



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

**Институт перспективных технологий и индустриального
программирования**

Кафедра цифровых и аддитивных технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

Технология низкотемпературной пайки металлов.

**Для студентов, обучающихся по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение**

Москва 2022

Содержание

1 Цель работы	4
2 Материально-техническое обеспечение лабораторной работы	4
3 Низкотемпературная пайка.....	5
4 Вопросы для проведения контрольного опроса	9
5 Допуск студентов к выполнению лабораторной работы	9
6 Инструктаж по технике безопасности.....	9
7 Порядок выполнения лабораторной работы	10
Отчет о выполнении лабораторной работы	11

Лабораторная работа

Технология низкотемпературной пайки металлов

1 Цель работы

Изучить физико-химические основы и технологические параметры процесса низкотемпературной пайки, определить режим пайки, выполнить пайку различных металлов и оценить качество соединения.

2 Материально-техническое обеспечение лабораторной работы

Работы по пайке проводятся на специально оборудованном рабочем месте, оборудованным термостойким ковриком и местным вытяжным устройством (рис. 1).



Рисунок 1 – Оборудованное рабочее место для пайки

В качестве нагревательного устройства используется электропаяльник. Для контроля температуры необходимо использовать ХА термопару с гальванометром.

Для пайки применяется припой ПОС-61, в состав которого входит 59...61 % олова, остальное свинец. Температура плавления 183...185 0С. В качестве флюсов применять канифоль, флюс П-1 смесь хлористого аммония с хлористым цинком (твёрдый флюс), водный раствор хлористого цинка - 25% остальное вода.

Паяемые материалы – медь или медный сплав – пластины толщиной 0,3...0,7 мм., низкоуглеродистая сталь 10 – пластины 0,5...0,7мм., нержавеющая сталь – пластины толщиной 0,3...0,5 мм.

3 Низкотемпературная пайка

Пайка, как технологический процесс соединения металлических и неметаллических материалов широко применяется в различных отраслях промышленности от изделий космической техники до предметов обихода.

Пайка – процесс соединения металлов в твёрдом состоянии припоями, которые при расплавлении смачивают поверхности соединяемых деталей, заполняют капиллярный зазор между ними и в результате кристаллизации образуют паяный шов. Следовательно, для получения спая необходимо:

1. обеспечить смачивание поверхности металла припоем, для чего удалить с поверхности металла загрязнения и оксидные плёнки;
2. расплавить припой и заполнить зазор между деталями расплавленным припоем;
3. снизить температуру и обеспечить кристаллизацию припоя.

В соответствии с классификацией способов пайки по виду источников нагрева в промышленности широко применяется большое количество видов оборудования, различающегося принципами нагрева. Радиационный нагрев при печной и лучевых видах пайки, нагрев за счёт теплопроводности при пайке погружением, паяльниками, нагрев за счёт конвективного теплообмена при использовании горелок. Способ пайки должен обеспечивать возможность регулирования технологических параметров процесса пайки в широком диапазоне. При выборе оборудования для решения конкретной задачи изготовления паяной конструкции учитывают:

- а - возможность получения изделий с заданными показателями качества (соответствие техническим требованиям);
- б - возможность механизации и повышения производительности при серийном производстве;

в - экономические показатели, характеризующие эффективность использования энергии, затраты на вспомогательные материалы и др.

Пайка в печах позволяет широко применять механизацию паяльных работ, обеспечить высокую производительность труда и стабильное качество паяных соединений. В печах для предохранения деталей от окисления и повышения качества пайки создают специальную газовую атмосферу. Для массовой пайки сравнительно мелких деталей применяют печи с сетчатым конвейером или роликовым подом.

Пайка горелками предусматривает использование в качестве источника теплоты электрической дуги или газового пламени. В основе процесса лежит передача тепла от нагретого газа к паяемым деталям за счёт конвективного теплообмена. Температура пламени зависит от вида горючего и скорости окисления.

Температура пламени неодинакова в различных его частях и достигает максимального значения на оси вблизи конца ядра (средняя зона). Максимальная температура (°C) сгорания в кислороде различных газов составляет:

ацетилен.....	3100...3200
пропано - бутановая смесь.....	2000...2100
водород.....	2100...2300

Эффективная мощность пламени возрастает с увеличением расхода горючего газа. Максимальный удельный тепловой поток на оси кислородноацетиленового пламени достигает 500 Дж/см² *с

Горелки для газопламенной пайки разделяют на ацетилено – кислородные (аналогичные сварочным), керосино – кислородные и горелки, работающие на смеси природных газов с воздухом или кислородом. Процесс пайки газовыми горелками поддаётся механизации. Применяются многопламенные горелки, создаются установки конвейерного типа. Газовое пламя обеспечивает широкие возможности регулирования скорости нагрева, что обеспечивает высокую производительность процесса и качество паяных соединений.

Пайка паяльниками - низкотемпературная пайка применяется при единичном и мелкосерийном производстве. Рабочая часть паяльников, изготовленная из меди, аккумулирует тепло от источника нагрева и передает его паяемой детали за счёт теплопроводности, а также переносит расплавленный припой к месту соединения деталей. В основном применяют паяльники с постоянным нагревом. Нагревательный элемент такого паяльника изготовлен из нихромовой проволоки намотанной на втулку из слюды или керамики, в которую устанавливается медный стержень. Медь хорошо обслуживается низкотемпературными припоями и обеспечивает эффективную теплопередачу. Недостатком является интенсивное изменение формы рабочей части паяльника за счёт растворения меди в припое, что можно значительно уменьшить, применяя никелевое покрытие. Размеры и мощность нагревательного элемента зависят от массивности паяемых деталей и могут изменяться от 50Вт до 1,2кВт., вес паяльника от 0,2 до 4,5 кг.

