**Тема: Общие сведения о наплавке: назначение; сущность наплавки; способы и их характеристика.**

Наплавка – нанесение слоя металла на поверхность заготовки или изделия посредством сварки плавлением.

В зависимости от назначения различают изготовительную и восстановительную наплавку.

*Изготовительная наплавка* служит для получения новых биметаллических (многослойных) изделий. Такие изделия состоят из основы (основной металл), обеспечивающей необходимую конструкционную прочность, и наплавленного рабочего слоя (наплавленный металл) с особыми свойствами (износостойкость, термостойкость, коррозионная стойкость и т. д.).

*Восстановительная наплавка* применяется для восстановления первоначальных размеров изношенных или поврежденных деталей. В этом случае наплавленный металл может быть близок по составу и свойствам основному металлу (восстановительная размерная наплавка) или отличаться от них (восстановительная износостойкая наплавка).

В настоящее время процессы наплавки занимают важное место в сварочной технике при ремонте и восстановлении первоначальных (необходимых) размеров и свойств изделий (деталей), изготовлении новых изделий в целях обеспечения надлежащих свойств конкретных поверхностей и т. д.

Иногда при изготовлении новых деталей (и даже при ремонте) целесообразней на поверхности получить металл, отличающийся от металла детали. Действительно, в ряде случаев условия эксплуатации поверхностных слоев значительно отличаются от условий эксплуатации всего остального материала изделия. Так, например, если деталь (изделие) должна определять общую прочность, которая зависит от свойств металла и его сечения, то поверхностные слои часто дополнительно должны работать на абразивный или абразивно-ударный износ (направляющие станин, зубья ковшей землеройных орудий, желоба валков канатно-подъемных устройств и др.). Условия работы могут усложняться повышенной температурой, эрозионно-коррозионным воздействием окружающей среды – морской воды, различных реагентов в химических производствах и др. В качестве примера можно указать клапаны двигателей, поверхности валков горячей прокатки и т. п. Иногда такие детали и изделия целиком изготовляют из металла, который обеспечивает и требования к эксплуатационной надежности работы его поверхностей. Однако это не всегда наилучшее и, как правило, не экономичное решение. Часто оказывается целесообразней все изделие изготовлять из более дешевого и достаточно работоспособного металла для конкретных условий эксплуатации и только на поверхностях, работающих в особых условиях, иметь необходимый по толщине слой другого материала. Иногда это достигается применением проката из биметаллов (низкоуглеродистая сталь – коррозионно-стойкая сталь, сталь – титан и др.), а также поверхностным упрочнением (поверхностной закалкой, электроискровой обработкой и др.), нанесением тонких поверхностных слоев (металлизацией, напылением и пр.) или наплавкой слоев значительной толщины на поверхность.

В последнем случае для изготовления деталей обычно применяют относительно простые стали (например, низкоуглеродистые), а на рабочие поверхности наплавляют, например, бронзу, заменяя тем самым целиком бронзовую деталь, коррозионностойкую сталь (для работы в условиях воздействия соответствующей химически агрессивной среды) или материал, хорошо работающий на истирание (при наличии трения с износом) и т. п. Такие слои можно наносить на наружные поверхности деталей (например, валы, валки прокатного оборудования, рельсовые крестовины и др.) или внутренние поверхности — обычно цилиндрических изделий (корпуса химических и энергетических реакторов, оборудование химических производств и др.).

Наплавку осуществляют нанесением расплавленного металла на поверхность изделия, нагретую до оплавления или до температуры надежного смачивания жидким наплавленным металлом. Наплавленный слой образует одно целое с основным металлом (металлическая связь). При этом, как правило (кроме некоторых случаев ремонтной наплавки, применяемой для восстановления исходных размеров деталей), химический состав наплавленного слоя может значительно отличаться от состава основного металла. Толщина наплавленного металла, образованного одним или несколькими слоями, может быть различной: 0,5 – 10 мм и более.

Необходимые свойства металла наплавленного слоя зависят от его химического состава, который, в свою очередь, определяется составом основного и дополнительного металлов и долями их участия в образовании шва.

Наплавка сыграла большую роль в увеличении производительности труда, повышении качества продукции и экономии сырья при производстве промышленного оборудования, его эксплуатации и ремонте.

