Дуговая сварка углеродистых сталей

Классификация углеродистых сталей

- По содержанию углерода:

1. Низкоуглеродистые C≤0,25%
2. Среднеуглеродистые C=0,46-0,76%
3. Высокоуглеродистые C≥0,76%

- По качественному признаку:

1. Обыкновенного качества
2. Качественные (S<0,03%, P<0,03%)

Классификация углеродистых сталей

- По степени раскисления:

1. Спокойные – сп
2. Полуспокойные – пс
3. Кипящие – кп

- По гарантированным параметрам поставки:

1. По химическому составу – А
2. По механическим свойствам – Б
3. По хим. составу и мех. свойствам – В

Область применения углеродистых сталей в сварных конструкциях:

- В сварных конструкциях обычно применяются малоуглеродистые стали, обладающие хорошей свариваемостью следующих марок:

ВСт.3 с содержанием углерода от 0,14% до 0,22%, марганца от 0,40% до 0,65%, кремния от 0,12% до 0,30%, с пределом прочности $\sigma_в$=380-490 МПа и относительным удлинением δ=23-26% (Сталь обыкновенного качества)

Область применения углеродистых сталей в сварных конструкциях:

- Или стали качественные:

Сталь 20 с содержанием углерода от 0,17% до 0,24%, марганца от 0,35% до 0,65%, кремния от 0,17% до 0,37%, с пределом прочности $\sigma_в$=420 МПа и относительным удлинением δ=26% (Сталь качественная)

Область применения углеродистых сталей в сварных конструкциях:

Сварка вышеупомянутых сталей обычно не вызывает затруднений и такие марки стали свариваются без ограничений всеми способами сварочных технологий. Обычно для неответственных конструкций применяются стали группы А и Б, для особо ответственных конструкций желательно применять сталь группы В с гарантией её и по химическому составу и механическим свойствам. По степени раскисления обычно применяются спокойные, реже полуспокойные стали. Применение кипящей стали не рекомендуется из-за склонности её к образованию трещин

Основные требования по сварке низкоуглеродистых сталей:

- Получение равнопрочности сварного соединения
- Отсутствие дефектов
- Требуемая форма сварного шва
- Производительность
- Экономичность
- Надёжность
- Долговечность

Выбор сварочных материалов:

- При ручной дуговой сварке применяются:

Покрытые электроды типов Э-38, Э-42, Э-46 со всеми типами покрытий (кислое-А, основное-Б, рутиловое-Р, целлюлозное-Ц)

следующих марок: МР-3, СМ-5, АНО-4, ОЗС-12, УОНИИ-13/45 и др.

Если требуются **повышенные требования** к сварному шву, то применяют электроды типов Э-42А, Э-46А и Э-50А (с пониженным содержанием вредных примесей – серы и фосфора)

Выбор сварочных материалов:

- При механизированной дуговой сварке в защитных газах применяются сварочные проволоки следующих типов:

Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-08ГА, Св-10ГС и т.д.

Порошковые проволоки:

ПП-1ДСК, ПП-2ДСК, ПП-АН3, ПП-АН4, ЭПС-15/2 и др.

Активированные проволоки:

Св-20ГСТЮА и Св-15ГСТЮА

Выбор сварочных материалов:

При автоматической сварке под флюсом:

Проволоки сплошного сечения марок – Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08ГС

Проволоки порошковые – ПП-АН3, ПП-АН120 самозащитные, ПП-АН4, ПП-АН8, ПП-АН9 – для сварки в среде углекислого газа

Также могут применятся ленточные электроды

Подбор режима сварки

СВАРОЧНЫЙ ТОК устанавливают в зависимости от диаметра электрода, а диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого изделия:

Толщина металла, мм	1-2	3	4-5	6-8	9-12	13-15	16 и более
Диаметр электрода, мм	1,5-2	3	3-4	4	4-5	5	6

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ РАСЧЕТ СВАРОЧНОГО ТОКА

Диаметр электрода d=3-6мм	Диаметр электрода d<3мм
I=(20+6d)dk	I=30dk

Коэффициент k	Нижний шов	Вертикальный шов	Потолочный шов
	1	0,9	0,8

При увеличении диаметра электрода и неизменном сварочном токе плотность тока уменьшается, что приводит к блужданию дуги, у еличению ширины шва и уменьшению глубины провара. Чем больше диаметр электрода, тем меньше допускаемая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения

Допускаемая плотность тока (А/мм²) в зависимости от покрытия электрода

Вид покрытия	Диаметр электрода, мм			
	3	4	5	6
Кислое Рутиловое	14-20	11,5-16	10-13,5	9,5-12,5
Основное	13-18,5	10-14,5	9-12,5	8,5-12,5

НАПРЯЖЕНИЕ на дуге зависит от ее длины. Оптимальная длина дуги выбирается между минимальной и максимальной. Длинную дугу применять не рекомендуется

Минимальная	Максимальная
$\ell_д = 0{,}5d_э$	$\ell_д = d_э + 1$

$d_э$ - диаметр электрода (мм)

