

Выбор режимов при ручной дуговой сварке



Понятие и параметры режима ручной дуговой сварки

- Под режимом сварки понимают совокупность контролируемых условий, создающих устойчивое горение дуги и обеспечивающих получение швов заданных размеров, формы и свойств.
- Параметры режима сварки подразделяют на

Основные:

- ✓ Сила тока
- ✓ Род и полярность тока
- ✓ Диаметр электрода
- ✓ Напряжение
- ✓ Скорость сварки
- ✓ Величина поперечного колебания конца электрода.

Дополнительные:

- ✓ Вылет электрода
- ✓ Состав и толщина покрытия электрода
- ✓ Положение шва в пространстве
- ✓ Положение изделия в процессе сварки
- ✓ Число проходов
- ✓ Температура окружающей среды₂

- Определение режима сварки обычно **начинают с выбора диаметра электрода**, который назначают в зависимости от
- толщины листов при сварке швов стыковых соединений,
- катета шва при сварке швов угловых и тавровых соединений
- положения шва в пространстве.

Выбор диаметра электрода в зависимости от толщины металла

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

Значения диаметра электрода в зависимости от катета шва

k , мм	3	4-6	7-9
$d_{э}$, мм	3	4	5

Вертикальные, горизонтальные и потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4мм.

Корневой слой при сварке многослойных швов выполняют электродами диаметром 3 – 4 мм, а последующие – электродами большего диаметра

- При сварке многопроходных швов стыковых соединений первый проход должен выполняться электродами диаметром не более 4 мм, чаще всего диаметром 3 мм, так как применение электродов большего диаметра не позволяет в необходимой степени проникнуть в глубину разделки для провара корня шва.
- При сварке угловых и тавровых соединений, как правило, за один проход выполняют швы катетом не более 8–9 мм. При необходимости выполнения шва с большим катетом применяется сварка за два прохода и более.

- При определении числа проходов следует иметь в виду, что максимальное поперечное сечение металла, наплавленного за один проход, не должно превышать 30–40мм² .
- Для определения числа проходов при сварке угловых и тавровых соединений общая площадь поперечного сечения наплавленного металла может быть вычислена по формуле:

$$F_n = k_y k^2 / 2$$

- где F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла,
- k – катет шва, мм.
- k_y – коэффициент увеличения, учитывающий наличие зазоров и выпуклость («усиление») шва:

Катет шва, мм	3–4	5–6	7–10	12–20	20–30	30
k_y	1,5	1,35	1,25	1,15	1,10	1,05

- При сварке швов стыковых соединений площадь поперечного сечения (мм²) металла, наплавляемого за один проход, при которой обеспечиваются оптимальные условия формирования, должна составлять: для первого прохода (при проварке корня шва)

$$F_1 = (6 \div 8) d_{\text{э}}$$

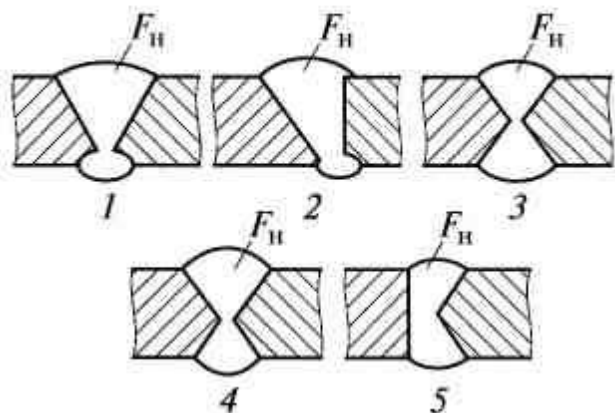
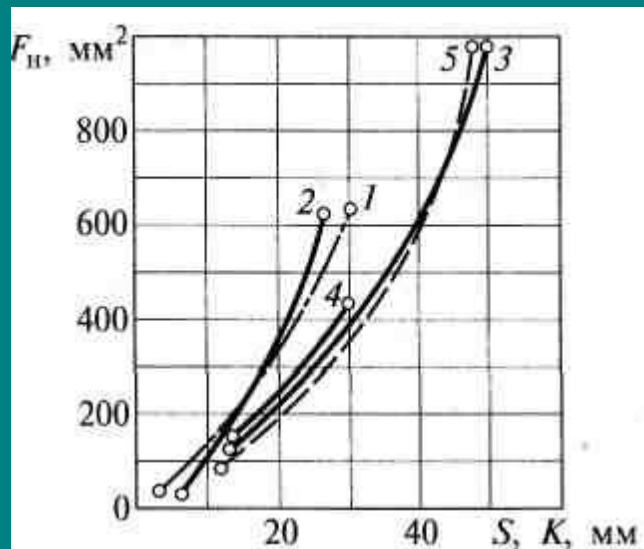
- для последующих проходов