По сравнению с другими способами поверхностной обработки металла наплавка обладает рядом преимуществ и недостатков.

***Преимущества наплавки.***

1. Возможность нанесения металлического покрытия большой толщины. Например, это позволяет изготовлять сосуды высокого давления из обычной стали с последующей наплавкой коррозионно-стойкой стали на внутреннюю поверхность, что более экономично по сравнению с изготовлением сосудов из плакированной стали. Наплавка приносит также большой эффект при восстановлении деталей с большой величиной износа.

2. Высокая производительность.

3. Отсутствие ограничений по размерам наплавляемых поверхностей изделий, тогда как другие способы поверхностной обработки имеют существенные ограничения по размерам обрабатываемых изделий.

4. Простота выполнения, не требующая высокой квалификации, сварщика.

5. Возможность нанесения износостойкого покрытия на основной металл любого состава.

6. Возможность повышения эффективности наплавки путем ее сочетания с другими способами поверхностной обработки.

***Недостатки технологии наплавки.***

1. Ухудшение свойств наплавленного слоя из-за перехода в него элементов основного металла.

2. Деформация изделия, вызываемая высокой погонной энергией наплавки. Неправильный выбор режима наплавки может привести к чрезмерной деформации изделия после наплавки и браку.

3. Некоторая неравномерность свойств наплавленных изделий, обусловленная тем, что наплавленный слой, в отличие от плакированного, имеет характерные свойства и особый состав, присущие металлу сварных швов.

4. Более ограниченный, чем, например, при напылении, выбор сочетаний основного и наплавленного металла.

5. Трудность наплавки мелких изделий сложной формы. Наплавка сопровождается оплавлением поверхностного слоя основного металла и протекает в условиях непрерывного перемещения сварочной ванны, состоящей из смеси основного и наплавляемого металлов. При наплавке мелких изделий условия для нормального формирования такой ванны ухудшаются. При сложной форме изделий также затруднено ее плавное перемещение, что исключает образование ровного качественного наплавленного слоя.

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**

1. **Изучить материал;**
2. **Письменно ответить на вопросы:**

**А) Что такое наплавка?**

**Б) Виды наплавки и их назначение.**

**3. Составить таблицу «Достоинства и недостатки наплавки».**

**Тема:Материалы для наплавки: электроды; флюсы; твёрдые сплавы.**

**Электроды для наплавки.**

В группу электродов для наплавки входят электроды, предназначенные для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами (кроме электродов для наплавки слоев из цветных металлов). Электроды изготавливают в соответствии с [**ГОСТ 9466-75**](http://weldzone.info/norms/42-elektrody/718-gost-9466-75-elektrody-dlya-ruchnoj-dugovoj-svarki) и [**ГОСТ 10051-75**](http://weldzone.info/norms/42-elektrody/794-gost-10051-75-elektrody). Для наплавочных работ в некоторых случаях также используют сварочные электроды, например, электроды, предназначенные для сварки высоколегированных коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сталей.

Согласно ГОСТ 10051-75 электроды для наплавки поверхностных слоев по химическому составу наплавленного металла и твердости при нормальной температуре классифицированы на 44 типа (например, электроды типа Э-16Г2ХМ, Э-110Х14В13Ф2, Э-13Х16Н8М5С5Г46). Наплавленный металл многих электродов регламентируется техническими условиями предприятий-изготовителей.

В зависимости от принятой системы легирования и условий работы получаемого наплавленного металла **электроды для наплавки условно разделены на 6 групп:**

1. Электроды, обеспечивающие получение низкоуглеродистого низколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях трения металла о металл и ударных нагрузок (по назначению к этой группе относятся некоторые марки электродов 3-ей группы).
2. Электроды**,** обеспечивающие получение среднеуглеродистого низколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях трения металла о металл и ударных нагрузок при нормальной и повышенной температурах (600-650оС).
3. Электроды, обеспечивающие получение углеродистого, легированного (или высоколегированного) наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях абразивного изнашивания и ударных нагрузок.
4. Электроды, обеспечивающие получение углеродистого высоколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях больших давлений и высоких температур (650-850оС).
5. Электроды, обеспечивающие получение высоколегированного аустенитного наплавленного метала с высокой стойкостью в условиях коррозионно-эрозионного изнашивания и трения металла о металл при повышенных температурах (570-600оС).
6. Электроды, обеспечивающие получение дисперсноупрочняемого высоколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в тяжелых температурно-деформационных условиях (950-1100 гр С).

