

ТЕМА ЛЕКЦИИ – МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ СВАРИВАЕМОСТЬ

Цель и задачи лекции:

-цель лекционного занятия заключается в приобретении знаний по материалам, применяемым для изготовления сварных конструкций и их свариваемости.

План:

1. Материалы для сварных конструкций
2. Классификация углеродистых сталей по назначению
3. Классификация легированных сталей
4. Свариваемость
5. Особенности сварки сталей разных групп свариваемости

Задачи:

1. Изучить материалы, применяемые в сварочном производстве;
2. Изучить виды свариваемости материалов;
3. Изучить признаки плохой свариваемости материалов;
4. Изучить особенности сварки сталей разных групп свариваемости..

Чтобы правильно выбрать способ сварки, электродные материалы и разработать технологию сварки металлоконструкций, необходимо иметь четкое представление о марке материала, его химическом составе и механических свойствах и такой важной характеристике, как свариваемость.

1.Материалы для сварных конструкций

При изготовлении сварных конструкций применяют различные материалы:

- стали
- чугуны
- цветные металлы и сплавы
- неметаллические материалы.

Наибольшее применение имеют стали различных классов и групп.

2. Классификация углеродистых сталей по назначению

Стали по назначению подразделяются на конструкционные, инструментальные, котельные, электротехнические и специальные.



По содержанию углерода углеродистые стали подразделяют на низкоуглеродистые (до 0,25 %), среднеуглеродистые (0,26... 0,6 %) и высокоуглеродистые (0,6... 2,0 %).

С повышением содержания углерода повышается прочность, но снижается пластичность и иногда вязкость стали, **свариваемость сталей ухудшается**, поскольку увеличивается способность к образованию горячих (кристаллизационных) трещин.

Наибольшее распространение для изготовления сварных конструкций получили низкоуглеродистые стали марок 10Г2СД, 14ХГС, 10ХСНД, 12ХГН, 14Г, 19Г, 15ГС, 18ГС2 и среднеуглеродистые марок 25ХГСА, 30ХГСА, 40Г2, 30ХГТ.

3. Классификация легированных сталей

Легированная сталь – это сталь, содержащая кроме Fe и С другие специально вводимые в её состав химические элементы.

Целью введения добавок является улучшение механических свойств.

Какие элементы и как влияют на свойства сталей рассмотрим в конце лекции.

По содержанию легирующих элементов легированные стали делятся на:

- низколегированные (содержание каждого из легирующих компонентов не превышает 2%, а суммарное содержание легирующих компонентов менее 3,5 %),
- среднелегированные (суммарное содержание легирующих компонентов 3,5... 10 %)
- высоколегированные (суммарное содержание легирующих компонентов свыше 10%).

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод.

Свариваемость ухудшается при увеличении содержания углерода, а также ряда других элементов. Для изготовления сварных конструкций в основном применяют конструкционные низкоуглеродистые, низколегированные и легированные стали.

Главными трудностями при сварке легированных сталей является их склонность к образованию закалочных структур, горячих и холодных трещин, а также ухудшение механических свойств – в первую очередь снижение пластичности в зоне сварного соединения. Чем выше содержание углерода в стали, тем сильнее проявляются эти недостатки, и тем труднее обеспечить необходимые свойства соединения.

4. Свариваемость

Монолитность сварных соединений достигается обеспечением физико-химических и атомно-молекулярных связей между элементарными частицами соединяемых тел.

Свариваемость — свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. В сварочной практике существуют такие понятия, как физическая и технологическая свариваемость.

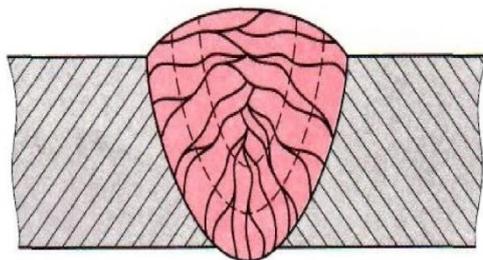
Свариваемость оценивается степенью соответствия свойств сварного соединения тем же свойствам основного материала и его склонностью к образованию дефектов.

Виды свариваемости материалов

В сварочной практике существуют такие понятия, как *физическая и технологическая свариваемость*.

