

Учреждение образования Республике Беларусь  
«Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

Отчёт по лабораторным работам

По предмету «Технология формообразования изделий из конструкционных  
материалов»

Выполнил:

Студент группы ТТ-21

Галицкий И.П.

Проверил преподаватель:

Поздняков Е.П.

Гомель 2022

Учреждение образования Республике Беларусь  
«Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

Лабораторная работа №19

«ТЕХНОЛОГИЯ ПАЙКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ»

Выполнил:

Студент группы ТТ-21

Галицкий И.П.

Проверил преподаватель:

Поздняков Е.П.

Гомель 2022

## Лабораторная работа №19

### ТЕХНОЛОГИЯ ПАЙКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

**Цель работы:** ознакомиться с видами пайки, изучить технологию пайки, научиться определять прочность паяных соединений.

**Оборудование и материалы:** электрический паяльник, низкотемпературный припой, металлические пластины или провода, штангенциркуль, разрывная машина.

#### Порядок выполнения работы

Выполнить пайку стальных или медных (латунных) проволок низкотемпературным припоем. Для этого:

1. Зачистить поверхность проволок в месте пайки и обезжирить.
2. Подготовить флюс и припой.
3. Нанести флюс на место соединения проволок.
4. Совместить проволоки так, как они должны быть спаяны.
5. Нагреть паяемый участок паяльником до температуры плавления припоя и нанести припой на соединение.
6. Остудить соединение.
7. Осмотреть соединенные провода и убедиться в том, что пайка состоялась.
8. С помощью штангенциркуля определить размеры диаметр паяного соединения и сравнить его с исходным диаметром проволоки.
9. Провести испытание проволок, а также паяного соединения на проволоках на разрыв стандартным способом на разрывной машине.
10. Сравнить прочность проволок с прочностью припоя.
11. Записать полученные результаты в качестве вывода.

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Пайкой** называется технологический процесс соединения деталей в твердом состоянии посредством расплавленного присадочного материала — **припоя**. По прочности паяные соединения уступают сварным. Пайка может выполняться вручную и на специальных автоматических или механизированных установках.

Пайка металлов условно подразделяется на *высокотемпературную* и *низкотемпературную* пайку (ГОСТ 117325-71). Высокотемпературной считается пайка с температурой плавления припоев свыше 550 °С (ниже 550 °С — низкотемпературная пайка). В качестве припоев используются составы, в которые входят:

низкотемпературные припои — олово, свинец, сурьма;  
высокотемпературные — цинк, медь, серебро.

Припой для пайки производится в виде прутков, полос, проволоки, порошков и паст. К ним предъявляются следующие требования:

Для получения высококачественного паяного соединения припой должен удовлетворять следующим условиям:

- иметь температуру плавления ниже температуры плавления основного металла;
- хорошо растекаться, проникая в щели зазора, а также хорошо смачивать основной металл;
- должен обладать одинаковой или более высокой коррозионной стойкостью, чем основной металл;
- припой и основной металл должны взаимно диффундировать и образовывать сплав;
- припой не должен содержать дорогостоящих и дефицитных компонентов.

Для расплавления припоев используются газовые горелки, электрическая дуга, муфельные и др. печи, индукционный нагрев и т. д. Для низкотемпературной пайки используют паяльники.

Пайке поддаются низкоуглеродистые и легированные стали, чугуны, медь, алюминий, никель, их сплавы, а также многие другие металлы.

Прочность сцепления припоя с соединяемыми поверхностями зависит от физико-химических и диффузионных процессов, протекающих между припоем и основным металлом.

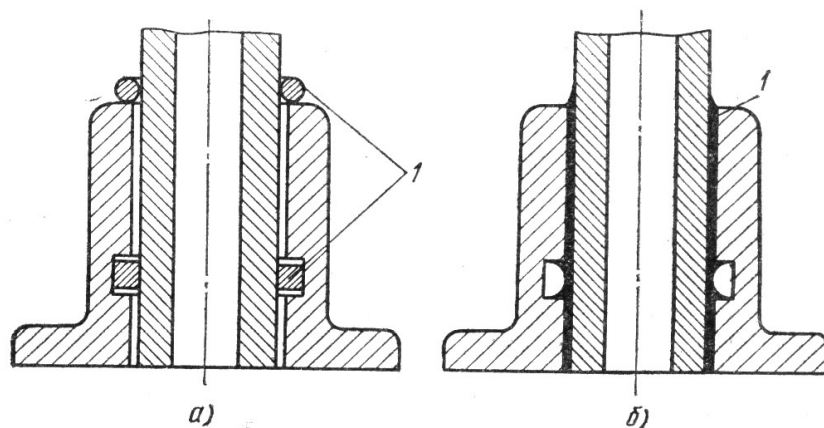
По условию заполнения зазора пайку можно разделить на **капиллярную**, при которой припой при нагреве заполняет малый зазор между паяемыми деталями под действием капиллярных сил, и **некапиллярную**.