$$F_n = (8 \div 12) d_{\text{э}}$$

- Зная общую площадь поперечного сечения наплавленного металла и площади поперечного сечения наплавленного металла при первом и каждом последующем проходах, найдем число проходов:

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_n} + 1$$

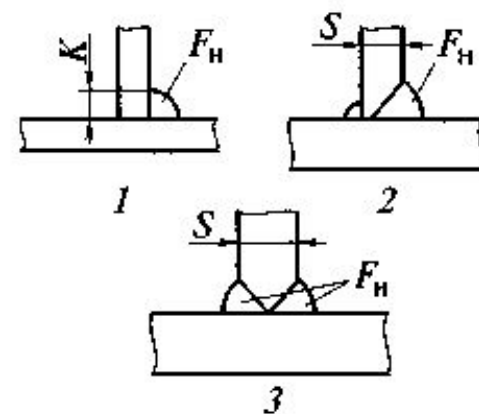
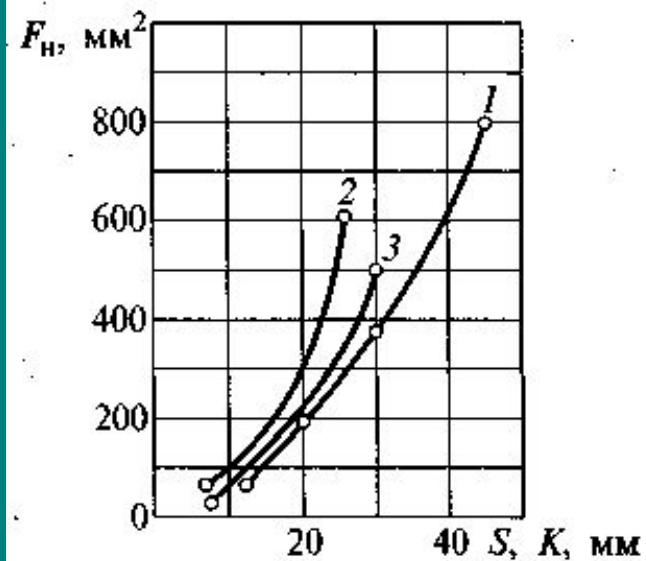
- Площадь поперечного сечения наплавленного металла в шве можно определять по графикам в зависимости от типа соединения и вида разделки.
- Зная площадь F_n , можно по специальным номограммам определить необходимое число проходов.



