

УДК 62-503.51

**УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ
И ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЖАЛА ПАЯЛЬНИКА
THE DEVICE AND THE PRINCIPLE OF OPERATION OF THE
SOLDERING IRON TEMPERATURE CONTROL SYSTEM**

И.В. Горнак, Е.С. Хаткевич

Научный руководитель – Г.А. Михальцевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

I. Harnak, E. Khatkevich

Supervisor – G. Mikhaltsevich, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В данной статье рассмотрены паяльники с регулятором температуры и блоком питания, размещенных в ручке самого устройства, и их разновидности. Определены их характеристики, устройство и принципы работы.*

***Abstract:** This article discusses soldering irons with a temperature controller and a power supply located in the handle of the device itself and their varieties. Their characteristics, structure and principles of operation have been determined.*

***Ключевые слова:** Паяльник, керамический нагреватель, терморегулятор, термонара, калибровка.*

***Keywords:** Soldering iron, ceramic heater, thermostat, thermocouple, calibration.*

Введение

Паяльником считается ручной инструмент, служащий для нагрева деталей, флюса, расплавления припоя и нанесения его в места контакта спаиваемых деталей. Тонкие и хрупкие детали требуют аккуратной пайки при определённых температурах, поэтому паяльники стали оснащать регуляторами температуры.

Существуют различные варианты паяльников с регулировкой температуры.

Самые простые паяльники с возможностью работы в двух диапазонах. Имеют два режима минимум и максимум. Первое положение позволяет поддерживать нагрев прибора, а второе даёт возможность выполнять сам процесс пайки.

Так же существуют паяльники с диммерами, подключаемыми к сети 220В, в разрыв кабеля. Регулировка осуществляется за счёт перепадов напряжения. Минусом такой системы является снижение мощности, что делает эту систему низкоэффективной.

Самыми распространёнными являются паяльники с регулятором температуры и блоком питания размещёнными в ручке самого паяльника. Данная система считается эффективной, но не обеспечивает высокую мощность для работы.

Паяльник с выносным блоком. Такая система питания является наиболее производительным и эффективным, так как имеет регулировку в широком диапазоне. Обеспечивает любую мощность.

Все паяльные устройства в зависимости от нагревателя можно разделить на два вида.

Первый вид – медный паяльник, включающий в себя нагреватель, состоящий из нихромовой проволоки, закрученной в виде спирали. Плюсом данной системы является возможность работать, с переменным и постоянным током, в том числе при низком напряжении, создаваемым небольшим трансформатором. В данном виде паяльника, в его жале имеется термодатчик, работа которого основана на физических свойствах термопары. Под действием сигнала датчика происходит изменение мощности или полное отключение. Конструкции такого типа паяльника представлены в двух модификациях. Самая простая конструкция, когда спираль наматывается на корпус из диэлектрика, в который вставлено жало. В более сложных конструкциях производиться изоляция нихромовой спирали за счёт этого существенно уменьшаются тепловые потери.

Второй вид – паяльник с керамическим нагревателем. Плюсом такого вида является быстрый нагрев жала паяльника, и широкий диапазон регулировки температуры.

Основная часть

В данной статье будем рассматривать паяльники с регулятором температуры и блоком питания размещенными в ручке самого паяльника. А так же все рассмотренные далее виды паяльников будут иметь керамический вид нагревателя.

Рассмотрим для начала простейший паяльник с механическим регулятором температуры на 60Вт.

