

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.

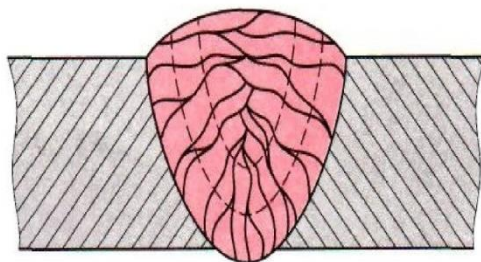
Свариваемость оценивается степенью соответствия свойств сварного соединения тем же свойствам основного материала и его склонностью к образованию дефектов.

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

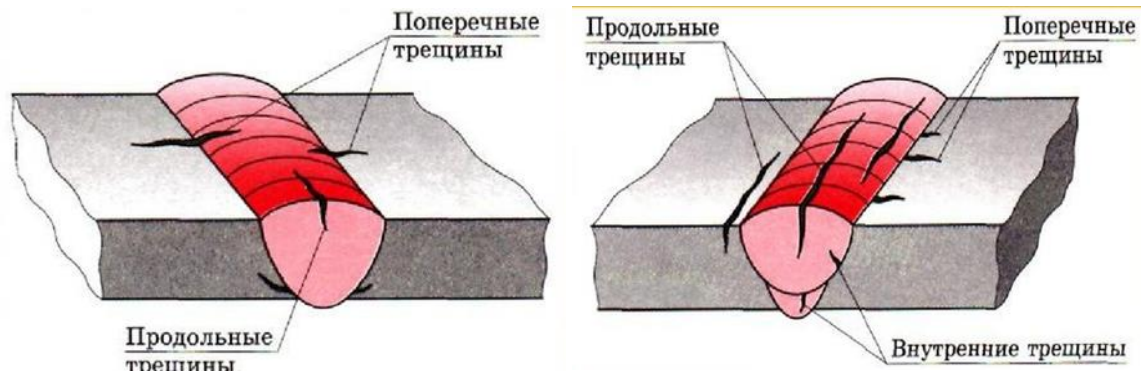
Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами.



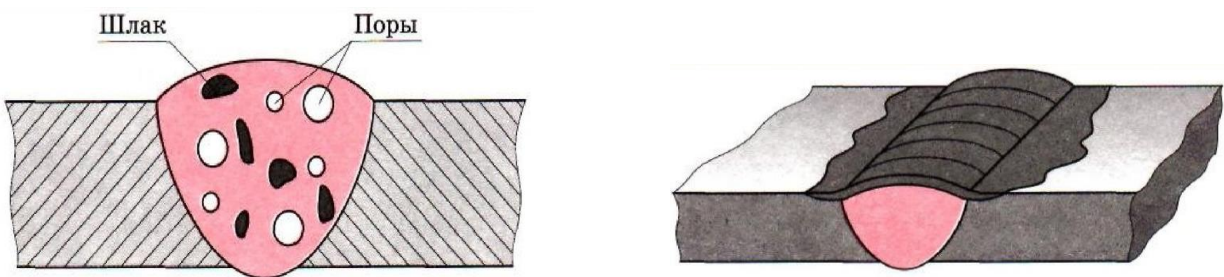
монолитное соединение

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

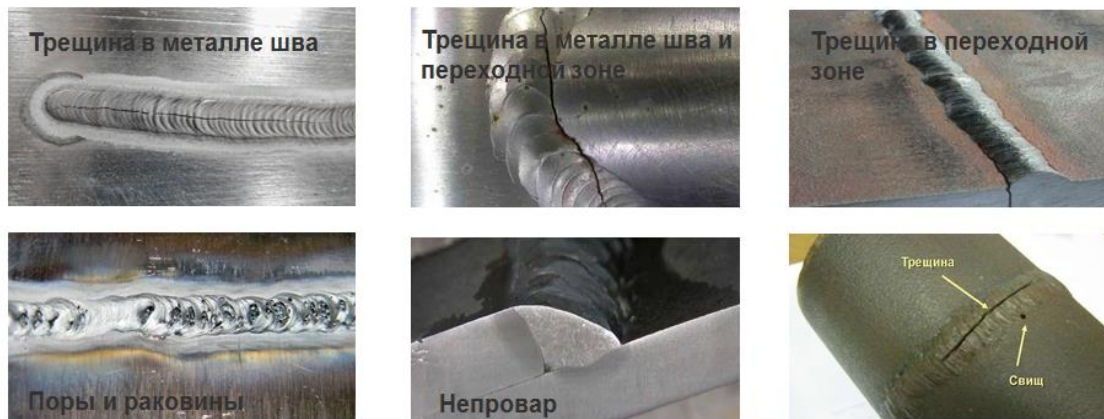
5. Особенности сварки сталей разных групп свариваемости

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

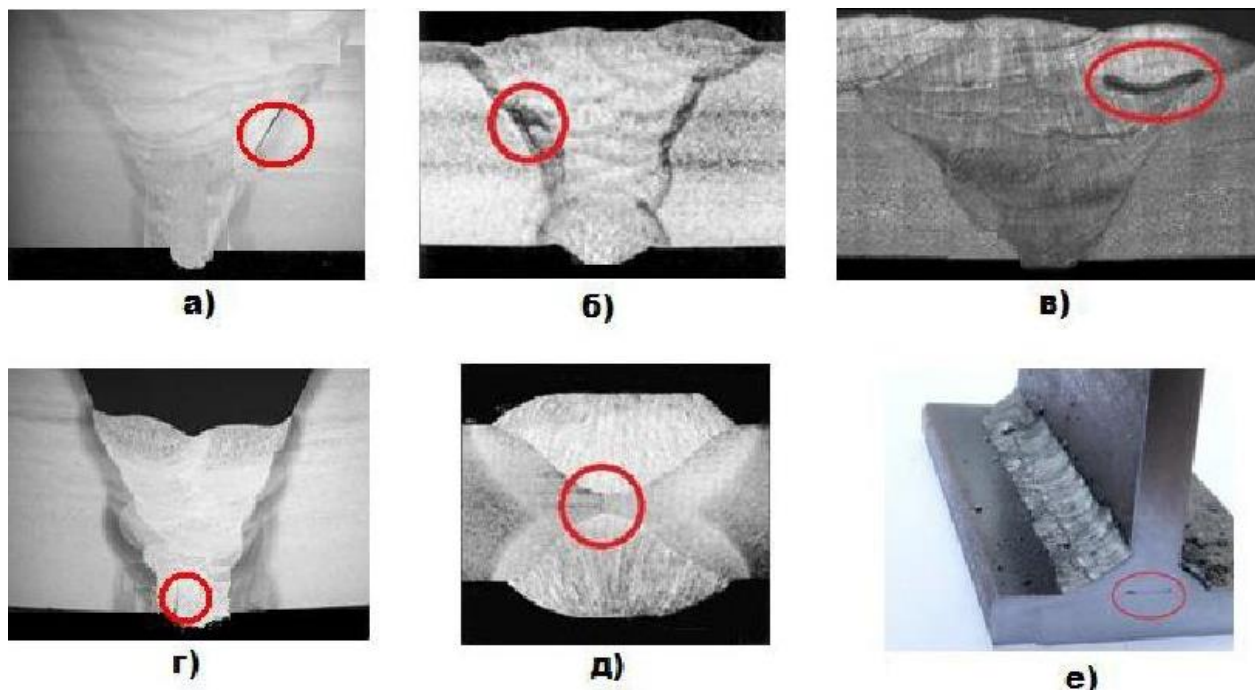
Признаки плохой свариваемости.

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.