Графики
для
определения
площади
наплавленного
металла
 F_{Π}
соответственно

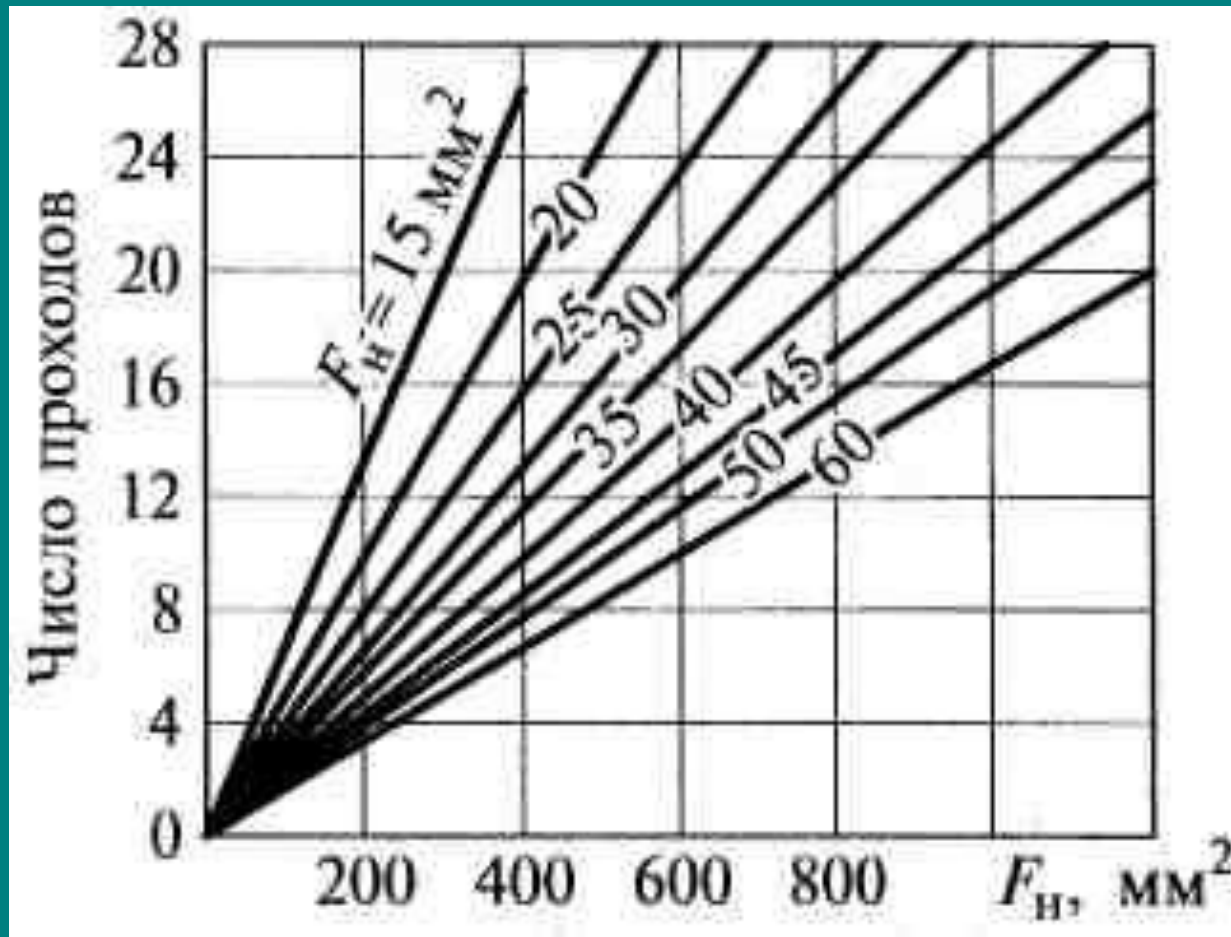
в

← СТЫКОВЫХ
УГЛОВЫХ →
ШВАХ



номера кривых на графиках соответствуют
номерам видов сварных соединений

- S — толщина металла; K — катет шва



- Номограмма для определения числа проходов при ручной дуговой сварке:
- F_n — площадь наплавленного металла

Сила сварочного тока

при ручной дуговой сварке **может быть определена в зависимости от диаметра электрода и допустимой плотности тока**, где

$d_{\text{э}}$ – диаметр электрода (стержня), мм;
 j – допустимая плотность тока А/мм²

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi d_{\text{э}}^2}{4} j$$

Значения допустимой плотности тока в электроде при ручной дуговой сварке

Виды покрытия	Допустимая плотность тока в электроде А/мм ² при $d_{\text{э}}$			
	3	4	5	6
Рутиловое (рудно-кислое)	14-20	11,5-16	10-13,5	9,5-12,5
Основное (фтористо-кальциевые)	13-18,5	10-14,5	9-12,5	8,5-12.0

При $\gg d_{\text{э}}$ и неизменном $I_{\text{св}}$ плотность тока \ll , что приводит:

- к блужданию дуги,
- увеличению ширины шва,
- уменьшению глубины провара.