При *капиллярной* пайке припой заполняет зазор между соединяемыми поверхностями и удерживается в нем за счет капиллярных сил – рисунок 1. Соединение образуется за счет растворения основы в жидком припое и последующей кристаллизации раствора. Капиллярную пайку используют при соединении внахлестку.

К некапиллярным способам относятся:

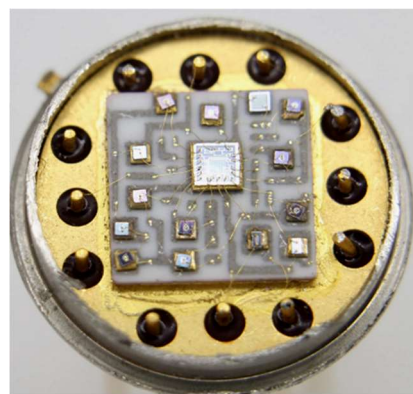
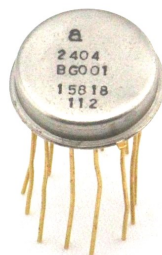
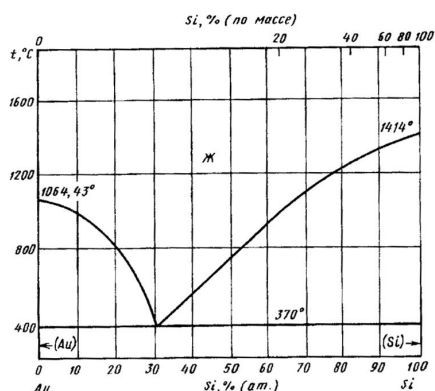
- **контактно-реактивная** пайка;
- **реактивно-флюсовая**;
- **диффузионная**.
- **пайка-сварка**
- **сварка-пайка**.

При *капиллярной* пайке припой заполняет зазор между соединяемыми поверхностями и удерживается в нем за счет капиллярных сил – рисунок 1. Соединение образуется за счет растворения основы в жидком припое и последующей кристаллизации раствора. Капиллярную пайку используют при соединении внахлестку.



**Рис.22.1 – Схема капиллярной пайки:**  
а – перед пайкой; б – после пайки; 1 - припой

При *диффузионной* пайке соединение образуется за счет взаимной диффузии паяемых разнородных материалов, или одного и того же материала с компонентами припоя. В зоне паяного соединения возможно образование эвтектики или твердого раствора. В некоторых случаях, например при взаимодействии меди с титаном в присутствии никеля в паяном шве выделяются тугоплавкие хрупкие интерметаллидные соединения ( $Ti_3Cu$ ). Для диффузионной пайки необходима продолжительная выдержка при температуре образования паяного шва, и после завершения процесса — при температуре ниже температуры полного затвердевания припоя. Примером диффузионной пайки является формирование прочного электропроводящего соединения между золотом и кремнием, которое широко используется при производстве различных элементов электроники.



**Рис. 22.2 – Диаграмма состояния золото – кремний и пример компоновки микрочипа**

При *контактно-реактивной* пайке между соединяемыми металлами или соединяемыми металлами и прослойкой промежуточного металла в результате контактного плавления образуется сплав, который заполняет зазор и при кристаллизации образует паяное соединение (рисунок 2).

