

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ И ПРИБОРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ / TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF MATERIALS AND ELECTRONIC DEVICES

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.101>

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ПИРОМЕТРА В ТЕРМОВОЗДУШНУЮ ПАЯЛЬНУЮ СТАНЦИЮ

Обзор

Стерляжников С.С.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0001-5450-9177;

¹ Лысьвенский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета, Лысьва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (32morri[at]gmail.com)

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема некорректного отображения температуры, установленной на термовоздушной паяльной станции относительно нагреваемого компонента. Данная проблема актуальна, так как большая часть радиокомпонентов очень чувствительна к температуре нагрева. А в результате того, что фактическая температура нагреваемой детали отличается от установленной на станции, могут возникнуть такие проблемы как выход компонента из строя от перегрева, оплавление пластиковых частей корпусов разъемов, появление «холодной» пайки. Различие в установленной температуре на станции и фактической температурой детали вызвано многими параметрами, такими как: скорость потока воздуха, подаваемого на нагреваемый компонент, расстоянием от сопла фена до элемента, используемой насадки, индивидуальных особенностей паяльной станции. В данной статье предложен способ устранения данного недостатка, путем совмещения термовоздушной паяльной станции и пирометра, что позволит фиксировать температуру непосредственно на нагреваемом компоненте, а не на термопаре внутри фена, как это было изначально.

Ключевые слова: термовоздушная паяльная станция, термофен, пирометр, бесконтактная пайка, монтаж радиокомпонентов.

STUDYING THE POSSIBILITY OF INTEGRATING A PYROMETER INTO A THERMOAIR SOLDERING STATION

Review article

Sterlyazhnikov S.S.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0001-5450-9177;

¹Lysvensky branch of the Perm National Research Polytechnic University, Lysva, Russian Federation

* Corresponding author (32morri[at]gmail.com)

Abstract

This article examines the problem of incorrect display of the temperature set on the thermoair soldering station relative to the heating component. This issue is relevant because most of the radio components are very sensitive to the heating temperature. And as a result of the fact that the actual temperature of the heated part differs from the set temperature at the station, problems like component failure from overheating, melting of plastic parts of connector housings, the appearance of "cold" soldering can arise. The difference in set temperature at the station and actual temperature of a component is caused by many parameters such as: speed of airflow applied to the heated component, distance from nozzle of heat gun to the component, nozzle used, individual specifics of soldering station. This paper proposes a way to solve this disadvantage, by combining a thermoair soldering station and a pyrometer, which would allow to fix the temperature directly on the heated component, rather than on the thermocouple inside the heat gun, as it was originally.

Keywords: thermoair soldering station, heat gun, pyrometer, non-contact soldering, installation of radio components.

Введение

Термовоздушные паяльные станции широко распространены и используются для многих целей. В основном их используют для монтажа или демонтажа радиокомпонентов, которые зачастую миниатюрны и очень чувствительны к температуре нагрева. Один из основных недостатков термовоздушных паяльных станций это некорректное отображение температуры, вызванное особенностями работы выбранной станции, скоростью потока воздуха, подаваемого на нагреваемый компонент, расстоянием от сопла фена до элемента, используемой насадки. В результате анализа литературы, можно сделать вывод, что с бессвинцовой технологией монтажа компонентов требуется соблюдение условий по температурным режимам, которые гораздо жестче, нежели при работе со свинецсодержащими припоями [1]. Также отмечается, что использование термовоздушных станций имеет два существенных недостатка: сложность контроля температуры в нагреваемой зоне и неравномерность прогрева контактных площадок BGA компонентов [2].

Данная проблема актуальна, поскольку мелкосерийное производство или другие лица, использующие термовоздушные паяльные станции для монтажа или демонтажа компонентов не всегда имеют возможность перейти

на другое, гораздо более дорогостоящее оборудование, которое сможет обеспечить более точный контроль температуры.

Цель данной работы это изучение возможности доработки обычных термовоздушных паяльных станций для получения более стабильной и корректной температуры в нагреваемой области.

Основная часть

Существует два типа термовоздушных паяльных станций: турбинные станции, а также станции компрессорного типа. Несмотря на отличия в конструкциях данных станций, в каждом случае температура нагрева фиксируется непосредственно в ручке фена, около нагревательного элемента. Данный способ замера температуры ведет за собой проблемы указанные выше. Для более точного контроля температуры можно перейти на дорогостоящие инфракрасные паяльные станции с керамическим или кварцевым излучателем. Контроль температуры осуществляется посредством выносной термопары, которая устанавливается рядом с нагреваемым элементом. Использование инфракрасных паяльных станций целесообразно при пайке крупных BGA микросхем. Однако при пайке небольших компонентов, если требуется точечный нагрев отдельно стоящей детали, без риска перегреть находящиеся рядом компоненты, лучше использовать термовоздушные паяльные станции.

