

# Свойства наплавленного и наплавленного металла

№20. Подбор и проверка материалов для  
наплавки

№21. Изучение свойств металла,  
наплавленного частично механизированной  
сваркой:

проверка качества наплавки в готовом изделии

**ПОВТОРЕНИЕ**

# Наплавочные материалы

## Наплавочная проволока.

- Для механизированной наплавки по ГОСТ 10543-82 выпускается стальная проволока диаметров 0,3...8 мм. Проволоку диаметром 6,5 и 8 мм выпускают в виде горячекатаной проволоки – катанки.
- По химическому составу (ГОСТ 10543-82) различают 28 марок наплавочной проволоки, которые разделены на три группы:
- проволоки из углеродистой стали восьми марок: Нп-30; Нп-40; Нп-50; Нп-65; Нп-80; Нп-40Г; Нп-50Г; Нп-65Г;
- проволоки из легированной стали одиннадцати марок: Нп-10Г3; Нп-30ХГСА; Нп-30Х3ВА; Нп-30Х5; Нп-35Х2Г2В; Нп-40Х3Г2ВФ; Нп-5ХНМ; Нп-5ХНТ; Нп-5ХНВ; Нп-50ХФА; Нп-105Х;
- проволоки из высоколегированной стали девяти марок: Нп-2Х14; Нп-3Х13; Нп-4Х13; Нп-45Х4В3Ф; Нп-45Х2В8Т; Нп-60Х3В10Ф; Нп-Х15Н60; Нп-Х20Н80Т; Нп-Г13А.
- Буквы Нп в марке проволоки обозначают, что проволока наплавочная. Первые две цифры показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Последующие буквы указывают на содержание в проволоке главных легирующих элементов. Цифры после букв указывают содержание соответствующего элемента в процентах. Если после буквы цифра отсутствует, это значит, что данного элемента содержится до одного процента. Например, в наплавочной проволоке Нп-5ХНТ в среднем содержится: углерода 0,05 %, хрома до 1 %, никеля до 1 % и титана до 1 %.

# Соотношение свойств наплавленного и основного металла

- Наплавка в  $\text{CO}_2$  обеспечивает хорошее формирование шва, наплавленный металл получается плотным, зона термического влияния невелика.
- Благодаря такому преимуществу этот способ применяют для наплавки нежестких деталей малого диаметра (например, 10 мм).

# Влияние режимов на качество наплавленного металла

- При повышении напряжения увеличивается длина дуги, соответственно возрастает путь капельного переноса металла через дуговой промежуток, что способствует интенсивности его окисления, разбрызгивания и выгорания марганца и кремния. Низкое напряжение дуги вызывает чрезмерное усиление швов и высокие подрезы.

# Преимущественное назначение наплавленного слоя

- На ряде предприятий для восстановления деталей машин используют автоматическую наплавку в среде углекислого газа с направленным охлаждением. Сущность способа заключается в том, что на наплавленный в среде углекислого газа металл (температура его должна быть равна или выше температуры закалки) подается охлаждающая жидкость (5%-ный раствор кальцинированной соды в воде), которая обеспечивает закалку нанесенного слоя. Изменяя место подвода охлаждающей жидкости в зависимости от химического состава электродной проволоки, можно регулировать **твердость наплавленного металла** в пределах 27 – 51,5 HRC(без дополнительной термообработки).

# Свойство наплавленного металла

- Наплавка в среде углекислого газа занимает ведущее место среди других способов наплавки. Это объясняется ее существенными преимуществами: хорошее формирование шва (наплавленный металл плотный); интенсивный отвод тепла из зоны сварки (деталь нагревается незначительно, что обеспечивает возможность наплавки тонкостенных и нежестких изделий без деформации и разрушения).

# **Недостатками технологии наплавки в среде $\text{CO}_2$ , влияющими на качество, являются**

- - разбрызгивание металла,
- сравнительно низкие твердость и износостойкость наплавки.



# Качество наплавленного металла зависит от режимов наплавки

- .
- Скорость наплавки определяют по формуле
- $V_H = \alpha_H I / h S \gamma$ , где  $V_H$  – скорость наплавки, м/ч;
- $\alpha_H$  – коэффициент наплавки, ( $\alpha_H = 11 \dots 14$  при наплавке постоянным током обратной полярности), г/(А·ч);
- $I$  – сила тока, А;
- $h$  – толщина наплавленного слоя, мм;
- $S$  – шаг наплавки, мм /об;
- $\gamma$  – плотность электродной проволоки ( $\gamma = 7,85$ ), г/см<sup>3</sup>.

Частоту вращения детали рассчитывают по формуле

- $n = 1000 V_H / 60 \pi d$ , где  $n$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup>;
- $d$  – диаметр детали, мм.

**При высокой плотности тока повышается тепловыделение в деталь, вследствие чего увеличивается объем жидкого металла ванны и глубина проплавления.**

# Твердость наплавленного слоя зависит от химического состава электродной проволоки и подачи охлаждающей поверхности

- Проволока Св-08 Нп-20 Нп-40 Нп-60 Нп-80 Св-30ХГСА  
Твердость слоя, НРС 12...32 13...35 15...45 25...60 25...65 15...50
- При наплавке проволокой Св-08 наплавленная поверхность легко обрабатывается резанием. Для получения износостойких поверхностей применяют проволоку из сталей 45, 70, 60С2, У7, У8. При использовании вышеуказанных проволок поверхность после наплавки обрабатывают только шлифованием.
- Особенность процесса с высокой скоростью охлаждения – наплавленный слой «пестрый» по структуре и твердости, что обусловлено взаимным термическим влиянием наплавляемых валков. Наплавленный валик интенсивно охлаждается за счет теплоотвода в охлаждающую жидкость и получает закалку. Последующий валик наплавленного металла, частично расплавляя предыдущий, создает зону отжига. При использовании углеродистых электродов для закаленных валков характерной структурой считают мартенсит, а для зон сплавления – сорбит или тростит.