- Наиболее удобно при определении силы сварочного тока пользоваться формулой

$$I_{св} = k_{п} k d_{э}$$

- Значение k в ней выбирают в зависимости от диаметра электрода:

$d_{э}, мм$	2	3	4	5	6
$k, А/мм^2$	25–30	30–45	35–50	40–55	45–60

$k_{п}$ – коэффициент, учитывающий пространственное положение сварки:

0,8 – при сварке потолочных швов,

0,9 – при сварке вертикальных и горизонтальных швов,

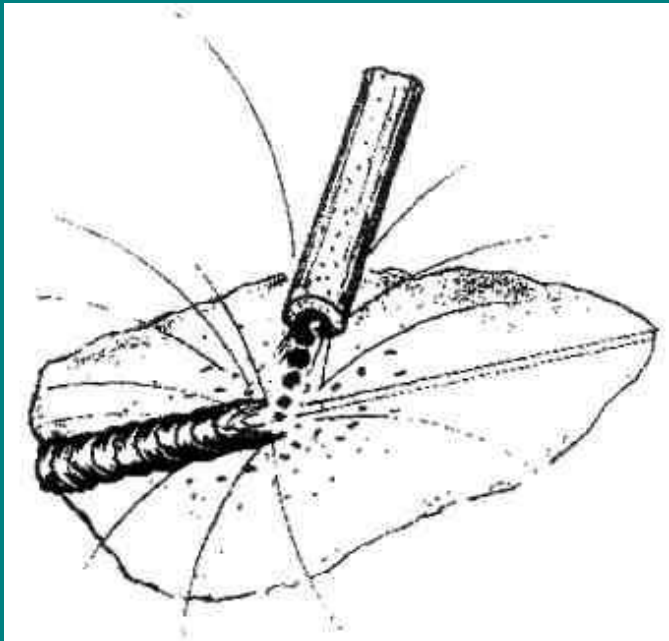
1,0 - при сварке швов в нижнем положении

Пример

- Толщина металла 8мм,
- Сварка в нижнем положении.
- Диаметр Э = 4мм
- $I_{св} = 4\text{мм} \cdot (35 \dots 50) = 140 \dots 200 \text{ А}$
- Сварка горизонтальных шов на вертикальной плоскости:
- $I_{св} = 0,9 \cdot 4\text{мм} \cdot (35 \dots 50) = 126 \dots 180 \text{ А}$

Сила сварочного тока

- при сварке на большом токе наблюдается сильное разбрызгивание и покраснение электродного стержня; ✓



- Отрегулируйте сварочный ток до получения устойчивого процесса сварки:
 - ✓ при правильно подобранном сварочном токе дуга легко возбуждается, спокойно горит
 - ✓ без обрывов и коротких замыканий;
 - ✓ процесс горения происходит нешумно с образованием небольшого количества мелких брызг.

Выбор силы сварочного тока:

$d_{э} = 3 \dots 6 \text{ мм}$		$d_{э} < 3$	
$I = (20 + 6d) \cdot d_{э} \cdot k$		$I = 30 \cdot d_{э} \cdot k$	
Коэффициент	Шов нижний	Шов на вертикал. плос.	Шов потолоч.
k	1	0,9	0,8

Длина дуги

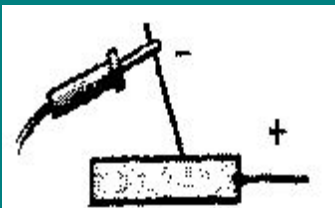

От длины дуги
зависит ее
напряжение.

