

Тема: Наплавочные работы.

Понятие о наплавке и виды наплавки.

Технология наплавки.

Виды и назначение наплавки

Наплавкой называют нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия.

Ее используют для восстановления исходных размеров деталей и для придания поверхностным слоям детали особых свойств, требуемых для ее успешной эксплуатации.

Применяют следующие виды наплавки:

Ручная дуговая наплавка выполняется покрытым плавящимся или неплавящимся электродом. Плавящиеся наплавочные электроды применяются в соответствии с назначением каждого типа и марки. Неплавящиеся электроды применяют при наплавке на поверхность детали порошковых смесей. Применяются электроды из литых твёрдых сплавов и в виде трубки, заполненной легирующей порошкообразной смесью. Ручная наплавка малопроизводительна и трудоёмка, поэтому применяется при наплавке деталей сложной конфигурации.

Автоматическая и полуавтоматическая наплавка под флюсом производится проволокой сплошного сечения, ленточным электродом или порошковой проволокой. Легирование наплавляемого слоя осуществляют через электродную проволоку, легированный флюс (при проволоке из низкоуглеродистой стали) или совместным легированием через проволоку и флюс. Иногда в зону дуги вводят легирующие вещества в виде пасты или порошка.

Наплавку в защитных газах применяют при наплавке деталей в различных пространственных положениях и деталей сложной конфигурации. Возможность наблюдать за процессом формирования валика позволяет корректировать его, что очень необходимо при наплавке сложных поверхностей. Наплавку производят чаще всего в аргоне или углекислом газе плавящимся или неплавящимся электродом. Наибольшее распространение получила наплавка в углекислом газе постоянным током обратной полярности. Однако, следует учесть, что углекислый газ окисляет расплавленный металл и поэтому необходимо применять наплавочную проволоку с повышенным содержанием раскислителей. Недостатком этого вида наплавки является относительно большое разбрызгивание металла.

Наплавка самозащитной порошковой проволокой или лентой открытой дугой не требует защиты наплавляемого металла и по технике выполнения в основном не отличается от наплавки в защитном газе. Преимуществом этого вида является возможность наплавки деталей на открытом воздухе при ветрах и сквозняках. Сварщик, наблюдая за процессом, может обеспечить хорошее формирование наплавляемых валиков. Наплавка самозащитной проволокой менее сложна, как по оборудованию, так и по технологии, хорошо поддается механизации процесса.

Плазменная наплавка производится плазменной (сжатой) **дугой прямого или косвенного действия**. Присадочным материалом служит наплавочная проволока и порошкообразные смеси. Существуют различные схемы наплавки, которые получают широкое применение благодаря высокой производительности (7... 30 кг/ч), возможности наплавки тонких слоев при малой глубине проплавления основного металла. При этом получают гладкую поверхность и высокое качество наплавленного слоя.

При плазменной наплавке по отношению к наплавляемой детали применяют два вида сжатой дуги: прямого и косвенного действия. В обоих случаях зажигание дуги плазмотрона и осуществление процесса наплавки выполняют комбинированным способом, т. е. вначале между анодом и катодом плазмотрона с помощью осциллятора возбуждают сжатую дугу косвенного действия. **Дуга прямого действия образуется** при соприкосновении малоамперной (40-60 А) косвенной дуги с токоведущей деталью, в зону дуги могут подаваться присадочные материалы: нейтральная или токоведущая проволока, сразу две проволоки, порошок, порошок одновременно с проволокой.

Метод косвенной дуги заключается в том, что между дежурной дугой и токоведущей проволокой образуется прямая дуга, продолжение которой является косвенной (независимой) дугой по отношению к электрически нейтральной детали. По этой схеме вместе с токоведущей проволокой (прутком, лентой) на наплавляемую поверхность можно одновременно подавать и порошок.

