

Учреждение образования Республики Беларусь  
«Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого»  
Механико-технологический факультет

Кафедра "Материаловедение в машиностроении"

Лабораторная работа № 17

по теме: «ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОПЛАМЕННОЙ НАПЛАВКИ»

Выполнил:  
студент группы ТТ-21  
Галицкий И.П.  
Принял преподаватель:  
Поздняков Е.П.

## **Лабораторная работа № 20**

### **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 улекислотный.

#### **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, износостойчивостью, 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 удается 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 наплавляемой 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

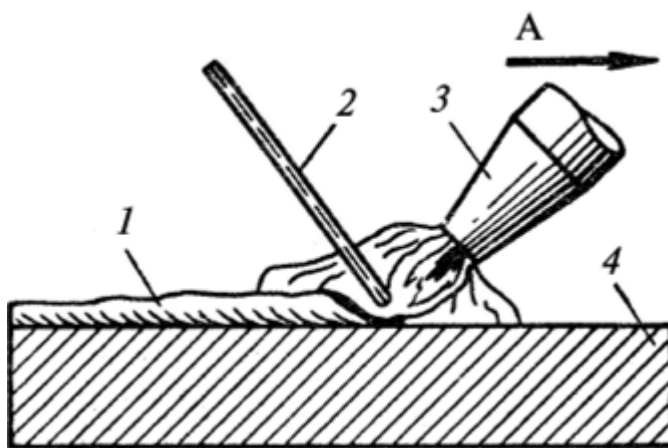
наплавленного металлов, небольшими деформациями. Практически толщина наплавленного слоя неограниченна. Однако сложность оборудования и ограниченность ассортимента наплавляемого металла являются существенным препятствием для широкого применения способа.

### **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 при садки, 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 наплавляемого 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 наплавляемой 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.

### **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?