**Флюсы для наплавки.**

Как правило, для наплавки применяют плавленые стекловидные и пемзовидные флюсы. По назначению их разделяют на флюсы общего назначения и специальные. Первые используют для дуговой наплавки углеродистых и низколегированных сталей. Вторые — для дуговой и электрошлаковой наплавки легированных сталей и сплавов, цветных металлов.

Флюсы АН-348А и АН-60 с большим содержанием Si02 и МnО широко применяют для наплавки малоуглеродистых и низколегированных сталей. Кремнистый безмарганцевый флюс АН-26 предназначен для наплавки легированных и высоколегированных сталей. Низкокремнистые флюсы АН-20 и АН-22 широко применяют для наплавки низколегированных и легированных сталей. Безмарганцевые флюсы АН-15М, АН-28, АН-70, ОФ-6, ОФ-10 используются для электродуговой наплавки легированных и высоколегированных сталей и сплавов.

Флюсы АН-72 и ФЦ-18 обеспечивают хорошие формирование и отделимость шлаковой корки при наплавке высоколегированных сталей и сплавов.

Флюс АН-90 в основном предназначен для электрошлаковой наплавки лентами коррозионностойких сталей. Для традиционных процессов электрошлаковой наплавки применяют флюсы АНФ-1, АН-8 и АН-22.

В меньшей степени для наплавки применяют керамические (агломерированные) флюсы. Из них наиболее известны флюсы (ЖСН-5, ЖСН-6, АНК-18, АНК-19).

**Твердые сплавы.**

Химический состав порошкообразных твердых сплавов в %.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | С углерод | С | Г | Х | В | Ге |
| Сталинит | 8-10 | 3 | 13-17 | 16-20 | - | Остальное |
| Вокар | 9,5-10,5 | 0,5 | - | - | 85-87 | до 0,2 |
| Висхом -9 | 5,8-6,2 | - | 9,5-10,5 | 3,5-3,8 | - | Остальное |
| Релит | 5 | - | - | - | 95 | - |

**Сталинит** – порошковый применяют для водорода электродно-дуговым способом, быстрое изменение стальных и чугунных деталей.

Твердость его HRC=52 Насыпной вес его в пределах 2,7-2,75 г/см3

**Вокар** – дорогой сплав, применяют в основном для водорода бурового инструмента.

Его твердость HRC=61-63

**Реликт** – для водорода бурового инструмента. HRC=70-90.

**Висхом** – дешевый, используется широко в сельхозмашиностроении. Его твердость HRC = 250-320.

Боридная порошковая смесь.

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**

1. **Изучить и законспектировать материал.**
2. **Составить таблицу**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Материалы для наплавки** | **Свойства и назначение** |
| **1** |  |  |
| **2** |  |  |
| **3** |  |  |

**Тема: Влияние основных параметров режима наплавки на формирование валика.**

Ток наплавки, скорость наплавки и напряжение дуги оказывают существенное влияние на качество наплавки и процесс формирования наплавленного металла. Сварочный ток и скорость наплавки - это два технологических параметра, которые взаимосвязаны. Оптимальное их сочетание с правильно выбранным составом флюса позволяет получить качественные наплавки и требуемые физико-механические свойства наплавленного металла.

Если ток наплавки мал, то образуется узкий валик с неровными краями и непроварами, дуга горит неустойчиво и гаснет, а лента, замыкаясь на изделии, нагревается и рвется при выходе из токоподводящих губок. Если же ток превышает оптимальное значение, то с увеличением тока ухудшается формирование валика. При большом токе и большой скорости наплавки происходит забегание шлака впереди электродной ленты. С увеличением сварочного тока увеличивается толщина наплавленного валика, а также растет глубина проплавления и производительность наплавки. С увеличением сварочного тока происходит выпучивание валика в средней его части, что обусловлено имущественным горением дуги в середине ширины электродной ленты, в то время как при обычных режимах, при минимальном токе, валик становится двугорбый в; связи с большой задержкой дуги на концах электрода. Критерием соответствия сварочного тока выбранном электроду является линейная плотность тока, выражаемая отношением сварочного тока к ширине ленты. Оптимальная линейная плотность тока находится в пределах 8-14 А/мм. Высокое качество наплавленного металла возможно и на других токах, несколько больших либо меньших оптимальных. В работе для лент из углеродистых сталей определены критические значения тока, ниже которых валик по ширине резко уменьшается. Кромки валика становятся неровными, а плотность наплавленного металла ухудшается.