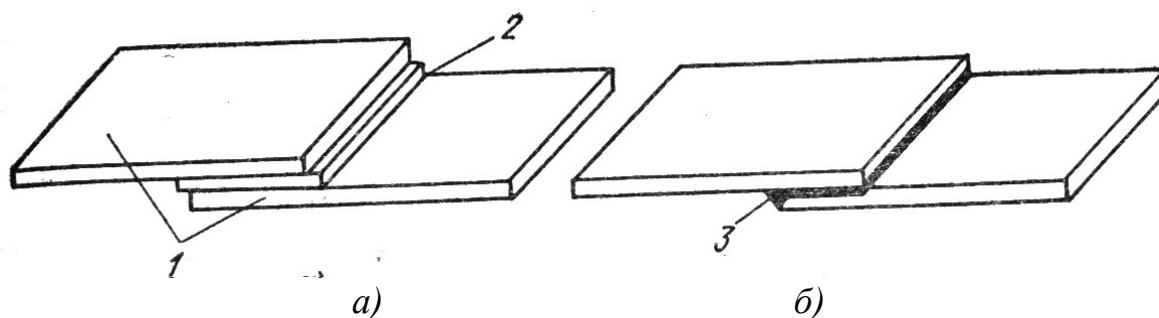


Рис.22.3 – Схема контактно-реактивной пайки:

а – перед пайкой; б - после пайки; 1 – медь; 2 – серебро; 3 – эвтектический сплав меди с серебром

а) б)

Рис. 22.4 – Диаграммы состояния систем медь – серебро (а) и свинец – олово (б)

При реактивно-флюсовой пайке припой образуется за счет реакции вытеснения между основным металлом и флюсом. Например, при пайке алюминия с флюсом, содержащим хлорид цинка, последний при высокой температуре разлагается, и восстановленный цинк служит припоем. Реактивно-флюсовую пайку можно вести без припоя и с припоем.

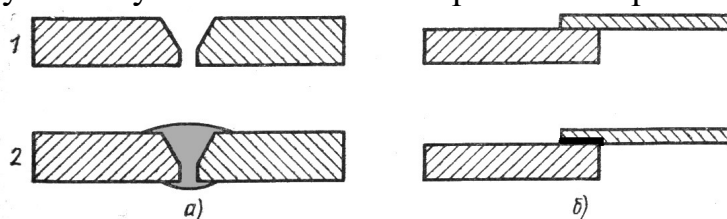


Рис.22.5 – Схема пайки-сварки (а) и сварки-пайки (б)

При пайке-сварке соединение образуется так же, как при сварке плавлением, с раздвиганием кромок, но в качестве присадочного металла применяют припой, как показано на рисунке 3,а.

При сварке-пайке соединяют разнородные материалы с применением местного нагрева, при котором более легкоплавкий материал нагревается до температуры плавления и выполняет функцию припоя. Это видно по рисунку 3,б.

Наибольшее применение получили капиллярная пайка и пайка-сварка. Диффузионная и контактно-реактивная пайки более трудоемки, но обеспечивают высокое качество соединения.

Качество паяных соединений (прочность, герметичность, надежность и др.) зависит от правильного выбора основного металла, припоя, флюса, способа нагрева, величины зазоров, типа соединения.

**Флюсы** служат для растворения и удаления окислов и загрязнений с поверхности металла, защиты его от окисления, улучшения смачиваемости и растекания припоя. Температура плавления флюса должна быть ниже температуры припоя.

Основные типы паяных соединений показаны на рисунке 4.

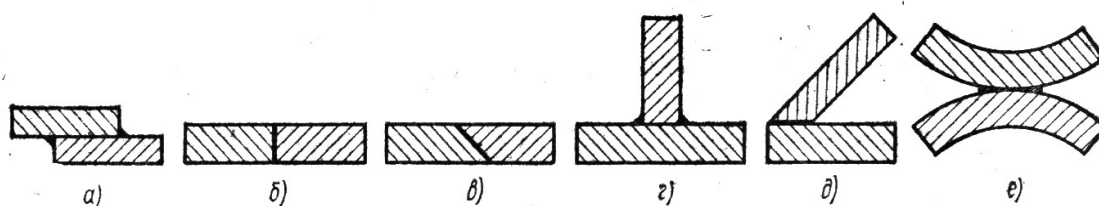


Рис.22.6 – Типы паяных соединений:

а – внахлестку; б – встык; в – вкос; г – втавр; д – в угол;  
е – соприкасающийся

## СПОСОБЫ ПАЙКИ

*Пайка высокотемпературными припоями.* К этим припоям относятся медные, медноцинковые, медноникелевые и серебряные.

*Пайку низкотемпературными припоями* используют почти для всех металлов. Эти припои состоят в основном из олова.