Пайка световым лучом обладает рядом достоинств – чистота и бесконтактность источник нагрева, широкие возможности регулирования плотности мощности, возможность механизации и автоматизации процесса и др.

Как уже было указано, пайка может выполняться в широком диапазоне температур. Низкотемпературной или «мягкой» пайкой принято называть процесс, протекающий при температурах ниже 400...500 0С. При более высоких температурах пайка называется высокотемпературной или «твёрдой».

Очистка поверхности паяемых металлов с целью обеспечить смачивание производится различными способами – флюсованием, восстановительным действием газовых защитных сред, вакуумированием и др. При низкотемпературной пайке наиболее широко используется флюсование.

Действие флюсов, обеспечивающих удаление оксидной плёнки разделяется на следующие этапы: а - удаление влаги и разложение термонеустойчивых соединений; б - плавление и растекание флюса, химическое взаимодействие его компонентов с оксидами, растворение плёнок и т.п.; в - удаление оксидов продуктами флюсования.

Флюсы для низкотемпературной пайки могут иметь различную химическую активность, вследствие чего целесообразность применения флюса определяется прочностью оксидов паяемого металла. Часто используемая при пайке канифоль представляет собой смесь природных органических кислот и характеризуется сравнительно низкой химической активностью и применяется в основном при пайке меди.

Применение канифоли при пайке нержавеющей стали не даёт положительных результатов т.к. прочность оксидов хрома значительно больше, оксидов меди. Флюсы для пайки стали типа Х18Н9 должны содержать соляную кислоту или соответствующие хлориды. В результате реакций оксиды металла переходят в хлориды, которые легко растворяются во флюсе. Технология пайки включает следующие операции:

- 1) Очистка поверхности соединяемых деталей от загрязнений и окисных плёнок.

- 2) Сборка деталей под пайку, причём обязательным является соблюдение соединительных зазоров. Детали фиксируют кернением, клёпкой, контактной сваркой и т. п. Наносят флюс из паст или водного раствора с последующей сушкой.

- 3) Пайка – нагрев деталей до температуры пайки, при которой происходит расплавление припоя и заполнение капиллярного зазора. Режим пайки регламентирует температуру пайки и длительность выдержки, в некоторых случаях скорость нагрева и охлаждения. Обычно температура пайки на 30...50 °С выше температуры плавления припоя.

- 4) Обработка после пайки с целью удаления остатков флюса, зачистки припоя и т.д.

- 5) Контроль качества паяных изделий – внешним осмотром определяют форму галтели и заполнение припоем зазора, наличие трещин, наплывов и др.

4 Вопросы для проведения контрольного опроса

1. Перечислить основные этапы процесса пайки.
2. На какие два типа подразделяется процесс пайки в зависимости от температуры?
3. При каких температурах производится низкотемпературная пайка?
4. Как производится подготовка паяемых поверхностей?
5. В чём заключается действие флюсов?
6. С какой целью производится нагрев деталей при пайке?
7. В чём заключается процесс постобработки при пайке?
8. Как производится контроль качества паяных соединений?

5 Допуск студентов к выполнению лабораторной работы

Перед выполнением лабораторной работы (после изучения теоретического материала, приведенного в данных методических указаниях) преподавателем проводится контрольный опрос студентов, по результатам которого студент допускается либо не допускается к лабораторной работе. Для подготовки к опросу необходимо прослушать курс лекций по соответствующей теме, а также самостоятельно изучить теоретический материал, приведенный в п. 3 настоящих методических указаний. Для дополнительной подготовки к лабораторной работе можно использовать литературу, указанную в конце методических указаний.

6 Инструктаж по технике безопасности

Проведение лабораторной работы связано с нахождением студентов в помещении лаборатории кафедры цифровых и аддитивных технологий, где находится оборудование, представляющее собой источник повышенной опасности, поэтому при проведении лабораторной работы необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в инструкции по технике безопасности, которую преподаватель доводит до сведения студентов перед началом лабораторной работы, при этом преподаватель проводит

разъяснительную работу о последствиях, которые могут наступить при несоблюдении правил техники безопасности.

Далее студенты расписываются о получении инструктажа в журнале, и только после этого непосредственно приступают к выполнению работы.

Нахождение в лаборатории допускается только при соблюдении правил техники безопасности. В случае любых ситуаций, связанных с получением травмы, необходимо:

- немедленно сообщить о случившемся преподавателю, проводящему занятия, даже в случае незначительных травм (ушибы, ранения рук и т. п.);
- при поражении электрическим током немедленно выключить рубильники, вызвать скорую медицинскую помощь, а до прибытия врача пострадавшему делать искусственное дыхание;
- при необходимости пострадавшего направить к врачу или вызвать скорую медицинскую помощь.

7 Порядок выполнения лабораторной работы

1. Пройти инструктаж по технике безопасности
2. Изучить основные теоретические положения технологии пайки, основные требования для получения спаев, назначение флюсов и основные операции технологии пайки.
3. Ответить на вопросы по теоретической части методических указаний для проведения лабораторной работы.
4. Подготовить образцы и все необходимые материалы к проведению эксперимента.
5. С помощью оборудования для пайки произвести нагрев образцов и припоя, дождаться расплавления и кристаллизации, произвести визуальный контроль получаемых соединений.
6. Заполнить отчёт и сделать вывод о полученных результатах.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

Отчет о выполнении лабораторной работы

«_____»

Студент _____ курс _____ группа _

1) Дать определение процессу пайки.

2) Что подразумевается под термином флюсование?

3) Перечислить этапы воздействия флюсов при удалении окисной плёнки.

[illegible][illegible]

дата

дата