Между критическим током и шириной электрода существует пропорциональная зависимость. На практике сварочный ток изменяется в пределах 300-2000 А.

Для лент шириной 20-40 мм скорость наплавки изменяется в пределах 0,15-0,55 см/с и зависит от сварочного тока, размеров ленты, марки электродного материала, состава флюса, формы изделия и т. д. Оптимальная скорость наплавки позволяет достичь необходимой глубины проплавления основного металла и производительности процесса наплавки.

При малых скоростях наплавки формируется ровный валик со слабо заметными слоями кристаллизации. Слишком малая скорость приводит к уменьшению глубины проплавления и увеличению толщины наплавленного слоя, его поверхность получается грубой и неровной. С дальнейшим уменьшением скорости появляется опасность образования неоплавления и прорыва жидкого шлака и металла сварочной ванны, в результате чего в наплавленном металле образуются поры.

На средних скоростях наплавки валики имеют менее ровную поверхность и резко выраженную чешуйчатость, ширина валика становится меньше ширины лепты.

При наплавке на больших скоростях в наплавленном металле образуются несплошности, увеличивается неравномерность валика по высоте, дуга горит не устойчиво, в наплавленном металле образуются шлаковые включения, появляются отдельные провалы поверхности наплавленного металлами несплавления.

За критическую скорость принимается повышенная скорость наплавки, при которой валик еще сохраняет сплошность, но его высота становится неравномерной.

На основании экспериментальных данных установлены критические значения скоростей наплавки, которые в первом приближении обратно пропорциональны ширине ленты. С увеличением ширины ленты критическая скорость наплавки уменьшается. Толщина наплавленного слоя также уменьшается при повышении скорости наплавки.

Напряжение дуги оказывает существенное влияние на качество наплавленных валиков и, прежде всего, на вид поверхности наплавленного металла, мало влияет на производительность расплавления электрода и глубину проплавления основного металла. Оптимальное напряжение дуги зависит от материала электрода и типа флюса и определяется для коррозионно-стойких сплавов в пределах 26-32 В, износостойких 32-35 В, для восстановительных наплавок лентой из стали 08кп 28-31 В.

В случае применения легирующих флюсов слишком высокое напряжение дуги приводит к образованию подрезов. Для каждого флюса существуют весьма узкие пределы изменения напряжения дуги, позволяющие получить оптимальные результаты, на критической скорости слишком низкое напряжение затрудняет зажигание дуги, дуга становится неустойчивой, ширина валика резко уменьшается.

При больших колебаниях напряжения дуги валик по ширине сужается, толщина валика становится непостоянной по длине, а поверхность бугристой. Повышенное напряжение в сочетании с высокой скоростью наплавки приводит к образованию грубой и неравномерной поверхности наплавки, а дальнейшее повышение напряжения - к вытеканию сварочной ванны из шлаковой оболочки. С увеличением напряжения возрастает расход флюса, увеличивается объем шлаковой ванны, что затрудняет ее удержание при наплавке цилиндрических деталей, особенно малых диаметров.

Наплавка дугой низкого напряжения связана с затеканием жидкого шлака перед электродом, увеличивает глубину проплавления, уменьшает переход легирующих элементов из флюса в наплавленный металл.

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**

1. **Изучить и законспектировать материал.**
2. **Составить сравнительный анализ: Влияние напряжения тока на качество наплавки и формирование валика.**

**Тема: Выбор способа наплавки.**

Рациональный выбор способа наплавки определяется возможностью получения наплавленного слоя требуемого состава и свойств, характером и допустимой величиной износа, возможностью восстановления размеров и работоспособности детали, ее размерами и конфигурацией, экономичностью процесса, наличием оборудования и материалов.

При выборе способа и технологических параметров наплавки конкретных деталей или группы деталей необходимо учитывать следующие обстоятельства.