Универсальный способ плазменной наплавки - наплавка с вдуванием порошка в дугу, который, частично оплавляясь, переносится на поверхность изделия, оплаваемого дугой прямого действия (рис.). За счет широкого диапазона регулирования теплоты, идущей на нагрев порошка и детали, этот способ позволяет получать наплавленные слои высокого качества с минимальной глубиной проплавления. К недостаткам способа следует отнести сложность конструкции плазмотрона, его низкую надежность работы и большие размеры (наружный диаметр 55- 60 мм), а также значительный общий расход газа (22- 26 л/мин).

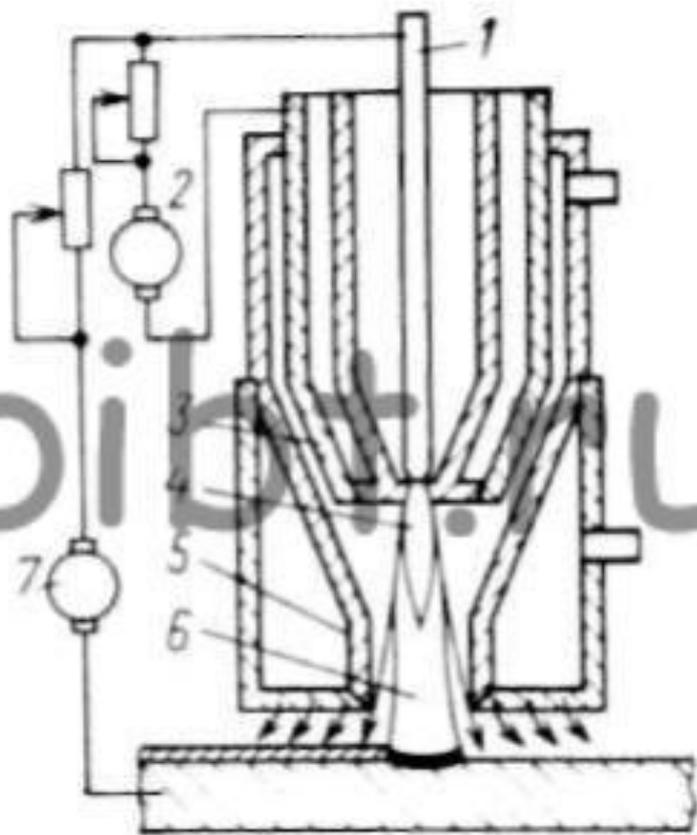


Схема плазменной наплавки с вдуванием порошка в дугу:

1 - вольфрамовый электрод; 2 - источник питания сжатой дуги косвенного действия (плазменной струи); 3- плазмообразующее сопло; 4 - плазменная струя; 5-защитное сопло; 6 - сжатая дуга прямого действия; 7 - источник питания сжатой дуги прямого действия

При использовании наплавочной проволоки наиболее перспективна наплавка токоведущей проволокой. В этом случае сжатая дуга используется главным образом для плавления проволоки и в меньшей степени для подогрева детали. Наплавленный слой в основном образуется за счет теплоты перегретого наплавленного металла, смачивающего поверхность подогретого основного металла (рис. 12).

Наплавка косвенной дугой токоведущей проволокой позволяет снизить долю участия основного металла в первом наплавленном слое до 4%, что важно для обеспечения требуемых физико-механических свойств наплавки.

Наплавка прямой дугой токоведущей проволокой увеличивает производительность, но при этом возрастает глубина проплавления основного металла (см. рис.) (подвод тока к детали показан штриховой линией).