Длинную дугу
применять
не рекомендуется



$$L_d = (0.5 \dots 1,1) \cdot d_{\text{э}}$$

Выбор рода и полярности тока

Полярность	Постоянный ток	Переменный ток
<p>Прямая</p>  <p>На детали $\approx 4000^{\circ}\text{C}$</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Сварка с глубоким проплавлением основного металла;▪ Сварка низкоуглеродистых, среднеуглеродистых и низколегированных сталей толщиной ≥ 5 мм электродами с фтористо-кальциевым покрытием: УОНИ 13/45; УОНИ 13/55 и др;▪ Сварка чугуна	<ul style="list-style-type: none">▪ Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей (типа 09ГС) в строительномонтажных условиях с рутиловым покрытием;▪ Сварка при возникновении магнитного дутья;▪ Сварка тонколистовых конструкций из низкоуглеродистых сталей
<p>Обратная</p>  <p>На детали $\approx 3000^{\circ}\text{C}$</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Сварка с повышенной скоростью плавления электродов;▪ Сварка тонкостенных листовых конструкций;▪ Сварка низколегированных низкоуглеродистых сталей (типа 16Г2АФ), средне- и высоколегированных сталей и сплавов.	

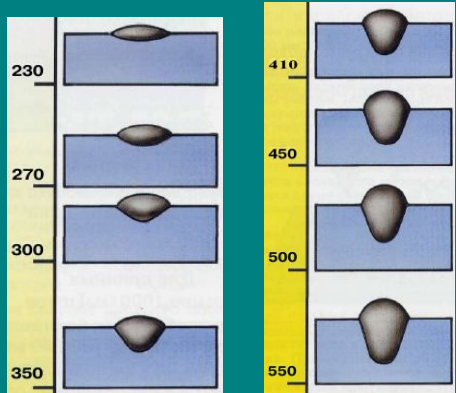
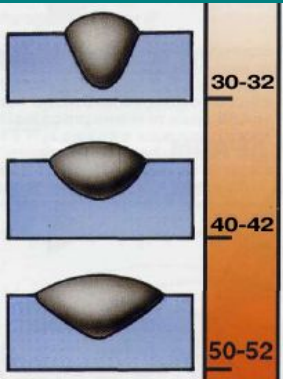
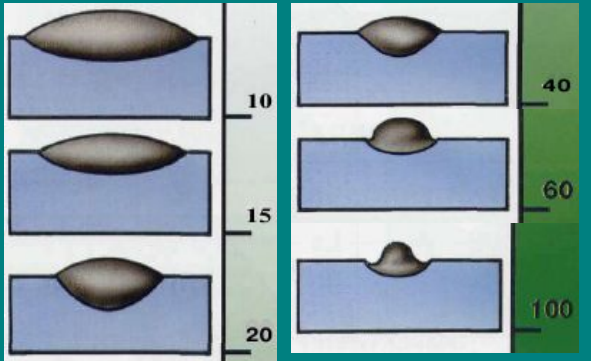
Выбор рода и полярности тока

- **Сварка постоянным током на обратной полярности применяется в следующих случаях:**
 1. Если электрод имеет тугоплавкое покрытие.
 2. Когда требуется уменьшить концентрацию тепла на основном металле.
При сварке:
 - а) Тонколистового металла.
 - б) Цветных металлов.
 - в) Легированных специальных сталей, чувствительных к перегреву.



- **Максимальная глубина проплавления достигается при сварке постоянным током на обратной полярности.**
 - При сварке на прямой полярности глубина проплавления основного металла на 40-50% меньше.
 - При сварке переменным током глубина провара на 15-20% меньше, чем при сварке постоянным током на обратной полярности.

Влияние сварочного тока, напряжения дуги и скорости сварки на форму и размер шва

Сварочный ток	Напряжение дуги	Скорость сварки
		
<p>С увеличением сварочного тока: <i>Глубина провара ></i> <i>Ширина шва $\approx const$</i></p>	<p>С >> напряжения: <i>Ширина шва резко >></i> <i>Глубина провара <<</i> <i>Усиление шва <<.</i> <i>При равном напряжении ширина шва при сварке на постоянном токе ОП >, чем на переменном токе</i></p>	<p>С увеличением скорости: <i>Глубина провара (до 40-50 м/час) - >>, затем <<.</i> <i>Ширина шва << постоянно.</i></p>

Напряжение дуги при ручной дуговой сварке изменяется в сравнительно узких пределах и выбирается на основании рекомендаций паспорта на данную марку электродов.

Для наиболее широко применяемых электродов $U_d = 25 \div 28 \text{ В.}$

Скорость сварки :

Сварочная ванна должна быть заполнен электродным металлом с небольшим возвышением над кромками

с плавным переходом к основному металлу без подрезов и наплывов.