Физическая свариваемость — свойство материалов создавать монолитное соединение, т.е. способность их к взаимной кристаллизации. Эти процессы происходят на границе основного и наплавленного металла и характеризуют свариваемость с точки зрения возможности образования металлической связи и принципиальной возможности получения неразъемных сварных

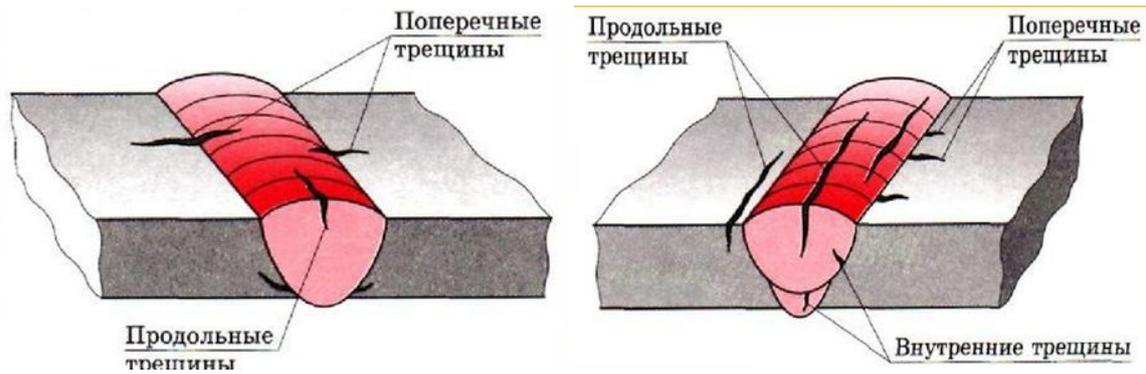
Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами.



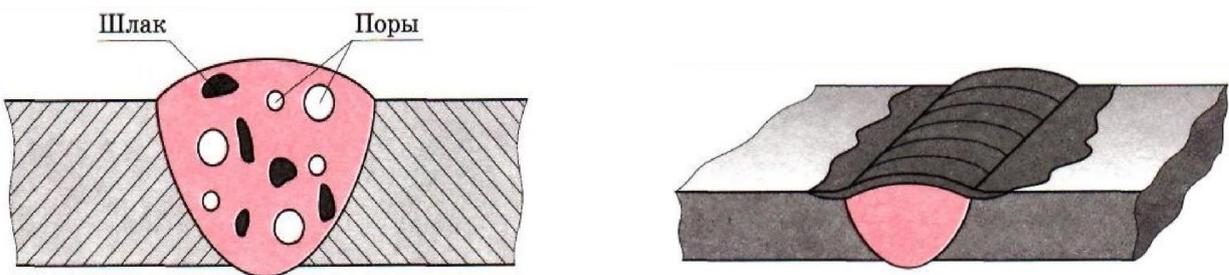
монолитное соединение

Технологическая свариваемость

Технологическая свариваемость отражает реакцию материала на тепловое, силовое и металлургическое воздействие сварки. Эта реакция оценивается при сравнении механических свойств металла сварных соединений и одноименных свойств основного металла (например, прочности, пластичности, ударной вязкости и др.).



Склонность к образованию горячих и холодных трещин



Отсутствие пор и шлаковых включений Отсутствие оксидных пленок на поверхности металла

по ГОСТ 29273-92 дается определение свариваемости: ...металлический материал считается поддающимся сварке до установленной степени при данных процессах и для данной цели, когда сваркой достигается металлическая целостность при соответствующем технологическом процессе, чтобы свариваемые детали отвечали техническим требованиям, как в отношении их собственных качеств, так и в отношении их влияния на конструкцию, которую они образуют.

Оценка свариваемости сталей.

Свариваемость сталей оценивается по следующим показателям:

- склонность металла шва к образованию горячих и холодных трещин;
- склонность к изменению структуры в околошовной зоне и к образованию закалочных структур;
- физико-механические качества сварного соединения (прочность, пластичность, ударная вязкость и т.п.);
- соответствие специальных свойств сварного соединения требованиям технических условий на конструкцию (коррозийная стойкость, жаростойкость, жаропрочность, сопротивление хрупкому разрушению при низких температурах и т.п.).



Говоря проще, разница между материалами, обладающими хорошей и плохой свариваемостью, заключается в том, что для соединения последних необходима более сложная технология сварки.

Группы свариваемости металлов

По свариваемости стали разделяются на четыре группы:

I. Хорошая свариваемость (сварка выполняется без подогрева до, в процессе сварки и после)

II. Удовлетворительная свариваемость;
(сварка для предотвращения трещин предварительно нагревается, после сварки нужна термообработка)

III. Ограниченная свариваемость
(сталь склонна к образованию трещин, её предварительно подвергают термообработке, термически обрабатывается после сварки)

IV. Плохая свариваемость (склонность к образованию трещин. Сварка производится с предварительной термообработкой, подогрев проводится и после сварки)

Хорошо свариваются все однородные металлы.