Величина наплавленного слоя

**ПРИ ОДНОСЛОЙНОЙ НАПЛАВКЕ  
ТОЛЩИНА СЛОЯ КОЛЕБЛЕТСЯ  
ОТ 0,3 ДО 3 ММ, А ПРИ  
МНОГОСЛОЙНОЙ НАПЛАВКЕ ЕЕ  
МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ЛЮБОЙ  
ТОЛЩИНЫ.**

# Повторение-закрепление

- Для чего наносят на основной металл наплавочный слой?
- Качество какого слоя выше – основного металла или наплавленного?
- Какое назначение у наплавленных слоёв металла?

# **ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА НАПЛАВКИ**

# Контроль качества **наплавки** состоит

## В

- осмотре подготовленной под **наплавку** поверхности,
- контроле наплавочных (присадочных) материалов на их соответствие требованиям нормативных документов и контроле качества **наплавленного** слоя (отсутствие пористости, раковин и других дефектов),
- **проверке** твердости **наплавленного** слоя (после механической обработки или до нее при местной обработке части **наплавленной** поверхности) на соответствие требованиям рабочего (ремонтного) чертежа
- Микроскопическом исследовании без разрушения готового изделия

# Основная причина появления дефектов в наплавленном слое - нарушение принятой технологии наплавки. Дефекты подразделяются на внутренние и наружные.

- Внутренние дефекты обнаружить наружным осмотром нельзя. К ним относятся непровар, повышенная пористость, наличие скрытых трещин и шлаковых включений, значительный перегрев металла.
- Непровар - это отсутствие прочного сплавления между основным и наплавленным слоем или слоями металла. Этот дефект является следствием плохой подготовки наплаваемой поверхности, в результате чего на ней остается ржавчина, окалина, жировые пятна, грязь; недостаточной мощности электродуги; значительный колебаний силы тока и напряжения; плохого качества наплавочных материалов. Непровар на деталях, подвергающихся абразивному изнашиванию под действием нагрузок высокой динамичности, совершенно недопустим. По кромкам дефекта образуется концентрация напряжений, приводящих к разрушению и отслаиванию наплавленного металла. Непровар устраняют вырубкой дефектных мест, если это возможно, и повторной наплавкой на заданных режимах.
- Поры образуются при быстром остывании наплавленного металла. В этом случае находящиеся в металле газы не выходят из него. Появлению пор способствует и образование усадочных раковин. Пористость металла отрицательно сказывается на его износостойкости, особенно в условиях действия нагрузок высокой динамичности. Наплавленный слой интенсивно раскрашивается по всей своей толщине.
- Поры в наплавленном металле появляются в следствие повышенной влажности флюса или электродных покрытий, плохой подготовки наплаваемой поверхности, недостаточной защиты наплавочной ванны и дуги от кислорода и азота воздуха, высокого содержания углерода в наплавленном металле.
- Трещина - это местное тонкое разрушение наплавленного металла. Трещину нарушают в наплавленном слое сплошность, понижает статическую и динамическую прочность

# Дефекты наплавки

- .
- Трещина - это местное тонкое разрушение наплавленного металла. Трещину нарушают в наплавленном слое сплошность, понижает статическую и динамическую прочность слоя вследствие появления локальных концентраций напряжения. Трещины образуются в результате увеличения глубины расплавления металла, повышение интенсивности охлаждения в процессах наплавки углеродистых и конструкционных легированных сталей, использования для наплавки легированных сталей электродов с высоким содержанием углерода, наплавки при низких температурах.
- Перегрев наплавляемого металла способствует образованию благоприятных структур в зоне сплавления металлов. Этот дефект можно устранить последующей термической обработкой всей наплавляемой детали.
- Наружные дефекты Легко определяется визуально. К ним относятся незаваренные кратеры, наплывы и прожоги наплавленного слоя, а также деформации самой детали.
- Незаваренные кратеры на наплавленной поверхности является следствием низкой квалификации исполнителя.
- Наплыв представляет собой избыток наплавленного металла. Причинами его образования считается снижение скорости наплавки, увеличение длины дуги, отклонение перемещения электрода от заданной траектории. Наплыв может повлечь за собой непровар наплавленного слоя, поэтому дефект рекомендуется вырубать и повторно заправлять.
- Прожог образуется при сквозном проплавлении детали. Дефект является следствием завышения силы тока, уменьшения скорости наплавки, использования электродов увеличенного диаметра, плохой техники владения электродом. Место прожога заправляют, подкладывая под внутреннюю поверхность детали медную пластинку.
- Деформация детали происходит в результате неравномерного охлаждения и нагревания. Этот дефект может быть вызван различными нарушениями технологии наплавки, лишнем количеством наплавленного металла. Для предотвращения деформация деталь рекомендуется держать в жестком кондукторе. Деформацию устраняют способом холодной или горячей правки