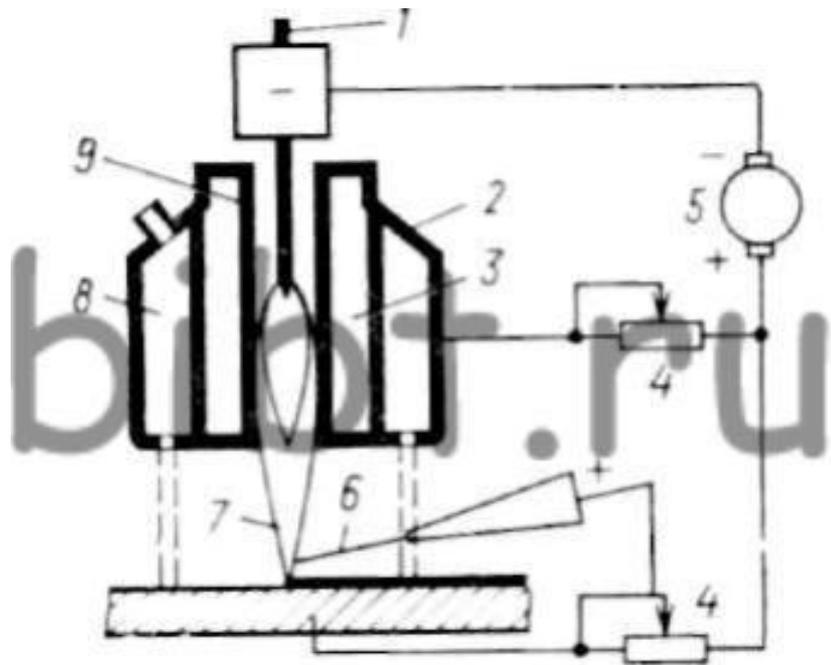


Схема плазменной наплавки с присадочной проволокой:

1 - вольфрамовый электрод; 2 - плазмообразующее сопло; 3- вода; 4 - балластные реостаты; 5 - источник питания; 6 - токоведущая проволока (пруток); 7 - плазменная струя; 8 - защитный газ; 9 - плазмообразующий газ; - - - - - подвод тока к детали в случае наплавки прямой дугой

Вибродуговая наплавка выполняется специальной автоматической головкой, обеспечивающей вибрацию и подачу электродной проволоки в зону дуги. При вибрации электрода происходит чередование короткого замыкания сварочной цепи и разрыва цепи (паузы). В зону наплавки подается охлаждающая жидкость. Она защищает наплавленный металл от воздействия воздуха и, охлаждая деталь, способствует уменьшению зоны термического влияния, снижает сварочные деформации и повышает твёрдость наплаваемого слоя. В качестве охлаждающей жидкости применяют водные растворы солей, содержащих ионизирующие вещества (например, кальцинированной соды), облегчающие периодическое возбуждение дуги после разрыва цепи (паузы). Способ нашел большое применение для наплавки на изношенные поверхности деталей слоя небольшой толщины (до 1 мм).

Электрошлаковая наплавка характеризуется высокой производительностью. Способ позволяет получать наплавленный слой любого заданного химического состава на плоских поверхностях и на поверхностях вращения (наружных и внутренних). Наплавка выполняется за один проход независимо от толщины наплаваемого слоя.

Газовая наплавка имеет ограниченное применение, так как при наплавке возникают большие остаточные напряжения и деформации в наплаваемых деталях. Для наплавки применяют литые твёрдые сплавы.

При наплавке посредством сварки плавлением образуется ванна жидкого металла, в состав которого входят часть расплавленного металла изделия и наплавляемый электродный металл. Таким образом металл электрода оказывается разбавленным металлом изделия.

При восстановлении изношенных деталей, если не требуется повышение их износостойкости или других свойств, применяют электроды и присадочную проволоку состава, обеспечивающего получение наплавленной металла, аналогичного или близкого к составу металла изделия.

Если же по эксплуатационным требованиям необходимо увеличить износостойкость, жаростойкость и другие свойства, применяют разнообразные легированные электроды и проволоку, которые с учетом частичного разбавления наплавляемого металла обеспечивают образование поверхностного слоя нужного качества.

Кроме повышенного легирования используют технологические приемы снижения доли основного металла в наплавке, в частности уменьшают энергию сварки (наплавка на малых токах), увеличивают поперечные колебания электрода и др.

Использование пониженного сварочного тока, обеспечивающего устойчивое горение дуги, позволяет при однослойной наплавке уменьшить долю основного металла до 0,3—0,45. При поперечном колебании электрода эта доля может быть уменьшена до 0,25. Для дальнейшего уменьшения присутствия основного металла в наплавке ее следует вести в 2—3 слоя.