Для обеспечения свариваемости разнородных металлов применяют третий металл, обладающий взаимной растворимостью со свариваемыми металлами.

Разница между металлами, обладающими хорошей и плохой свариваемостью, заключается в том, что при сварке последних необходима более сложная технология (строгое соблюдение параметров режима, предварительный подогрев, термическая обработка, облицовка кромок, последующая термообработка и т.д.).

Теоретическая оценка свариваемости

По данным сертификата производителя стали и фактического химического состава делается теоретическая оценка свариваемости.

По действующему стандарту на прокат для строительных стальных конструкций ГОСТ 27772-88, в соответствии с которым определяется углеродный эквивалент C_9 , % (количественная характеристика свариваемости), определяют по формуле:

$$C_9 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2},$$

где - $C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P$ – массовые доли углерода, марганца, кремния, хрома, никеля, меди, ванадия и фосфора, %.

Этот метод используют чаще всего при разработке технологии сварки

при изготовлении конструкций. Окончательная оценка свариваемости может быть дана после проведения рядов испытаний (металлографических, механических и т.д.), проводимых на образцах (экспериментальные испытания) в соответствии с рекомендациями ГОСТ, ДСТУ, ДБН, ТУ и т.д.

Классификация сталей по свариваемости

| Группа | C _{экв} , % | Марки сталей | |
|--------|----------------------|--|--|
| | | углеродистых | легированных |
| I | Не более 0,25 | Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Стали 08, 10, 15, 20, 25 | 15Г, 20Г, 15Х, 15ХА, 20Х, 15ХМ, 20ХГСА, 10ХСНД, 10ХГСНД, 15ХСНД |
| II | 0,25...0,35 | Ст5, Стали 30, 35 | 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А, 20ХН, 20ХГСА, 30Х, 30ХМ, 25ХГСА |
| III | 0,35...0,45 | Ст6, Стали 40, 45 | 35Г, 40Г, 45Г, 40Г2, 35Х, 40Х, 45Х, 40ХМФА, 40ХН, 30ХГС, 30ХГСА, 35ХМ, 20Х2Н4МА |
| IV | Свыше 0,45 | Стали 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 | 50Г, 50Г2, 50Х, 50ХН, 45ХНЗМФА, ХГС, 6ХС, 7Х3 |

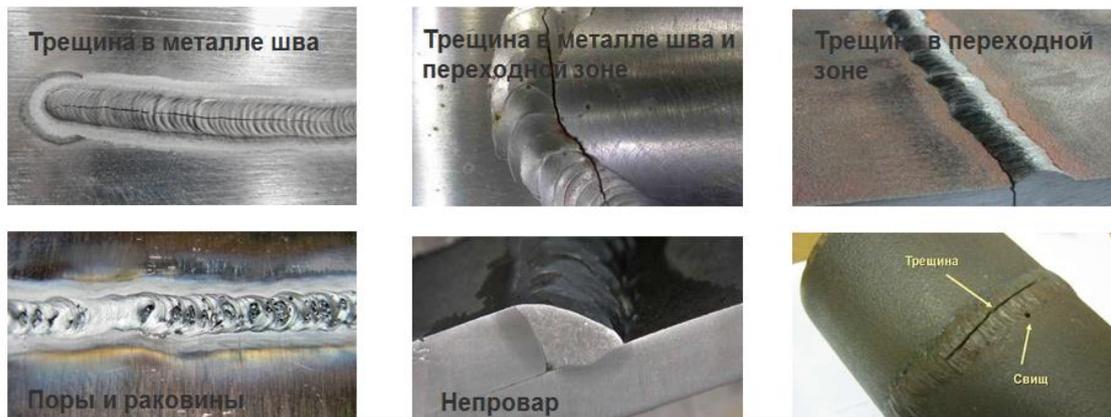
5. Особенности сварки сталей разных групп свариваемости

| Группа свариваемости | Условия сварки |
|----------------------|--|
| I | Без ограничений, в широком диапазоне режимов сварки независимо от толщины металла, жесткости конструкций, температуры окружающей среды |
| II | Сварка при температуре окружающей среды не ниже -5°C , толщине металла менее 20 мм и отсутствии ветра; подогрев до температуры 150°C |
| III | Сварка с предварительным или сопутствующим подогревом до температуры 250°C в ограниченном диапазоне режимов сварки |
| IV | Сварка с предварительным и сопутствующим подогревом; термообработка после сварки |