Принцип действия термопары основан на взаимодействии между собой двух различающихся по своим физическим свойствам металлов, и скрепленных между собой холодными или горячими спаями [3]. Если спай на термопаре подвергнуть нагреву, будет генерироваться электрическое напряжение, которое всегда находится в прямо пропорциональной зависимости от значения прилагаемой к спаю температуры (см рисунок 1). На точность показаний влияет тип конструкции, схема подключения проводников, соблюдение технических требований. Конструкция термопары может быть обусловлена чувствительностью используемых металлов, особенностями условий применения (агрессивностью и агрегатным состоянием среды, в которой предполагается использовать термопару). В большинстве случаев погрешность измерения термопары не превышает 2,5 °С, что позволяет с высокой точностью фиксировать значение температуры около нагревательного элемента внутри ручки паяльного фена. Ниже схематически показано устройство термопары.



Рисунок 1 - Устройство термопары

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.101.1>

Принцип действия пирометра основан на фокусировке инфракрасного излучения, идущего от горячего объекта измерения, и дальнейшей передаче его на ИК-приемник [4]. На схеме ниже представлено упрощенное изображение ИК-датчика и горячего объекта.

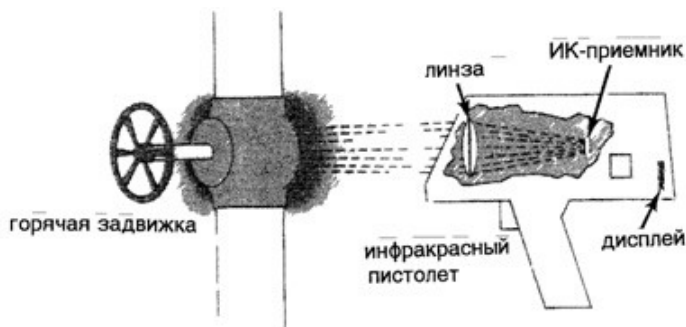


Рисунок 2 - Упрощенное изображение ИК-датчика и горячего объекта

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.101.2>

Основную составляющую ИК-приемника можно представить в виде термоэлемента, состоящего из двух токопроводящих дорожек, соединенных в одной точке друг с другом. При нагреве ИК-приемника возникает разница температур между точкой контакта и обеими открытыми концами, в результате чего генерируется напряжение, которое в дальнейшем преобразуется в соответствующие температурные значения на дисплее прибора (см рисунок 2). Результат измерения пирометром может сильно отличаться из-за излучательной способности измеряемого объекта [5]. Для устранения этого недостатка большинство пирометров снабжено органом коррекции по излучательной способности. Это позволяет откалибровать пирометр с учетом излучательной способности материала, для которого проводятся измерения [6]. Помимо излучательной способности, на погрешность измерения влияет температура окружающей среды, и чем она выше, тем больше будет погрешность.

Для того чтобы понять, можно ли измерить температуры нагреваемого компонента на плате, необходимо выяснить, какой излучательной способностью обладает выбранный компонент, а также, каким образом поток горячего воздуха, находящийся рядом с ИК-приемником будет влиять на погрешность измерений [7]. Кроме вышесказанного, необходимо учесть, что несмотря на то, что расстояние между пирометром и объектом, чья температура измеряется, не влияет на точность показаний. Однако устройство должно использоваться для диапазона, указанного изготовителем. Это необходимо для правильной фокусировки линзой инфракрасного излучения от измеряемого предмета.

Термовоздушные паяльные станции, в своем большинстве, используются для пайки BGA микросхем, или компонентов в SOP, DIP корпусах и их аналогах. Основными материалами для этих корпусов служат пластик, керамика [8]. Несмотря на различие в материалах корпуса, современные компоненты выполнены в классическом черном цвете, благодаря которому обладают излучательной способностью от 0,99 до 0,999 [9]. Что позволяет без калибровки получать значения температуры, максимально приближенные к истинным [10].