Существует и другой способ устранения доли основного металла в составе наплавленного. Для этого нагрев основного металла при наплавке не доводят до его расплавления, а только до температуры смачивания. Расплавляемый электродный металл растекается по поверхности нагретой детали, доведенной до температуры смачивания, и между ними образуются химические связи. Несмотря на кажущуюся эффективность этого способа, он не нашел широкого применения вследствие ненадежности обеспечения прочных химических связей между наплавленным металлом и деталью.

В промышленности широко применяют первый способ восстановительной наплавки и наплавки слоев с особыми свойствами путем расплавления основного и наплавленного металла, но с необходимыми ограничениями доли основного металла.

Материалы для наплавки.

Сплавы, применяемые для дуговой наплавки, можно подразделить на:

- 1) литые сплавы, или стеллиты;**
- 2) порошкообразные или зернообразные продукты;**
- 3) плавленные карбиды.**

Основой всех твердых сплавов являются прочные карбиды металлов, не разлагающиеся и не растворяющиеся при высоких температурах. Особенно важны для твердых сплавов карбиды вольфрама, титана, хрома, частично марганца. Карбиды металлов слишком хрупки и часто тугоплавки, поэтому для образования твердого сплава зерна карбидов связываются подходящим металлом; в качестве связки используется железо, никель, кобальт.

Литые сплавы могут быть разделены на настоящие **стеллиты** и более дешевые сплавы-заменители. К настоящим стеллитам относится, например, твердый сплав В-ЗК. Настоящие стеллиты представляют собой главным образом карбиды вольфрама и хрома, сцементированные кобальтом и железом.

Вследствие высокого содержания вольфрама и кобальта литые твердые сплавы типа настоящих стеллитов довольно дороги и дефицитны.

Литые сплавы-заменители являются значительно более дешевыми и в большинстве случаев работают вполне хорошо. Примером такого сплава является изобретенный в 1929 г. отечественный сплав **сормайт**, название которого происходит от названия Сормовского завода, где впервые было освоено производство этого сплава. Сормайт представляет собой железохромистый сплав с небольшой добавкой никеля и не содержит вольфрама и кобальта.

Литые сплавы сравнительно легкоплавки, температура их плавления несколько ниже температуры плавления сталей и составляет около 1300—1350 °С. Выпускаются они обычно в виде литых прутков или стержней длиной 300—400 мм, диаметром 5—8 мм. Литые сплавы обладают средней твердостью HRC 70—80 и применяются главным образом для наплавки рабочих поверхностей, подвергающихся значительному износу, например, штампов, матриц и пуансонов, калибров, шаблонов, деталей машин и механизмов, работающих на трение, и т. п. Сплавы обладают высокой износоустойчивостью, сохраняющейся до температур 600-700 °С — начала красного каления.

Порошкообразные или зернообразные сплавы представляют собой не сплавы, а порошкообразную смесь, шихту или материал для изготовления сплава и превращаются в твердый сплав лишь на поверхности наплавляемой детали в процессе наплавки. Они наиболее дешевы в изготовлении и наплавке и поэтому широко применяются в промышленности. По внешнему виду эти продукты представляют собой грубозернистый порошок или крупинки черного цвета, состоящие, из зерен величиной 1—3 мм.

Различают два вида порошкообразных продуктов для наплавки: вольфрамовые и не содержащие вольфрама. **Вольфрамовый продукт** представляет собой смесь порошкообразного технического вольфрама или высоко процентного ферровольфрама с науглероживающими материалами. Отечественный сплав этого типа носит название «вокар». Изготавливаются подобные сплавы следующим образом: порошкообразный технический вольфрам или высокопроцентный ферровольфрам смешивают с такими материалами, как сажа, молотый кокс и т. п.; полученную смесь замешивают в густую пасту на смоле или на сахарной патоке. Из смеси прессуют брикеты и слегка обжигают их до удаления летучих веществ. После обжига брикеты размалывают и просеивают. Готовый продукт имеет вид черных хрупких крупинок величиной 1—3 мм. Характерным признаком вольфрамовых продуктов является их высокий насыпной вес.