Применяют также *легкоплавкие припои*, содержащие висмут, кадмий и безоловянистые на основе свинца, сурьмы, температура °плавления которых ниже 140 С. В таблице 1 приведены характеристики некоторых распространенных припоев.

В качестве флюсов применяют слабодействующие кислоты, органические и неорганические вещества, например, канифоль, стеарин, соляную кислоту, хлористый цинк, нашатырь, фосфорную кислоту. Используют также раствор хлористого цинка с добавкой хлористого аммония. Приготавливают специальную паяльную кислоту или паяльную жидкость (раствор хлористого цинка в технической соляной кислоте). По окончании пайки флюсы удаляют с поверхности металла.

Табл. 22.1

### Припои и их характеристики

Припои	Химич. состав, %	Тем-ра плавлен., °С	$\sigma_{\text{в}}$ , МПа	Примерное назначение
ПОС 90	Sn-90 Pb-10	183-220	49	Лужение пайка пищевой посуды

ПОС 61	Sn-61 Pb-39	183-190	43	Лужение и пайка электро- и радиоаппаратуры
ПОС 40	Sn-40 Pb-60	183-299	38	Лужение и пайка оцинкованных деталей
ПОССу 40-0,5	Sn-40 Sb-0,5 Pb-ост	183-235	40	Лужение и пайка белой жести
ПОССу 95-5	Sn-95 Su-4,5 Pb-ост	234-240	40	Пайка трубопроводов, работающих при повышенных температурах
ПСр 72	Ag-72 Cu - ост	779	48..75	Пайка черных и цветных металлов
ЛМНЦ 68-4-2	Cu-68 Mn-4 Ni-2 Zn-ост	910-930	39	Пайка металлорежущего инструмента

По **способу нагрева** различают следующие способы пайки.

Пайку газовым пламенем осуществляют нагревом кромок изделия до плавления припоя и флюса и применяют в основном для соединения деталей высокотемпературными припоями. Перед пайкой на место пайки наносят флюс в виде жидкой пасты, разведенный водой или спиртом. Конец прутка также покрывают флюсом.

Пайка в печах. Пайку проводят в специальных печах с электрическим обогревом. Существуют три способа пайки в печах:

- с применением твердых флюсов;
- в вакууме;
- в газовой среде.

В первом случае собранное изделие с припоем, заложенным заранее в шов и нанесенным на место пайки флюсом, помещают в печь. Здесь изделие нагревается до температуры пайки. Во втором случае собранное изделие нагревается в вакуумной камере, благодаря чему металл не окисляется. В третьем случае используют активные или инертные газы: водород, диссоциированный аммиак и др.

Пайка погружением. Проводят в ваннах с расплавленными солями. На поверхность, подлежащую пайке, предварительно очищенную от грязи и жира, наносят флюс, между кромками или около места соединения размещается припой, затем деталь скрепляют и погружают в ванну. Соляная ванна предохраняет место пайки от окисления. Этот способ пайки используют для изготовления деталей из стали, твердых сплавов, меди, медных и алюминиевых сплавов.

Пайка погружением в металлические ванны. Детали, нагретые до 550° С, погружают в ванну с расплавленным припоем, покрытым флюсом.



Неспайиваемые поверхности предохраняют от контакта с припоем специальной обмазкой из графита с добавками небольшого количества извести.

Пайка бегущей волной припоя является разновидностью пайки погружением в металлические ванны. При этом способе расплавленный припой подается насосом и образует волну над уровнем расплава. Паяемая деталь перемещается в горизонтальном направлении и в момент касания волны происходит пайка.

Пайку бегущей волной применяют главным образом в радиоэлектронной промышленности при производстве печатных схем.

Пайка с индукционным нагревом. Нагреваемый участок паяемого изделия помещают внутрь катушки-индуктора. Через индуктор пропускают ток высокой частоты. В результате место пайки нагревается до температуры пайки. Предохранение изделия от окисления достигается за счет помещения изделия в процессе нагрева в вакуум или в защитную среду.

Электрическая контактная пайка. Для нагрева места пайки используют обычные контактные сварочные машины. Подготовленный к пайке узел зажимают между электродами машины, затем включают ток и проводят пайку. После нагрева изделие некоторое время выдерживают под давлением до остывания припоя. Пайку применяют для соединения мелких деталей в массовом производстве.

Пайка нагретым инструментом. Применяют для пайки низкотемпературными припоями. Паяльником нагревают детали в месте пайки и расплавляют припой и флюс.