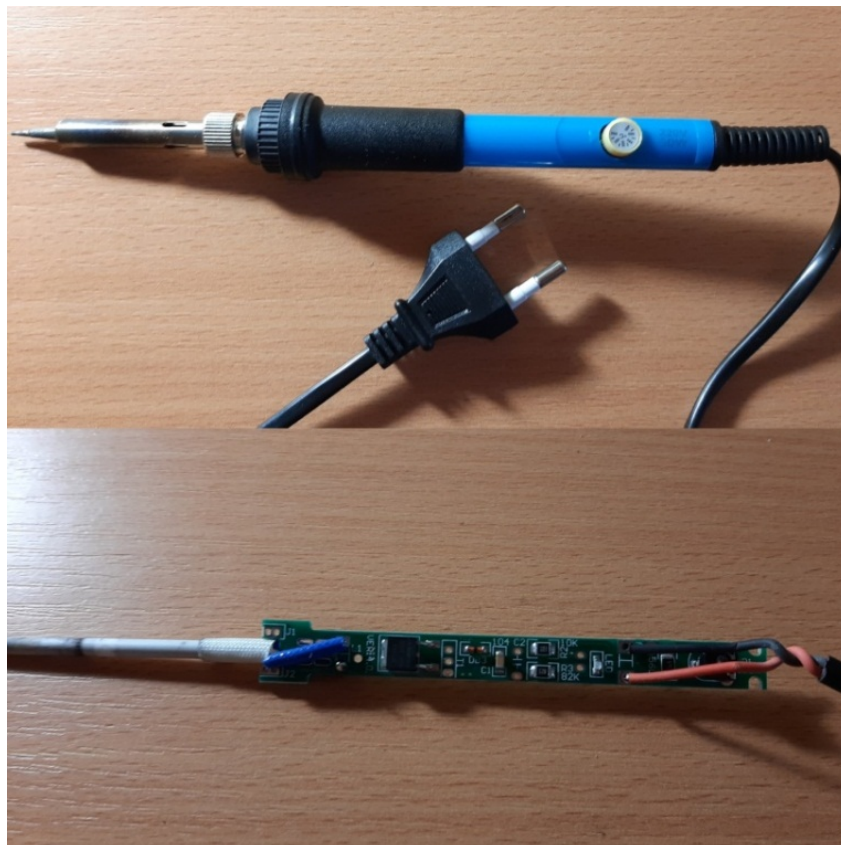


Рисунок 1 – Паяльник с механической регулировкой температуры

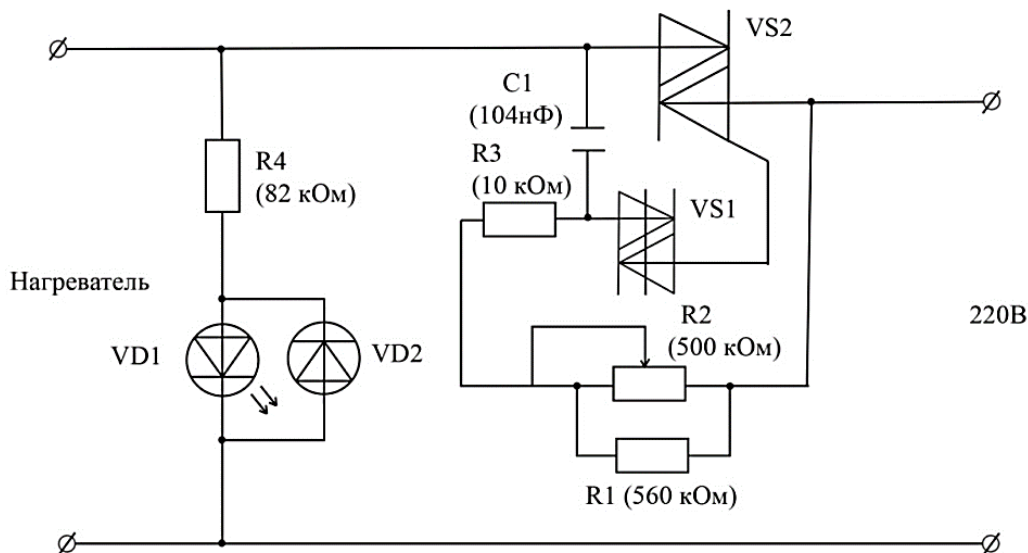


Рисунок 2 – Схема паяльник с механической регулировкой температуры

Основными компонентами данной системы являются динистор и симистор. При подключении паяльника к сети 220В ток начинает протекать через нагрузку и через резистор $R1$, $R2$ и $R3$ заряжая конденсатор $C1$. Как только на конденсаторе напряжение поднимется выше 32В, откроется динистор $VS1$ и через него пойдет ток, открывая симистор $VS2$. Симистор в это время начинает пропускать ток нагрузки и закроется он только в тот момент, когда прямой ток через него станет меньше тока удержания. Синусоида опускается на силовых выводах симистора к потенциалу близкому к нулю. Далее всё повторяется по циклу. Переменным резистором $R2$ регулируется скорость зарядки конденсатора $C1$. Чем дольше он будет заряжаться, тем дольше будет закрыт динистор $VS1$, следовательно, и симистор $VS2$, а когда он закрыт, нет синусоиды на нагрузке.