В России изобретен порошкообразный сплав, не содержащий вольфрама и потому весьма дешевый. Сплав носит название «сталинит»; он весьма широко распространен в нашей промышленности. Многолетняя практика показала, что, несмотря на отсутствие вольфрама, сталинит обладает высокими механическими показателями, во многих случаях удовлетворяющими техническим требованиям. Кроме того, благодаря низкой температуре плавления (1300—1350 °С) сталинит имеет существенное преимущество перед вольфрамовым продуктом, который расплавляется лишь при температуре около 2700 °С. Низкая температура плавления сталинита облегчает наплавку и повышает производительность этого процесса.

Ввиду дешевизны продукта, а также простоты и высокой производительности процесса наплавки сталинит весьма широко применяется в нашей промышленности для самых разнообразных наплавочных работ. Сталинитом наплавляют части всевозможных машин и механизмов, подвергающиеся быстрому износу в работе,— штампы, рабочие части машин для обработки грунтов и горных пород (землечерпалок, экскаваторов), зубки врубовых машин и т. п.

Плавленные карбиды обладают наивысшей твердостью, до HRC 92—94, но одновременно и значительной хрупкостью. По химическому составу эти сплавы представляют собой чистый сплавленный карбид вольфрама, иногда с добавками других веществ. Сплавы отличаются высокой температурой плавления (-3000°C); выпускаются в форме кусков с острыми гранями. Главная область их применения — горная промышленность, где они служат для оснащения буровых долот и другого бурового инструмента, в особенности для твердых горных пород. Куски сплава ввариваются в углубления на поверхности изделия так, чтобы режущая грань кусочка сплава несколько выступала над поверхностью основного металла. Пространство между кусочками сплава заполняют наплавкой литого или порошкообразного сплава. При работе инструмента промежуточный твердый сплав изнашивается быстрее, и режущая грань кусочков плавленных карбидов, выступая над поверхностью инструмента, режет горную породу. Для наплавки этих сплавов успешно используется индукционный нагрев. Сплав помещают на поверхность стального инструмента, высокочастотный индуктор расплавляет поверхность стали и вплавляет в нее зерна сплава.

Технология ручной дуговой наплавки стали

Ручная дуговая наплавка покрытыми электродами на поверхности деталей широко распространена, так как ее можно применять при различных конфигурациях деталей и типовом сварочном оборудовании — нужны только наплавочные электроды и навыки сварщика.

Для электродуговой наплавки специальными электродами используют большое количество марок покрытых электродов различного назначения. ГОСТ 10051—75* предусматривает 44 типа таких электродов. Основными характеристиками электрода каждого типа, согласно ГОСТ, являются **химический состав наплавленного металла и твердость в рабочем состоянии**.

В зависимости от принятой системы легирования и условий работы получаемого наплавленного металла электроды для наплавки (наплавочные электроды) могут быть условно разделены на следующие 6 групп:

1-я группа. Марки электродов для наплавки, обеспечивающие получение низкоуглеродистого низколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях трения металла о металл и ударных нагрузок.

2-я группа. Марки, обеспечивающие получение среднеуглеродистого низколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях трения металла о металл и ударных нагрузок при нормальной и повышенной температурах (до 600-650 гр С).

3-я группа. Марки наплавочных электродов, обеспечивающие получение углеродистого, легированного (или высоколегированного) наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях абразивного изнашивания и ударных нагрузок.

4-я группа. Электроды наплавочные, обеспечивающие получение углеродистого высоколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях больших давлений и высоких температур (до 650-850 гр С).

5-я группа. Электроды, обеспечивающие получение высоколегированного аустенитного наплавленного металла с высокой стойкостью в условиях коррозионно-эрозионного изнашивания и трения металла о металл при повышенных температурах (до 570-600 гр С).

6-я группа. Марки электродов для наплавки, обеспечивающие получение дисперсноупрочняемого высоколегированного наплавленного металла с высокой стойкостью в тяжелых температурно-деформационных условиях (до 950-1100 гр С).

