

# 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 среды<sub>2</sub>

- 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	$\geq 16$
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 30–40мм<sup>2</sup> .
- 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 (мм<sup>2</sup>) 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

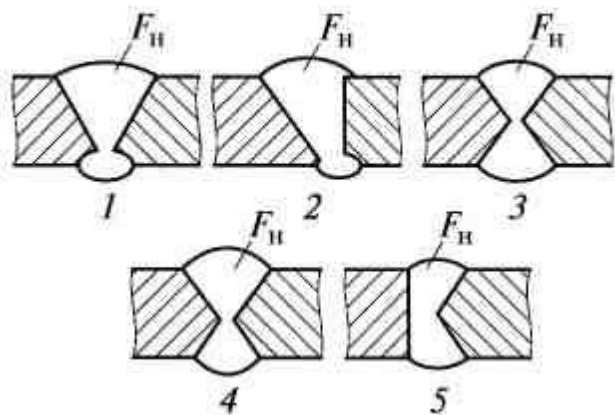
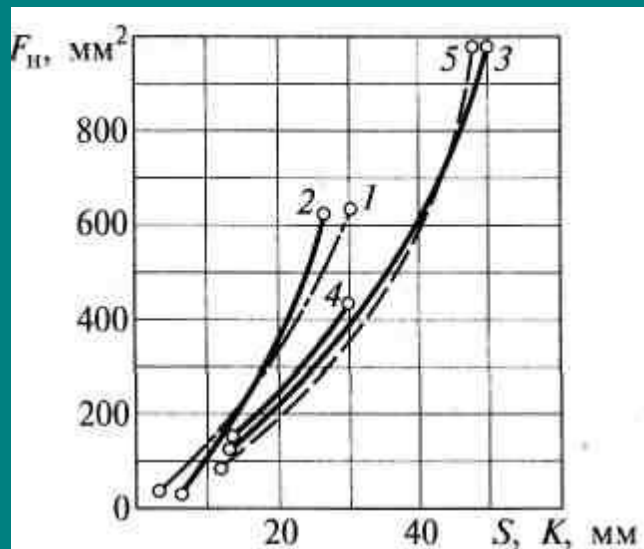
$$F_n = (8 \div 12) d_{\text{э}}$$

- 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  $P_n$ , можно по специальным номограммам определить необходимое число проходов.

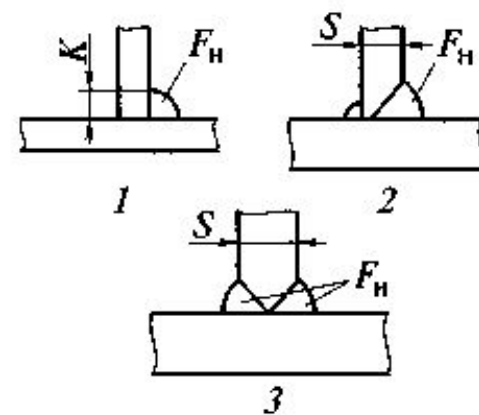
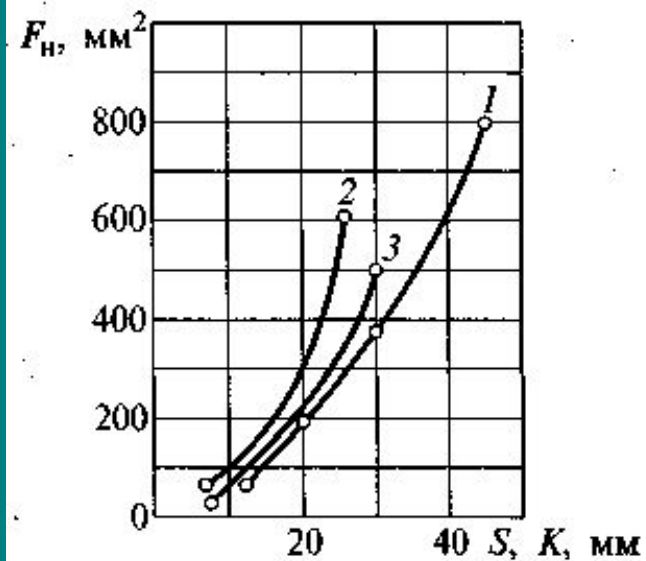