Пайка с нагревом кварцевыми лампами. Детали, подлежащие пайке, помещают в специальный контейнер, в котором создают вакуум, затем его заполняют аргоном. Контейнер обогревают кварцевыми лампами. После окончания обогрева кварцевые лампы отводят и вынимают запаянные детали.

Экзофлюсовая пайка. Применяют для пайки нержавеющей сталей. На очищенное место соединения наносят тонкий порошкообразный слой флюса. Соединяемые поверхности совмещают, на противоположные стороны заготовок укладывают экзотермическую смесь. Смесь состоит из разных компонентов, которые укладывают в форме пасты или брикетов толщиной в несколько миллиметров. Собранный конструкцию устанавливают в приспособление и вносят в специальную печь, где осуществляют зажигание экзотермической смеси при 500° С. В результате экзотермических реакций смеси температура на поверхности металла повышается, и происходит расплавление припоя.

Пайка с наложением упругих колебаний. Для пайки используют упругие колебания — низкочастотные и ультразвуковые. Для создания низкочастотных колебаний применяют электромагнитные вибраторы, которые жестко соединяют с приспособлениями. В приспособлениях зажаты детали, подлежащие пайке. Частота колебаний около 100 Гц. При использовании высокочастотных ультразвуковых колебаний разрушается поверхностная окисная пленка. Это особенно важно при пайке алюминиевых и магниевых сплавов.

## **Содержание отчета**

Отчет должен содержать необходимые теоретические сведения по пайке, эскиз паяных проволок и схему испытания их на разрыв, результаты испытания прочности паяного шва на разрыв, вывод по работе.

## **Контрольные вопросы**

1. Что называется пайкой?
2. Какие припои называются высокотемпературными? Какие низкотемпературными?
3. В чем отличие капиллярной пайки от некапиллярной?
4. За счет чего образуется соединение при диффузионной сварке?
5. Чем отличается контактно-реактивная пайка от реактивно-флюсовой?
6. В чем отличие пайки-сварки от сварки?
7. Что является припоем при сварке-пайке?
8. Для чего нужен флюс?
9. Какие способы пайки используются в массовом производстве?

## **Литература:**

1. Технология конструкционных материалов. Пайка и сварка металлов : метод. указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса», 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» / сост. С. И. Карпович. – Минск: БГТУ, 2009. – 120 с. ISBN 978-985-434-923-7.

## **Лабораторная работа № 17**

### **ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОПЛАМЕННОЙ НАПЛАВКИ**

**Цель работы:** ознакомиться с процессами формообразования изделий методами наплавления поверхностного слоя материала с использованием в качестве источника тепла газового пламени.

**Оборудование и материалы:** Плоская и цилиндрическая заготовки металлических изделий, предназначенные для нанесения на их поверхность наплавленного слоя металла, ручная газовая горелка, припой оловянно-свинцовый, наждачная бумага, флюс на основе хлористого цинка, огнетушитель углекислотный.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с технологическими особенностями процесса газопламенной наплавки.

2. Изучить основные цели наплавки и применяемые для этого материалы.

3. Ознакомиться с процессом подготовки поверхности детали для наплавки оловянно-свинцового сплава (баббита).

4. Осуществить наплавку баббита на плоскую поверхность детали, используя три технологических схемы:

- наплавка газовым пламенем без предварительной подготовки поверхности детали и без использования флюса;

- наплавка газовым пламенем с предварительной подготовкой поверхности детали путем зачистки и обезжиривания, но без использования флюса;

- наплавка газовым пламенем с предварительной подготовкой поверхности детали путем зачистки и обезжиривания, а также с использованием флюса на основе хлорида цинка.

#### **Общие сведения**

Наплавкой называется нанесение слоя расплавленного металла необходимого состава на поверхность изделия, нагретую до оплавления. При помощи наплавки можно увеличить или восстановить размеры изделия, а также получить поверхностный слой металла, обладающий высокой

твердостью, износоустойчивостью, кислотостойкостью, жаропрочностью и т. д. Наплавлять можно сталью, цветными металлами и твердыми сплавами.

### **Способы наплавки**

#### **Ручная дуговая наплавка покрытыми электродами.**

Эта технология наплавки при меняется наиболее часто благодаря своей универсальности: детали могут быть практически любой формы, находиться в любом пространственном положении.