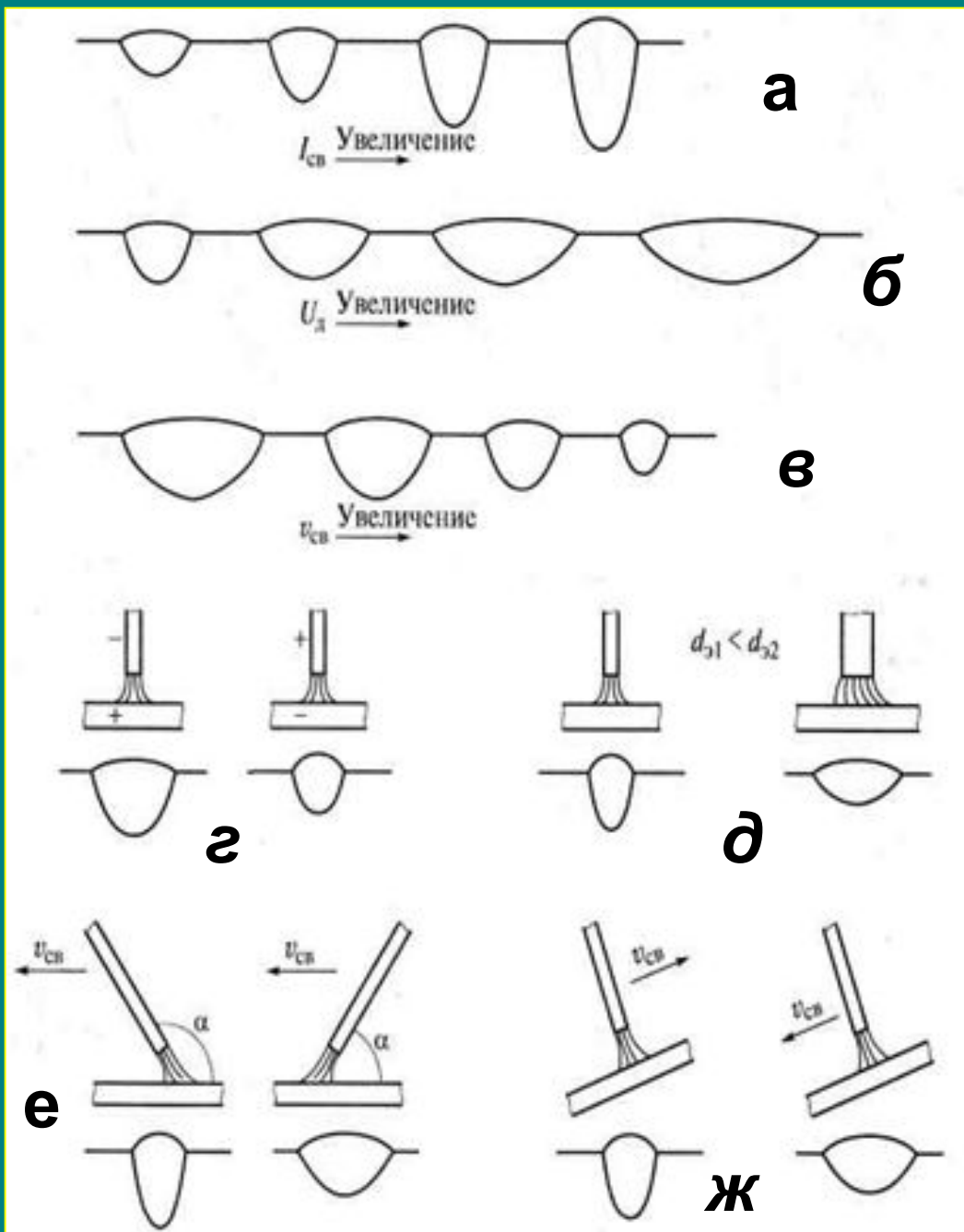
Для электродов с рутиловым и основным покрытием 6-12 м/ч