СКОРОСТЬ СВАРКИ выбирается так, чтобы сварочная ванна заполнялась электродным металлом и возвышалась над поверхностью кромок с плавным переходом к основному металлу без подрезов и наплывов

Подбор режима сварки

- **Выбор диаметра электрода при сварке стыковых соединений**

Толщина деталей1,5-2,0 3,0 4,0-8,0 9,0-12,0 13,0-15,0 16,0-20,0 более 20 Диаметр электрода1,6-2,0 3,04,0 4,0-5,0 5,0 5,0-6,0 6,0-10,0 соответственно

- **Выбор диаметра электрода при угловых и тавровых соединений**

Катет шва 3,0 4,0-5,0 6,0-9,0 Диаметр электрода 3,0 4,0 5,0 соответственно

Подбор режима сварки

Режимы полуавтоматической и сварки в углекислом газе

Катет шва	Диаметр проволоки	Число слоёв	Сила тока	Напря-жение	Вылет электрода	Расход газа
1,2-2	0,6	1	60-70	18-20	8-10	0,08-0,1
1.2-3	0,8	1	80-120	18-22	8-12	0,1-0,13
2-4	1,2	1	90-180	20-24	10-15	0,13-0,17
5-6	1,6	1	230-360	20-35	16-25	0,27-0,3
5-6	2,0	1	250-380	27-35	20-30	0,27-0,3
7-9	2,0	1	320-380	30-36	20-30	0,3-0,33
9-11	2,0	2	320-380	30-36	20-30	0,3-0,33
11-13	2,0	3	320-380	30-36	20-30	0,3-0,33

Подбор режима сварки

Режимы автоматической и сварки под флюсом

Толщина металла	Тип шва	зазор	□ элект-рода	число слоёв	Сила тока	Напря-жение	Скорость сварки
10 14 16	одност. б/р	2-4 4-6 5-7	5 5 5	- - -	700-750 850-900 900-950	30-32 30-34 30-34	7,8-8,3 7-7,5 5,6-6,1
10 14 16	двуст. б/р	2-4 2-4 2-4	5 5 5	- - -	700-750 775-795 795-825	30-34 30-34 30-34	7,8-8,3 7,8-8,3 7,5-8,1
Более 17	многос лойн. двуст.	3-1 3-1 3-1	4-5 4-5 4-5	2 2-3 2-7	750-800 900-1000 950-1050	33-35 33-35 33-35	5.6-6.1 5.6-6.1 5.6-6.1

При сварке рассматриваемых сталей обеспечиваются высо-кие механические свойства сварного соединения и поэто-му в большинстве случаев не требуются специальные меры, направленные на предотвра-щение образования в нем закалочных структур.

Подготовка металла перед сваркой

Подготовку кромок и сборку соединения под сварку производят в зависимости от толщины металла, типа соединения и способа сварки согласно соответствующим ГОСТам или техническим условиям. Свариваемые детали для фиксации положения кромок относительно друг друга и выдерживания необходимых зазоров перед сваркой собирают в универсальных или специальных сборочных приспособлениях или с помощью прихваток. Длина прихватки зависит от толщины металла и изменяется в пределах 20—120 мм при расстоянии между ними 500—800 мм. Сечение прихваток равно примерно 1/3 сечения шва, но не более 25—30 мм2.

Предварительная сборка

Прихватки выполняют покрытыми электродами или на полуавтоматах в углекислом газе. При сварке прихватки следует переплавлять полностью, так как в них могут образовываться трещины из-за высокой скорости теплоотвода. Перед сваркой прихватки тщательно зачищают и осматривают. При наличии в прихватке трещины ее вырубают или удаляют другим способом.

Сварочные работы

Сварка стыковых швов вручную или полуавтоматами в защитных газах и порошковыми проволоками выполняется на весу. При автоматической сварке требуются приемы, обеспечивающие предупреждение прожогов и качественный провар корня шва. Это достигается применением остающихся или съемных подкладок, ручной или полуавтоматической в среде защитных газов подварки корня шва, флюсовой подушки и других приемов.

Мероприятия по качеству

Для предупреждения образования в швах пор, трещин, непроваров и других дефектов свариваемые кромки перед сваркой тщательно зачищают от шлака, оставшегося после термической резки, ржавчины, масла и других загрязнений. Дуговую сварку ответственных конструкций лучше производить с двух сторон.

Технология сварки

Выбор способа заполнения разделки при многослойной сварке зависит от толщины металла и термической обработки стали перед сваркой. При появлении в швах дефектов (пор, трещин, непроваров, подрезов и т. д.) металл в месте дефекта удаляют механическим путем или воздушно-дуговой или плазменной резкой и после зачистки подваривают

Свойства металла шва

При сварке низкоуглеродистых сталей от выбора техники и режима сварки (при изменении формы провара и доли участия основного металла в формировании шва) зависят состав и свойства металла шва.

Заключение

Оптимальная технология сварки конкретной марки низкоуглеродистой стали апробируется и уточняется путём проведения опытно-экспериментальных работ с последующим исследованием химического состава наплавленного металла шва и испытанием его механических свойств на предмет соответствия их свойствам основного металла с целью обеспечения равнопрочности сварного шва.

Благодарю за внимание