Легирование наплавленного металла происходит через состав стержня электрода и его покрытие. Минимальная толщина наплавленного слоя 1,5 ...2 мм характеризуется значительным проплавлением основного металла, его существенным перемешиванием с электродным (до 50 %), невысокой производительностью: 0,8 ...2,5 кг/ч. Наплавленный металл по длине и ширине наплавки имеет нестрогий постоянный химический состав, а следовательно, и свойства.

Однако простота применяемого оборудования (обычное сварочное), возможность получения наплавки практически любой системы легирования делают способ весьма распространенным.

#### **Механизированная и автоматическая наплавка под флюсом.**

Она выполняется сплошной проволокой, порошковыми проволокой И лентой, имеет большую производительность (до 5 кг/ч), лучшую равномерность по свойствам наплавленного металла по его сечению. Применение порошковых наплавочных материалов существенно повышает диапазон легирования. Особенно расширяется возможность легирования и уменьшается степень перемешивания основного и присадочного материалов благодаря применению специально изготовленной магнитолегирующей шихты.

Данные способы могут использоваться и при наплавке в защитных газах. В этом случае легирование достигается исключительно через присадочную электродную проволоку. При необходимости производить наплавку в три-четыре слоя верхние слои наплавленного металла практически полностью по химическому составу соответствуют составу электродной проволоки.

При применении неплавящегося электрода и присадочной проволоки удастся существенно снизить содержание основного металла даже в первом слое наплавки (до 20 %), хотя в этом случае производительность существенно снижается. В целом же способ характеризуется большой проплавляющей способностью и весьма значительными деформациями.

#### **Плазменная наплавка.**

Различаются два вида : плазменная *технология наплавки* струей (изделие находится не под напряжением) и дугой (изделие включается в электрическую цепь источника питания сварочной дуги). При наплавке первым способом получают небольшое проплавление основного металла и поверхностный наплавленный слой почти полностью соответствует по химическому составу присадочной проволоке.

При наплавке с использованием сварочной сжатой дуги между электродом и изделием проплавление основного металла существенно

увеличивается. Возрастает и степень перемешивания основного и присадочного металлов.

Достоинствами первого способа являются малое проплавление основного металла, низкий уровень сварочных деформаций. Плазменная наплавка дугой обладает большой производительностью (до 6 кг/ч) и может обеспечить получение за один проход толщины слоя до 6 мм.

#### **Электрошлаковая наплавка.**

Проводится в вертикальном, горизонтальном или наклонном положении детали с принудительным или свободным формированием наплавленного металла.

Рекомендуется для наплавки больших поверхностей - прокатных валков, зубьев ковшей экскаваторов большой емкости, крупномодульных зубьев шестерен и звездочек, в производстве заготовок для последующей прокатки биметаллических листов и др.

Широкое применение электрошлаковая технология наплавки получила при облицовке поверхностей в нефтехимии и атомной промышленности.

Она характеризуется высокой производительностью (до 200 кг/ч), малой долей основного металла в наплавке (до 10 %), хорошим диапазоном (разнообразием) по толщине наплавки (2 ...60 мм).

Одним из достоинств электрошлаковой наплавки является возможность формировать в жидком состоянии сечение и форму наплавки. Однако большая погонная энергия вызывает сильный перегрев основного металла, рост зерна в ОШЗ, потерю пластических свойств в ЗТВ.

#### **Лазерная наплавка.**

Лазерная технология наплавки нашла применение тремя способами:

- с подачей присадочного порошка в зону лазерного луча с помощью достаточно сложного дозирующего устройства;
- с оплавлением предварительно нанесенного на поверхность присадочного материала в виде пасты;
- с оплавлением предварительно напыленных поверхностей.

Быстрое (до 2000 °C/с) охлаждение наплавленного металла способствует получению высокотвердых структур в наплавке и поверхности основного металла. Способ весьма эффективен, хотя и требует специального дорогого оборудования и обученного персонала. Его используют для наплавки лопастей турбин, клапанов, распределительных валов и других деталей ответственного назначения. Он позволяет получать наплавленные поверхности толщиной до 0,1 мм. Производительность при хорошо организованном серийном производстве может достигать до 1 кг/ч при доле основного металла в наплавленном 5... 7 % за счет возможности перераспределения тепловложения.