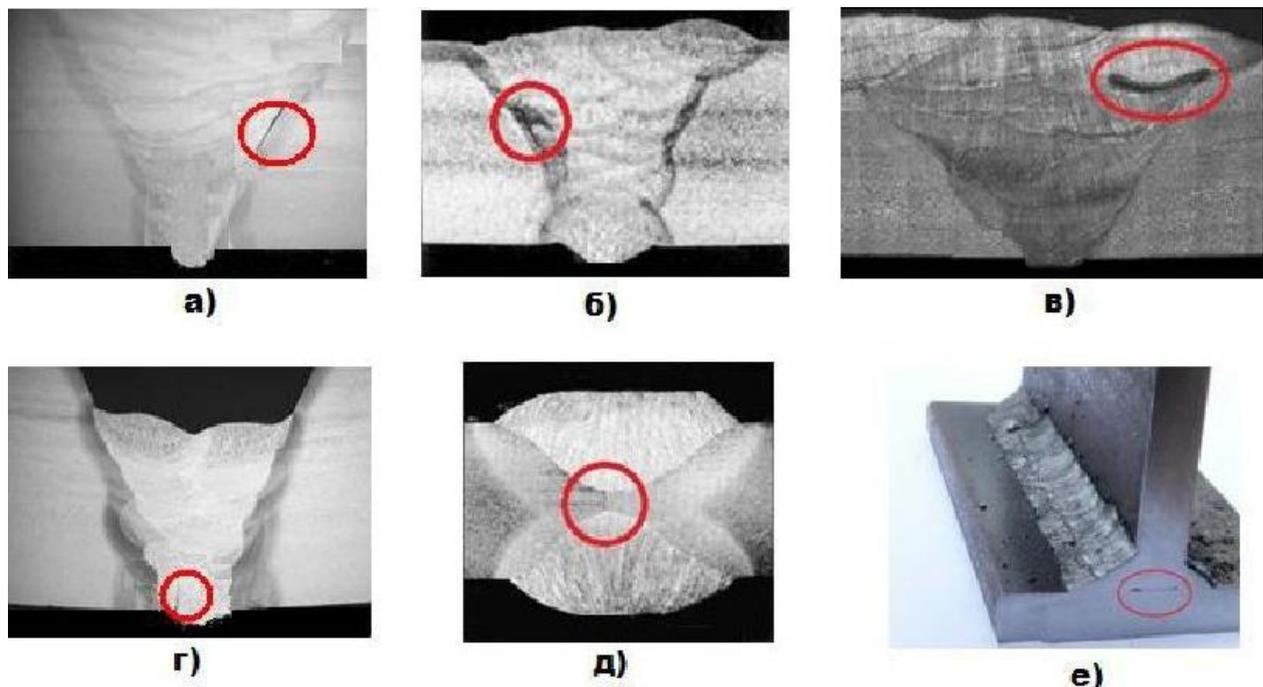
Признаки плохой свариваемости.

Склонность металла к:

- перегреву;
- образованию закалочных структур;
- охрупчиванию в зоне сварки;
- образованию трещин в металле шва и переходной зоне;
- образованию других дефектов при сварке (пор, раковин, несплавлений и т.д.)



Несплавление и непровары в сварных швах



а – несплавление по расплавляемой поверхности; б, в – несплавление между валиками; г - непровар в корне одностороннего шва; д - не провар в корне двустороннего шва; е – непровар в угловом шве.

Методы оценки свариваемости



Все испытания, проводимые для определения показателей свариваемости, условно можно разделить на две основные группы.

1. К первой группе относятся испытания, проводимые при разработке новых марок сплавов, новых способов сварки и сварочных материалов. Эти испытания проводят, как правило, в лабораторных условиях.
2. Ко второй группе относятся испытания, применяемые при проверке пригодности изученного сплава или сварочного материала для изготовления новых конструкций.

Испытания второй группы, как правило, производят в заводских условиях

Влияние химических элементов на характеристики сталей

| Характеристика | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Cu | V | Mo | Ni | Al |
|---------------------------|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Предел прочности | ++ | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | 0 |
| Предел текучести | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | 0 |
| Относительное удлинение | = | - | - | = | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 | 0 |
| Твердость | ++ | + | + | + | - | + | + | 0 | + | + | + | 0 |
| Ударная вязкость | - | = | - | = | - | + | + | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| Усталостная прочность | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | ++ | 0 | 0 |
| Свариваемость | - | - | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - | + | + | + | 0 |
| Стойкость против коррозии | | - | + | + | 0 | + | + | ++ | + | + | 0 | 0 |
| Хладноломкость | 0 | 0 | 0 | + | 0 | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Красноломкость | + | + | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 |

Условные обозначения: + - повышает; ++ - значительно повышает; - - снижает; = - значительно снижает; 0 – не влияет.