В лабораторных условиях, при температуре окружающей среды в 20-25°C пирометры демонстрируют свои точностные характеристики, которые, в свою очередь, называют основной погрешностью данного прибора. Так как чаще всего термовоздушные паяльные станции используются в помещении, комнатная температура которых практически полностью соответствует вышесказанной, можно предположить, что при качественной изоляции ИК-приемника от нагревательного элемента фена, измеренная температура будет обладать минимальной погрешностью измерения.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что принцип действия термопары и ИК-приемника схож. Это позволяет заменить термопару из ручки термофена на линзу и ИК-приемник, что позволит фиксировать температуру непосредственно на нагреваемом компоненте.

Основной проблемой интеграции ИК-приемника в термовоздушную паяльную станцию является калибровка полученных значений с датчика, а также защита нагревательного элемента от перегрева. Большинство термовоздушных паяльных станций собрано на базе программируемых микроконтроллеров (к примеру atmega 8), что позволяет внести корректировки в отличающиеся значения напряжений при замене стандартной термопары на ИК-приемник, также можно воспользоваться подстроечными резисторами, которыми снабжены паяльные станции [11]. Обычно они применяются для калибровки температуры при замене насадки термофена, и при выборе оптимального расстояния от термофена до нагреваемого компонента [12]. Для защиты нагревательного элемента внутри термофена используется термопредохранитель, который срабатывает при достижении критической температуры. Однако можно оставить стандартную термопару внутри ручки фена, и внести ее дополнительно в прошивку микроконтроллера. Это позволит динамически настраивать температуру на нагревательном элементе с помощью ИК-термометра, при этом защитит от достижения критической температуры нагревательного элемента.

Заключение

Несмотря на то, что бесконтактную пайку считают эмпирическим процессом, при котором каждый случай требует большого опыта и индивидуального подхода, в данной статье было показано, что существует возможность интеграции пирометра в корпус термофена, что позволит с гораздо большей точностью настраивать требуемую температуру, без риска повредить компонент. Данные результаты в дальнейшем могут использоваться для практической модификации термовоздушных паяльных станций вне зависимости от их типа, принципа действия, скорости потока и используемых насадок. Научная новизна состоит в том, что ранее не было попыток подобных модернизаций термовоздушных паяльных станций. Успешная доработка позволит значительно снизить количество дефектов, вызванных нарушением температурных режимов пайки.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Беленький А.М. Измерение температуры в промышленности и энергетике Измерение температуры: теория, практика, эксперимент.: в 3 т.; / А.М. Беленький, М.Ю. Дубинский, М.Г. Ладыгичев – М.: Теплотехник, 2007. – 2 т.
2. Брамсон М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел Инфракрасное излучение нагретых тел.: в 2 т.; / М.А. Брамсон – М.: Наука, 1965. – 1 т.

