. Для изменения полярности напряжения поменяйте местами провода, идущие к клеммам 1 и 4 от источника питания.

При изменении напряжения источника питания изменятся сила тока в цепи элемента Пельтье. При этом изменяется мощность, выделяющаяся или поглощающаяся в каждом из двух контактов элемента Пельтье, изменяется температура контактов и изменяется величина термо ЭДС. Температуры контактов элемента Пельтье устанавливаются крайне медленно.

Как показывает опыт, время установления теплового равновесия зависит от того, в каком направлении изменяется напряжение на элементе Пельтье. Так при удачном направлении изменения напряжения источника питания, напряжение на элементе Пельтье устанавливается с точностью до десятой доли процента за три минуты, а при неудачном — за пять минут. Подайте на схему от источника питания 10 Вольт и прикоснитесь пальцем к верхней белой керамической площадке над элементом Пельтье. При одной полярности напряжения питания площадка греет палец, при другой — холодит. Тепловое равновесие устанавливается быстрее, если в следующей точке измерения площадка холодит сильнее, чем в предыдущей точке.

В каждой полярности напряжения источника снимите 5 – 10 точек обоих графиков, по возможности равномерно расположенные по силе тока. Силу тока удобно контролировать (но не измерять) по показаниям цифрового индикатора источника питания, она должна изменяться в диапазоне от -1 Ампера до +1 Ампера. Следите за полярностью силы тока и записывайте ее.

Результаты измерений нужно записать в виде таблицы. Начните измерения с самой горячей площадки над элементом Пельтье, затем пошагово понижайте напряжение источника питания до нуля, поменяйте полярность напряжения и повышайте напряжение в новой полярности. После каждого изменения напряжения источника, выждав необходимое время (3 минуты), снимите подряд и запишите в одну строку таблицы три напряжения: на клеммах 1 и 2 (U_{12}), на клеммах 3 и 4 (U_{34}) и на клеммах 5 и 6 (U_{56}). Учтите, что прикосновение пальцем к площадке над элементом Пельтье или дуновение ветра над площадкой нарушают тепловое равновесие. В таком случае перед измерением 3-х напряжений в очередной точке нужно снова ждать 3 минуты.