В отличие от напыления для наплавки характерно наличие больших припусков на механическую обработку (0,4 – 1,5 мм на сторону) и, как следствие, неизбежность существенных потерь наплавляемого металла. Все способы наплавки (за исключением электроконтактной) обусловливают возникновение напряжений и деформаций в изделии, а также снижение сопротивления усталости. Поэтому для деталей, работающих в условиях циклических нагрузок, следует предусмотреть различные технологические операции: термообработку, упрочнение и др.

Часть способов наплавки (ручная и механизированная электродуговая, газовая, плазменная и др.) обладают достаточной универсальностью, другие же (например, трением) менее универсальны. Ручная дуговая наплавка является наиболее универсальным процессом и может применяться для наплавки тел вращения малого и большого диаметра, плоских деталей и деталей сложной нормы. Однако невысокие производительность и качество наплавки, большие деформации являются отрицательными характеристиками процесса.

Одно- и многоэлектродная наплавка под флюсом обладает достаточно высокой производительностью и широко применяется для наплавки плоских деталей и тел вращения относительно больших диаметров.

Для тел вращения малых диаметров и деталей сложной формы успешно используется электродуговая наплавка самозащитной порошковой проволокой.

Там, где к качеству металла предъявляются высокие требования (арматура высоких параметров, клапаны ДВС, инструмент), успешно применяется плазменная наплавка.

При выборе способа наплавки необходимо также учитывать и ряд других ее особенностей.

1.*Ухудшение свойств наплавленного слоя вследствие перехода в него элементов основного металла.*При ручной наплавке покрытым электродом или автоматической наплавке под флюсом деталей из низкоуглеродистой или низколегированной стали монель-металлом вследствие интенсивного разбавления первого слоя наплавленного металла и значительного увеличения содержания в составе наплавленного слоя железа коррозионная стойкость покрытия заметно снижается.

2.*Деформация изделия, вызываемая высокой удельной энергией наплавки.*Неправильный выбор режима наплавки может привести к чрезмерной деформации изделия после наплавки и браку. Для сохранения точности формы и размеров наплавляемого изделия необходимо принимать особые меры: наплавку изделия вести в зажатом состоянии, исключающем его деформацию; создавать предварительную деформацию изделия с таким расчетом, чтобы деформация, вызываемая наплавкой, обеспечивала возврат к исходной правильной форме изделия.

3.*Определенная неравномерность свойств наплавленных изделий.*Она обусловлена тем, что наплавленный слой, в отличие от плакированного, имеет характерные свойства и особый состав, присущие металлу сварных швов. В этой связи исключается возможность использования при наплавке неквалифицированного сварщика, так как он не сможет обеспечить получения изделий стабильного качества. Следует помнить, что при наплавке аустенитной коррозионно-стойкой сталью для предотвращения образования горячих трещин необходимо применение такой стали, в структуре которой содержится несколько процентов феррита, что не позволяет получить в наплавленном слое полностью аустенитную структуру, какая бывает обычно в плакированном слое.

4.*Более ограниченный, чем*при*напылении, выбор сочетаний основного и наплавленного металлов.*Наплавка допускает разнообразные сочетания основного и наплавочного материалов, однако в отличие от напыления имеются определенные ограничения. Например, при изготовлении стальных сосудов с титановым покрытием используют напыление или плакирование прокаткой либо взрывом. Однако при наплавке стали титаном на границе основы и наплавленного слоя образуется хрупкая прослойка интерметаллических соединений, что практически исключает возможность применения данной технологии.

5.*Трудность наплавки мелких изделий сложной формы.*Наплавка сопровождается оплавлением поверхностного слоя основного металла и протекает в условиях непрерывного перемещения сварочной ванны, состоящей из смеси основного и наплавляемого металлов. При наплавке мелких изделий условия для нормального формирования такой ванны ухудшаются. При сложной форме изделий также затруднено ее плавное перемещение, что исключает образование ровного качественного наплавленного слоя.

Способы наплавки характеризуются следующими основными показателями: производительностью, долей основного металла в наплавленном валике, толщиной наплавленного слоя.

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**

1. **Изучить и законспектировать материал.**
2. **Написать сообщение по одному из видов наплавки:**

* **Полуавтоматическая и автоматическая дуговая наплавка**
* **Электрошлаковая наплавка**
* **Газовая наплавка**
* **Плазменная наплавка**
* **Лазерная (световая) наплавка**
* **Электронно-лучевая наплавка**