3. Шейндлин А.Е. Излучательные свойства твердых материалов / А.Е. Шейндлин – М.: Энергия, 1974. – 471 с.
4. Линеверг Ф. Измерение температур в технике. / Ф. Линеверг – М.: Metallurgiya, 1980. – 544 с.
5. Ланин В. Монтаж и демонтаж BGA, CSP, Flip-Chip, QFP при помощи инфракрасного излучения и конвекционного нагрева / В. Ланин // Технологии в электронной промышленности. – 2011. – № 1. – URL: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_100675.pdf. (дата обращения: 25.06.22)
6. Zhanming P. Research on temperature field model of hot air reflow soldering process [Electronic source] / P. Zhanming // ResearchGate. – 2021. – URL: https://www.researchgate.net/publication/353542056_Research_on_temperature_field_model_of_hot_air_reflow_soldering_process. (accessed: 03.08.22)
7. Shirriff K. Reverse engineering TL431 [Electronic source] / K. Shirriff // Righto. – 2014. – URL: <http://www.righto.com/2014/05/reverse-engineering-tl431-most-common.html>. (accessed: 03.08.22)
8. Сусский В. Паяльная станция на Atmega8 [Электронный ресурс] / В. Сусский // Радиолобитель – это просто. – 2019. – URL: <https://www.li-ne.ru/page/pajalnaja-stancija-na-atmega8/>. (дата обращения: 03.08.22)
9. Пирометр — бесконтактный цифровой термометр [Электронный ресурс] // KИPIAVP.RU. – 2016. – URL: <https://kipiavp.ru/pribori/pirometr.html/>. (дата обращения: 03.08.22)
10. Фрунзе А.В. С какой точностью вы измерите температуру реального предмета пирометром с погрешностью 0,1...0,25%? [Электронный ресурс] / А.В. Фрунзе // Термокопт. – 2010. – URL: <https://www.pyrometer.ru/publishing/s-kakoj-tochnostyu-vy-izmerite-temperaturu-realnogo-predmeta-pirometrom-s-pogreshnostyu-0-1...0-25.html>. (дата обращения: 03.08.22)
11. Таблица излучательной способности для различных материалов [Электронный ресурс] // Астэна. – 2005. – URL: <https://www.astena.ru/izl.html>. (дата обращения: 03.08.22)
12. Термопара. Принцип работы [Электронный ресурс] // Индустрия ТЭН. – 2021. – URL: <https://industriaten.ru/articles/termopara-printsip-raboty/>. (дата обращения: 03.08.22)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Belen'kij A.M. Izmerenie temperatury v promy'shennosti i e'nergetike [Temperature measurement in industry and energy] Temperature measurement: theory, practice, experiment.: in 3 vol.; / A.M. Belen'kij, M.Yu. Dubinskij, M.G. Ladygichev – М.: Teplotexnik, 2007. – 2 vol. [in Russian]
2. Bramson M.A. Infrakrasnoe izluchenie nagrety'x tel [Infrared radiation from heated bodies] Infrared radiation of heated bodies.: in 2 vol.; / M.A. Bramson – М.: Nauka, 1965. – 1 vol. [in Russian]
3. Shejndlin A.E. Izluchatel'ny'e svojstva tverdy'x materialov [Radiative properties of solid materials] / A.E. Shejndlin – М.: E'nergiya, 1974. – 471 p. [in Russian]
4. Lineveg F. Izmerenie temperatur v tehnike. [Temperature measurement in technology.] / F. Lineveg – М.: Metallurgiya, 1980. – 544 p. [in Russian]
5. Lanin V. Montazh i demontazh BGA, CSP, Flip-Chip, QFP pri pomoshhi infrakrasnogo izlucheniya i konvekcionnogo nagreva [Mounting and dismounting of BGA, CSP, Flip-Chip, QFP using infrared radiation and convection heating] / V. Lanin // Tehnologii v e'lektronnoj promy'shennosti [Technologies in the electronics industry]. – 2011. – № 1. – URL: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_100675.pdf. (accessed: 25.06.22) [in Russian]
6. Zhanming P. Research on temperature field model of hot air reflow soldering process [Electronic source] / P. Zhanming // ResearchGate. – 2021. – URL: https://www.researchgate.net/publication/353542056_Research_on_temperature_field_model_of_hot_air_reflow_soldering_process. (accessed: 03.08.22)
7. Shirriff K. Reverse engineering TL431 [Electronic source] / K. Shirriff // Righto. – 2014. – URL: <http://www.righto.com/2014/05/reverse-engineering-tl431-most-common.html>. (accessed: 03.08.22)
8. Susskij V. Payal'naya stanciya na Atmega8 [Soldering station on Atmega8] [Electronic source] / V. Susskij // Radio amateur is easy. – 2019. – URL: <https://www.li-ne.ru/page/pajalnaja-stancija-na-atmega8/>. (accessed: 03.08.22) [in Russian]
9. Pirometr — beskontaktny'j cifrovoj termometr [Pyrometer - non-contact digital thermometer] [Electronic source] // KИPIAVP.RU. – 2016. – URL: <https://kipiavp.ru/pribori/pirometr.html/>. (accessed: 03.08.22) [in Russian]
10. Frunze A.V. S kakoj tochnost'yu vy' izmerite temperaturu real'nogo predmeta pirometrom s pogreshnost'yu 0,1...0,25%? [With what accuracy can you measure the temperature of a real object with a pyrometer with an error of 0.1 ... 0.25%?] [Electronic source] / A.V. Frunze // Termokont. – 2010. – URL: <https://www.pyrometer.ru/publishing/s-kakoj-tochnostyu-vy-izmerite-temperaturu-realnogo-predmeta-pirometrom-s-pogreshnostyu-0-1...0-25.html>. (accessed: 03.08.22) [in Russian]
11. Tablicza izluchatel'noj sposobnosti dlya razlichny'x materialov [Table of emissivity for various materials] [Electronic source] // Astana. – 2005. – URL: <https://www.astena.ru/izl.html>. (accessed: 03.08.22) [in Russian]
12. Termopara. Princip raboty' [Thermocouple. Principle of operation] [Electronic source] // TEN industry. – 2021. – URL: <https://industriaten.ru/articles/termopara-printsip-raboty/>. (accessed: 03.08.22) [in Russian]