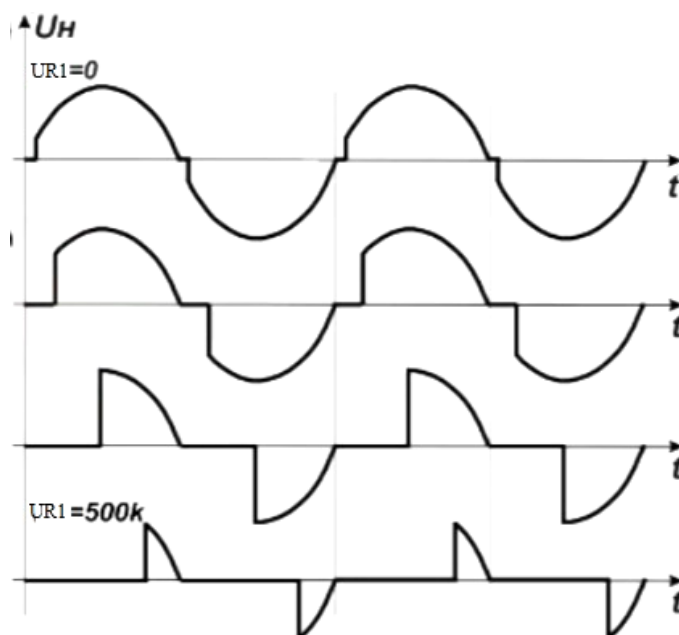


Рисунок 3 – Диаграмма преобразования напряжения

Резистор R2 тарирован, тем самым позволяет нам выставлять определённую температуру нагревателя с погрешностью $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Такой тип регулировки позволяет регулировать температуру от 200°C до 400°C . Основными минусами такого вида паяльников является перегрев и не точная регулировка температуры.

Паяльник GJ-907.

Рассмотрим следующий вид паяльника с термостатом марки GJ-907. Его основным отличием, от рассмотренного паяльника, является наличие термопары, которая позволяет контролировать температуру жала.



Рисунок 4 – Паяльник GJ-907

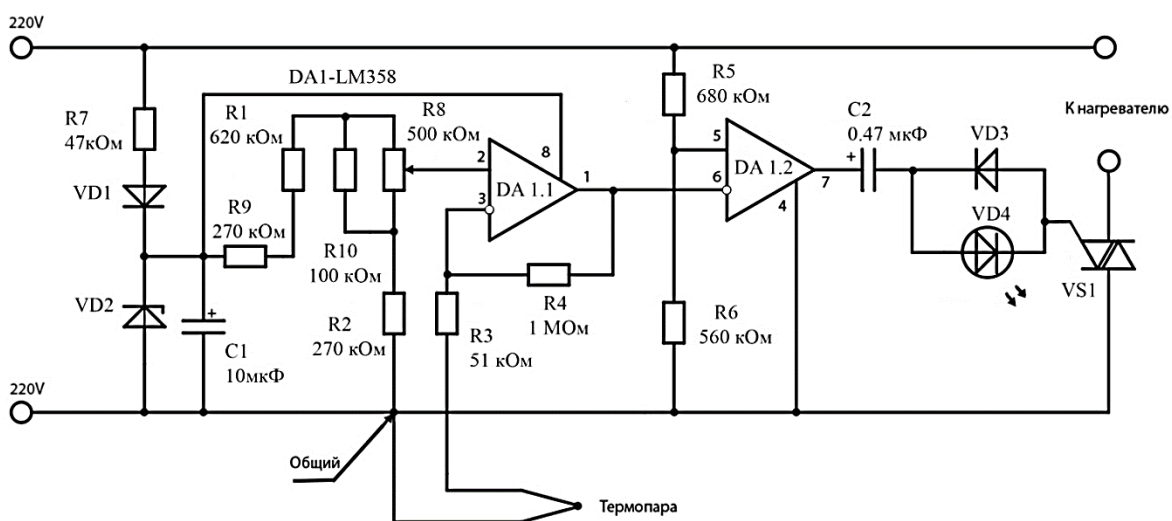


Рисунок 5 – Схема паяльника GJ-907

Подключая к сети 220В, напряжение сети переменного тока поступает на плату управления через сетевой кабель. Для удобства, один из проводов обозначен как «общий», этот провод является общим для сигналов питания, термопары и управления симистором. Сетевое напряжение выпрямляется через токоограничивающий резистор R7 и выпрямительный диод VD1 (1N4007) поступает на параметрический стабилизатор, на стабилитроне VD2, напряжением 22 вольта. Пульсации этого напряжения сглаживает конденсатор C1. Регулировку порога температуры производят переменным резистором R8, диапазон его регулировки задают резисторы R9, R1, R2. На операционном усилителе (ОУ) в составе микросхемы LM358 DA1.1 собран пороговый элемент – компаратор с положительной обратной связью. На инвертирующий вход поступает напряжение с переменного резистора. На прямой вход — напряжение термопары смешанное с выходным напряжением компаратора, для обеспечения гистерезиса. Гистерезис равен 13,5°C.