Для электродов с целлюлозным покрытием 14-22 м/ч

Влияние

- сварочного тока (а),
- напряжения дуги (б),
- скорости сварки (в),
- полярности тока (г),
- диаметра электрода (д),
- угла наклона электрода (е)
- угла наклона изделия (ж)

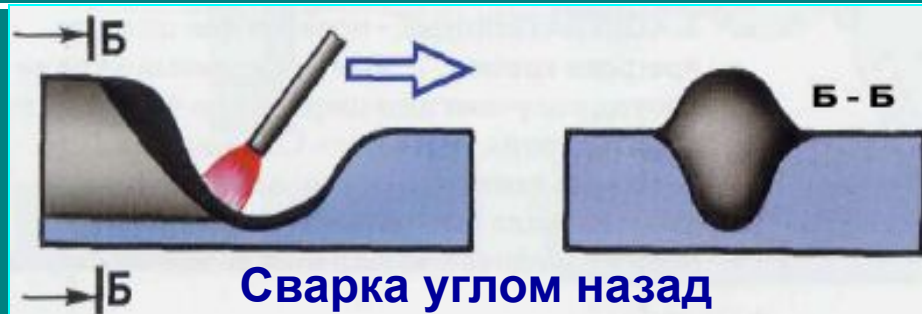
на размеры и форму сварного шва



Влияние угла наклона электрода и изделия



Сварка углом вперед



Сварка углом назад

*Глубина провара, выпуклость шва <<
Ширина шва >>*

Кромки хорошо проплавляются → возможна сварка на повышенной скорости.

Сварка металла небольшой толщины

*Глубина провара, выпуклость шва >>
Ширина шва <<*

Прогрев кромок недостаточен, возможны не сплавления и образование пор



Сварка на спуск



Сварка на подъем

*Глубина провара <<
Ширина шва >>*

*Глубина провара >>
Ширина шва <<*

Ориентировочные режимы сварки конструкционных низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Соединение					
	Стыковое		Тавровое		Нахлесточное	
	Ісв, А	дэл, мм	Ісв, А	дэл, мм	Ісв, А	дэл, мм
1	25-35	2	30-50	2	30-50	2,5
1.5	35-50	2	40-70	2-2,5	35-75	2,5
2	45-70	2,5	50-80	2,5-3	55-85	2,5-3
4	120-160	3-4	120-160	3-4	120-180	3-4
5	130-180	3-4	130-180	4	130-180	4
10	140-220	4-5	150-220	4-5	150-220	4-5
15	160-250	4-5	160-250	4-5	160-250	4-5
20	160-340	4-6	160-340	4-6	160-340	4-6

Тип (марка) электрода	Марка свариваемого металла (с учетом химического состава и прочности)
Диаметр электрода	Толщина металла (катет шва), номер слоя, пространственное положение сварки
Величина сварочного тока	Диаметр электрода, теплофизические свойства металла, пространственное положение сварки

А)

Толщина, мм	3	4-8	-	9-12	13-15	16-20	>20
Катет, мм	3	4-5	6-9	-	-	-	-
Диаметр электрода, мм	3	4	5	4-5	5	5-6	6

При сварке в вертикальном, горизонтальном и потолочном положениях максимальный диаметр электрода равен 4 мм.

Б) Величина сварочного тока ($I_{св}$) определяется по одной из следующих формул:

$$I_{св} = k \cdot d_{эл}; \quad I_{св} = (20 + 6 \cdot d_{эл}) \cdot d_{эл}; \quad I_{св} = \pi \cdot d_{эл}^2 / 4 \cdot i$$

$d_{эл}$, мм	2	3	4	5	6
K	25-30	30-45	35-50	40-55	45-60

Вид покрытия	Допускаемая плотность тока (i) в электроде (А/мм ²) при $d_{эл}$, мм			
	3	4	5	6
Рутитовое	14-20	11-16	10-13,5	9,5-12,5

$$I_{\alpha} = \kappa \cdot d_{\pi};$$

$$\underline{I_{\alpha} = (20 + 6 \cdot d_{\pi}) \cdot d_{\pi};}$$

$$\underline{I_{\alpha} = \pi \cdot d^2_{\pi} / 4 \cdot i}$$