В случаях, когда металл наплавки и зоны термического влияния склонны к закалке и образованию трещин, необходимо применять предварительный и сопутствующий подогрев — при наплавке твердых сплавов до температуры 300—600 °С в зависимости от состава металла. Необходимо отметить, что электродуговая ручная наплавка покрытыми электродами — трудоемкий и низкопроизводительный процесс в связи с пониженными режимами и работой вручную. Производительность такой наплавки 0,8—3 кг/ч, а при автоматической наплавке под флюсом 2—15 кг/ч и электрошлаковой — до 150 кг/ч. Однако ручную наплавку продолжают широко применять благодаря простоте и доступности процесса.

Для наплавки порошкообразной смеси подготавливают плоскость наплавляемой детали, очищая ее от ржавчины, масла и грязи. Затем на подготовленную поверхность насыпают тонкий слой (0,2—0,3 мм) прокаленной буры (флюса) и на него слой порошкообразной смеси высотой 2—7 мм, который разравнивают и уплотняют гладилкой. Наплавку производят угольной или графитизированной дугой прямой полярности либо переменным током с осциллятором, совершая плавные движения электрода поперек полосы на 40—50 мм с постепенным продвижением вдоль нее. После расплавления порошка высота его уменьшается в 2—4 раза. Возможна многослойная наплавка, но общая толщина наплавленного слоя для разных смесей ограничена: например для сталинита — 5—6 мм, вокара — 3—4 мм. Рекомендуются предварительный подогрев до 500 °С и медленное охлаждение в горячем песке, закрытом асбестом.

Некоторое применение нашла аргонодуговая наплавка неплавящимся (вольфрамовым) электродом высоколегированных сталей и сплавов. Для наплавки используют высоколегированную наплавочную проволоку и литые стержни.

Технология наплавки цветных металлов

Наплавку меди или бронзы на стальные, медные и бронзовые детали осуществляют ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, дуговой сваркой в инертных газах неплавящимися вольфрамовыми электродами и угольными электродами с применением защитного флюса, нанесенного на присадочный пруток. Для наплавки используют электроды со стержнем из меди или бронзы. Применяют электроды марки К-ЮО («Комсомолец-100») со стержнем из меди М1 и покрытием, замешанным на жидком стекле и состоящим из ферромарганца (47,5%)» полевого шпата (12,5 %), плавикового шпата (15 %) и кремнистой меди (20 %) Этими электродами сваривают медные детали между собой или выполняют наплавку меди на сталь.

При наплавке меди на медь применяют предварительный подогрев до температуры 300—500 °С, так же, как при сварке меди. Наплавленный слой подвергают проковке.

Применяют наплавочные электроды марки ЗТ со стержнем из кремнистой бронзы марки БрКМцЗ-1. Металл, наплавленный этими электродами, близок по химическому составу и свойствам к кремнистой бронзе. Наплавку выполняют короткой дугой, постоянным током обратной полярности. Для получения наплавленного металла нужного состава бронзовый стержень электрода подбирают другой марки с соответствующим составом покрытия.

Наплавку неплавящимся (вольфрамовым) электродом в азоте или в аргоне производят с применением присадочного металла из меди или ее сплавов в зависимости от требуемого состава наплавленного металла. Для наплавки употребляют азот особой чистоты и аргон высшего сорта (по ГОСТ 9293—74* и 10157—79*). Устойчивость дуги в азоте ниже, чем в аргоне, поэтому предпочтение отдается аргону, несмотря на его большую стоимость. Для такой наплавки можно использовать лантанированные вольфрамовые электроды (электроды из сплава вольфрама с оксидом лантана), обладающие хорошей устойчивостью. Наплавку на сталь производят при минимальной погонной энергии и с минимальной глубиной проплавления стали. Для этого часто используют дополнительное охлаждение стали водой с обратной стороны, что ускоряет кристаллизацию наплавленного слоя и предупреждает появление трещин в стали.