#### **Электронно-лучевая наплавка.**

Этот вид наплавки выполняют в вакуумных камерах. Достоинством такой технологии наплавки является возможность отдельно распределять мощность луча, идущего на подогрев наплаваемой поверхности и

наплавляемого металла. Отсюда - возможность добиваться практически минимального перемешивания основного и наплавочного материалов и только в слоях наплавки, прилегающих к основному материалу (3 ... 5 %). Так как наплавка проводится в вакууме, то выгорание из присадочного материала легирующих элементов исключается; в результате появляется возможность легировать наплавляемый металл в любых количествах и сочетаниях. Присадкой служит проволока сплошного сечения или порошковая. Производительность такой технологии наплавки достаточно велика: до 2 кг/ч, толщина наплавки может быть в пределах 0,2 ... 3 мм.

Недостатками являются сложность и дороговизна оборудования и необходимость квалифицированного персонала и малый КПД установки.

#### **Индукционная наплавка.**

Это наплавка, проводимая в индукторах. Она подразделяется на два вида в зависимости от состояния присадочного материала. В одном случае твердый присадочный материал помещают на наплавляемую поверхность и направляют в индуктор, где он расплавляется. В другом случае отдельно расплавленный присадочный материал заливают на наплавляемую поверхность, затем в индукторе изделие дополнительно нагревают до полного растекания наплавки.

Иногда в обоих случаях используют дополнительно флюсы, способствующие смачиванию. Одним из требований при индукционной наплавке является необходимость иметь материал подложки с более высокой температурой плавления, чем наплавляемый. КПД процесса невысок, существует опасность перегрева основного металла. Однако можно подобрать такой режим, при котором почти полностью исключается перемешивание основного и присадочного металлов. Производительность такой наплавки может достигать 15 кг/ч при толщине наплавляемого слоя 3.. 4 мм. Процесс становится эффективным в условиях серийного производства и чаще всего применяется в сельскохозяйственном машиностроении.

#### **Электроконтактная наплавка.**

Ее выполняют на несколько модернизированных машинах для контактной сварки путем при варки ленточного или проволочного наплавляемого металла. Толщина наплавки может быть значительной (до 3 мм), однако целесообразно осуществлять наплавку тонких лент в несколько слоев. В этом случае исключается перегрев, и свойства металла сохраняются. 8 последнее десятилетие чаще применяют способ наплавки ленты к изделию с использованием промежуточного порошкообразного подслоя, например из порошков типа ПГ-СР. В этом случае происходит как бы наплавка-напайка.

Степень перемешивания основного металла и наплавленного практически нулевая. Производительность может достигать 2.. 4 кг/ч. Толщина наплавки зависит от числа слоев. При однослойной наплавке рекомендуется  $\leq 1 \dots 1,2$  мм в случае использования в качестве присадки ленты.

#### **Плакирование поверхности листов энергией взрыва.**

Этот способ применяется для получения больших поверхностей или в крупносерийном производстве. Процесс мало чем отличается от обычной

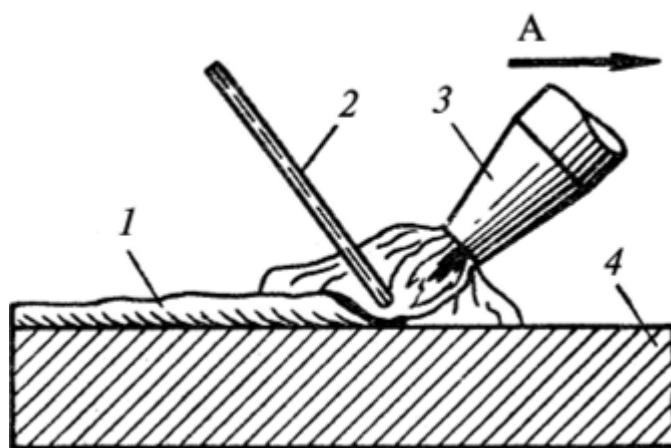
сварки взрывом, используются те же оборудование, камеры, взрывчатые вещества. Полученная в результате сварки взрывом двух или трехслойная заготовка направляется в прокатные станы для получения плакированного листа нужной толщины. Способ характеризуется высокой производительностью, отсутствием перемешивания основного и наплавленного металлов, небольшими деформациями. Практически толщина наплавленного слоя неограниченна. Однако сложность оборудования и ограниченность ассортимента наплавляемого металла являются существенным препятствием для широкого применения способа.