Это и есть разница между включением и отключением термостатом нагревательного элемента.

Когда температура спая термодатчика ниже установленного порога резистором R8, на инвертирующем входе DA1.1(2) потенциал выше, чем на (3), и на выходе (1) действует низкий уровень — около 0В. На втором ОУ микросхемы DA1.2, собран компаратор контролирующий переход переменного напряжения сети через ноль. Этот компаратор, совместно с цепью сдвига уровня конденсатора C2 создает переменное напряжение, синхронизированное с сетью, для открытия симистора VS1.

Когда температура спая термодатчика выше установленного порога резистором R8, на инвертирующем входе DA1.1(2) потенциал ниже, чем на (3), и на выходе (1) действует высокий уровень — около 20В. В этом случае на инвертирующем входе DA1.2 (6) потенциал всегда выше, чем на (5). И выход компаратора (7) постоянно находится в низком уровне. На управляющем электроде симистора нет сигналов, и он закрыт, а нагрузка обесточена. Питание микросхемы, ОУ LM358, поступает на вывод 4 (минус) и 8 (плюс) и составляет 22В.

Паяльник A-BF GS 90D.

Следующим мы рассмотрим паяльник модели A-BF GS 90D. Существенным отличием от предыдущих моделей является наличие дисплея и регулирования температуры с погрешностью $\pm 2^\circ\text{C}$, а также присутствующей возможностью калибровки. Этот паяльник на 90Вт и является термостатированным – это значит, что температура его жала отслеживается микроконтроллером и всегда поддерживается на уровне, который задал оператор.



Рисунок 6 – Паяльник A-BF GS 90D

К симистору ВТ134 подключаются выводы термоэлектрического нагревателя. В нагреватель также встроен терморезистор, а он в свою очередь подключается к операционному усилителю на LM358. Питание реализовано по схеме бестрансформаторного блока питания с конденсатором, гасящим излишки напряжения. Также на печатной плате есть выпрямительные диоды SMA4007, SMD-стабилитрон 1SMA4742A и интегральный стабилизатор 78L05 в корпусе SOT-23 для питания низковольтной части схемы. Основным элементом паяльника является микроконтроллер 12C5204AD. Наличие микроконтроллера свидетельствует о том, что стабилизация температуры жала осуществляется цифровым методом. Благодаря этому, и достигается возможность регулировки температуры жала паяльника с погрешностью всего $\pm 2^{\circ}\text{C}$. К определенным выводам микроконтроллера, присоединены выводы небольшого ЖК-индикатора, на котором отображается температура. ЖК-индикатор выполнен на отдельной печатной плате, на которой распаян индикатор, а на обратной стороне печатной платы имеется контроллер. Температура выставляется двумя кнопками с шагом в 1°C .

Существенным преимуществом данного вида паяльников является возможность их калибровки. Регулировка может осуществляться в пределах от $+50^{\circ}\text{C}$ до -50°C . Калибровка необходима при замене жала, так как жало определенной формы могут иметь плохую теплопроводность. Поэтому на кончике жала температура будет всегда ниже примерно на $10-15^{\circ}\text{C}$, чем температура нагревателя. Для того чтобы показания на дисплее были как можно корректнее, используется калибровка.

Заключение

Основными преимуществами таких паяльников является:

- Предотвращение образования окалины на жале паяльника, характерной для высоких и постоянных температур.
- Возможность регулировки температуры, исключая возможность перегрева чувствительных радиодеталей, токоведущих дорожек монтажных плат.
- Возможность использования различных припоев.
- При различных работах не требуется замена всего паяльника, а всего лишь достаточно сменить температуру.
- Существенная экономия электроэнергии, увеличение срока эксплуатации прибора.
- Компактность устройства.

Литература

1. Станки Эксперт [Электронный ресурс]/ Паяльники с регулировкой температуры. - Режим доступа: <https://stankiexpert.ru/spravochnik/svarka/payalnik-s-regulirovkoj-temperature.html/>. – Дата доступа: 24.10.2021.
2. Burforum [Электронный ресурс]/ Ремонт паяльника с регулятором температуры. - Режим доступа: [https://burforum.ru.turbopages.org/burforum.ru/s/samodelki/dorabotka-payalnika-s-regulirovkoj-temperature.html /](https://burforum.ru.turbopages.org/burforum.ru/s/samodelki/dorabotka-payalnika-s-regulirovkoj-temperature.html/). – Дата доступа: 24.10.2021.