Наплавку меди и ее сплавов на сталь можно производить угольным электродом, используя в качестве присадочного металла медные или бронзовые прутки (марок М0, М1, БрКМц3-1) Для улучшения процесса и качества наплавки эти прутки покрывают защитным флюсом (например, состоящим из 95 % порошка буры и 5% металлического магния, смоченных жидким стеклом) Для предупреждения науглероживания стали сварку ведут длинной дугой со скоростью более 15 м/с во избежание расплавления основного металла. Качество наплавки невысокое, поэтому такой способ не получил распространения. Для улучшения качества рекомендуются проковка шва при температуре 550—800 °С и быстрое охлаждение в воде.

Способы наплавки.

Наплавка может производиться на:

- плоские;
- цилиндрические;
- конические;
- сферические и другие формы поверхности в один или несколько слоев.

Толщина слоя наплавки может изменяться в широких пределах - от долей миллиметра до сантиметров. При наплавке поверхностных слоев с заданными свойствами, как правило, химический состав наплавленного металла существенно отличается от химического состава основного металла.

Технология наплавки различных поверхностей предусматривает ряд приемов нанесения наплавленного слоя:

- ниточными валиками с перекрытием один другого на 0,3-0,4 их ширины;
- широкими валиками, полученными за счет поперечных к направлению оси валика колебаний электрода, электродными лентами и др.

Расположение валиков с учетом их взаимного перекрытия характеризуется шагом наплавки.

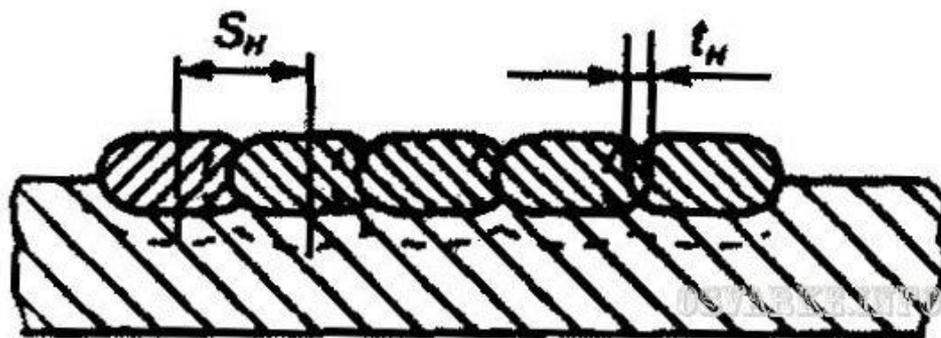
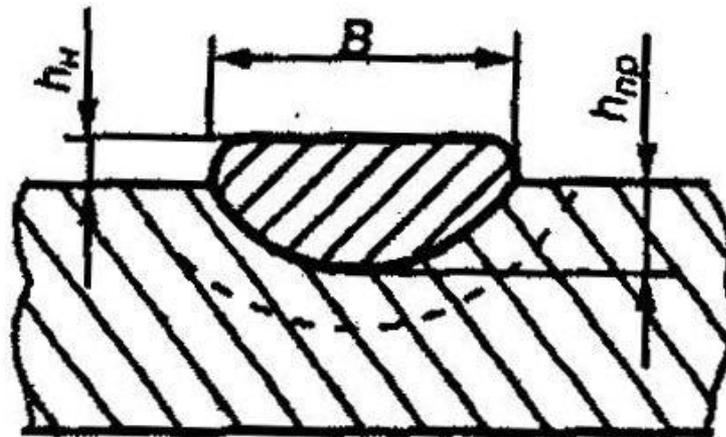
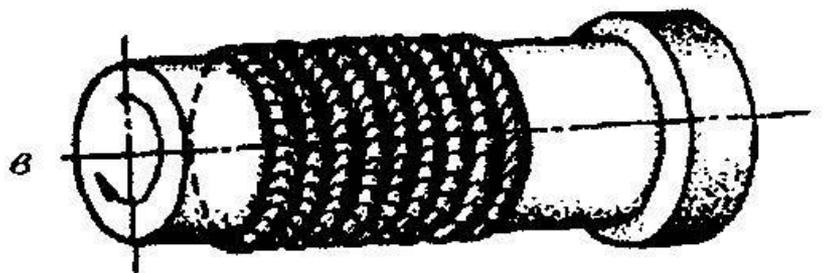
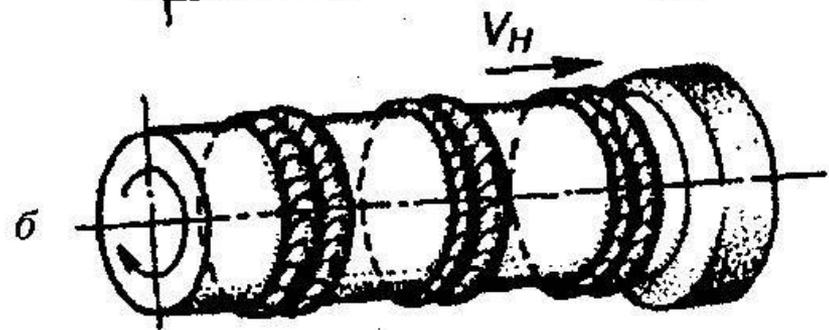
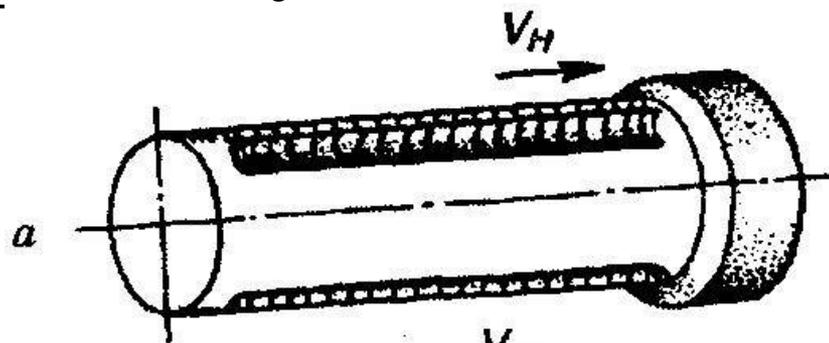