### **Наплавка трением.**

Технология наплавки трением напоминает обычную сварку трением, проводимую при вращении одного прутка или заготовки относительно другой при непрерывном их поджатии друг к другу. Наплавляемый металл как бы намазывается на поверхность другого. При этом наплавленный слой в зависимости от режима процесса может иметь весьма малую толщину (0,2 ... 0,5 мм).

### **Газопламенная наплавка.**

Такая наплавка - довольно распространенный способ, проводимый на стандартном оборудовании газопламенного поста (рис.20.1). В качестве присадки используется проволока сплошного сечения или порошковая. Иногда наплавку выполняют вдуванием порошка в зону пламени. В зависимости от компонентов ее легирования пламя регулируется от восстановительного до окислительного. Это позволяет легко изменять нагрев основного металла и присадки, что может обеспечить в необходимых случаях почти полное отсутствие перемешивания основного и присадочного металлов. Наплавка может проводиться во всех пространственных положениях и на деталях практически любой толщины.



*Рис. 20.1. Схема газопламенной наплавки:*

*1 — наплавленный слой; 2 — присадочный пруток; 3 — газовая горелка; 4 — наплавляемая деталь; А — направление наплавки*

Процесс достаточно энергоемкий, приводит к значительному нагреву основной детали и ее деформациям. Производительность газовой наплавки до 3 кг/ч, толщина наплавленного слоя 0,3 ... 3 мм.

При газовой наплавке цветных металлов на предварительно зачищенную поверхность направляют пламя и нагревают ее до температуры плавления наплавленного металла. Наплавлять можно один или несколько слоев. Для очистки нагретой поверхности от окислов применяют те же флюсы, что и для пайки. Таким образом, физические процессы, происходящие при наплавке, во многом аналогичны процессам пайки. Здесь также происходит смачивание наплавленной поверхности и образование на границе оплавления твердых растворов в результате диффузии. Для наплавки меди необходимо нормальное пламя, наплавку латуни производят с избытком кислорода. Образующиеся при этом окислы предохраняют цинк от испарения.

Твердые сплавы наплавляют для придания твердости и износоустойчивости рабочим поверхностям трущихся деталей. В зависимости от способа производства твердые сплавы делятся на спеченные или металлокерамические, литые (стеллит, сормайт), порошкообразные или зернистые (вокар) и трубчато-зернистые (релит). Газовым пламенем наплавляются литые и трубчато-зернистые твердые сплавы, так как порошкообразные твердые сплавы сдуваются пламенем горелки, а керамические легко перегреваются.

Наплавку сормайта на сталь производят следующим образом; деталь, подлежащую наплавке сплавом, предварительно нагревают науглероживающим пламенем до запотевания поверхности, а затем наплавляют слой сормайта. Растекаясь по оплавленной поверхности, стали, сормайт сплавляется с ней, образуя прочное соединение. Сормайтом называют класс литых высокоуглеродистых сплавов большим содержанием хрома, дополнительно легированных никелем и кремнием. В результате наплавления слоя сормайта на поверхности детали образуется высокоуглеродистая аустенитная структура, которая при последующих внешних воздействиях – трении, ударах и т.п. претерпевает самопроизвольное старение с образованием мартенсита и повышения твердости поверхности. Эти изменения способствуют повышению износостойкости рабочей поверхности детали.

Баббитами называют сплавы на основе свинца и олова, а также других легкоплавких высокопластичных металлов. Благодаря наплавке баббитом при скольжении в узле трения происходит меньший износ детали, так как этот материал обладает таким свойством, как низкая температура плавления, за счет чего происходит лучшее притирание, меньший износ детали.

#### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Материалы и оборудование.
3. Схема наплавки.



4. Краткая характеристика наплавочных процессов и их назначение
5. Выводы о влиянии изменения технологии наплавки баббита на качество полученного покрытия.

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите технику наплавки цветных металлов на сталь.
2. Перечислите твердые сплавы, наплавляемые газовым пламенем.
3. Как производится наплавка сормайта на сталь?
4. С какой целью осуществляется наплавка баббитов на поверхность деталей машин?
5. Какие технологические особенности процесса наплавки определяют качество наплавленного слоя?.

**Литература:**

1. Полевой Г.В., Сухинин Г.К. Газопламенная обработка металлов - М: Академия, 2010.