Схема наплавки слоев:

B , h_H , $h_{пр}$ - соответственно ширина валика, высота наплавки, глубина проплавления; S_H - шаг наплавки

Наплавку криволинейных поверхностей тел вращения выполняют тремя способами:

- наплавкой валиков вдоль образующей тела вращения;
- по окружностям;
- г



V_H OSVARKE.INFO

Наплавку по образующей выполняют отдельными валиками так же, как при наплавке плоских поверхностей. Наплавка по окружности также выполняется отдельными валиками до полного замыкания начального и конечного участков со смещением их на определенный шаг вдоль образующей.

При винтовой наплавке деталь вращают непрерывно, при этом источник нагрева перемещается вдоль тела со скоростью, при которой одному обороту детали соответствует смещение источника нагрева, равное шагу наплавки.

При наплавке тел вращения необходимо учитывать возможность стекания расплавленного металла в направлении вращения детали. В этом случае источник нагрева смещают в сторону, противоположную направлению вращения.

Предварительный подогрев наплавляемой детали до температуры 200-250°C уменьшает склонность наплавленного металла к образованию трещин.

Режимы наплавки характеризуются следующими параметрами:

- при ручной наплавке покрытым электродом в технологии указывают марку электрода, его диаметр, род тока, сварочный ток;
- при автоматической наплавке - тип электродного материала (проволока, лента: сплошного сечения, порошковая), ток, напряжение дуги, длину дуги, скорость наплавки;
- при наплавке в защитном газе дополнительно указывают защитный газ;
- при наплавке под флюсом - марку флюса.

Выбирая способ наплавки, вначале оценивают возможность его применения в данном конкретном случае, затем определяют возможность обеспечения технических требований, предъявляемых к наплавленному материалу, и, наконец, оценивают экономическую эффективность наплавки. При оценке экономической эффективности способа наплавки общую стоимость ручной дуговой наплавки принимают за 100% наплавку под слоем флюса - 74%, вибродуговую наплавку - 82%.

Спасибо за внимание!