**Графики  
для  
определения  
площади  
наплавленного  
металла  
 $F_{\text{П}}$   
соответственно**

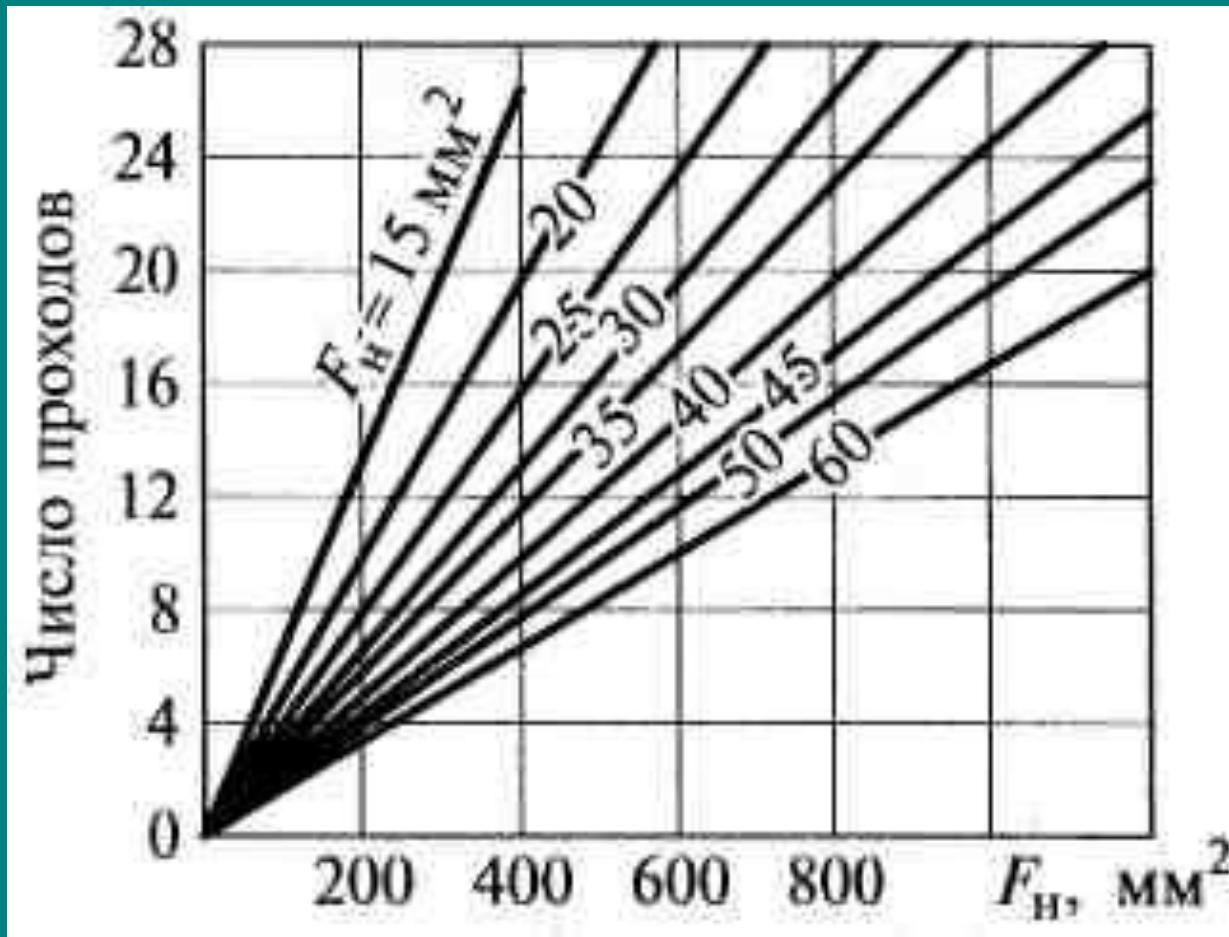
**В**

**← 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/мм<sup>2</sup>

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

## Значения допустимой плотности тока в электроде при ручной дуговой сварке

Виды покрытия	Допустимая плотность тока в электроде А/мм <sup>2</sup> 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:

$d_{э}, \text{мм}$	2	3	4	5	6
$k, \text{А/мм}^2$	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,

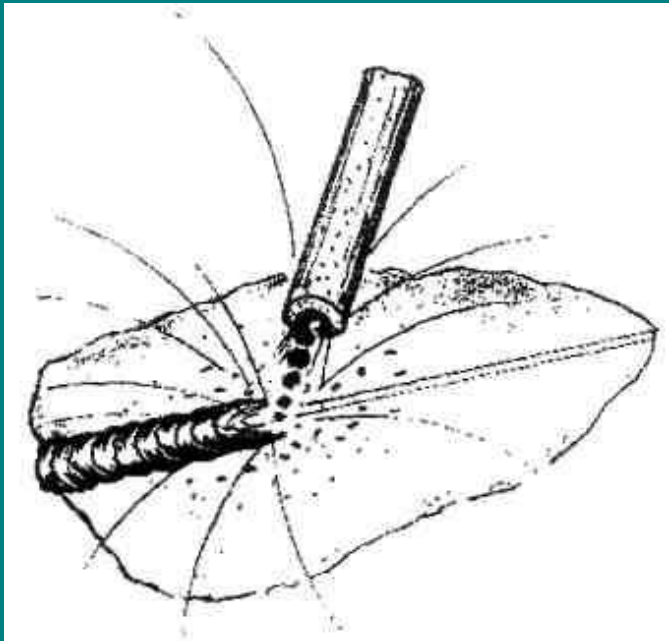
1,0 - при сварке швов в нижнем положении

# 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.

# ИЛИ

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.
<b>k</b>	<b>1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>



## Длина дуги

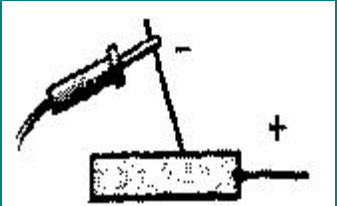
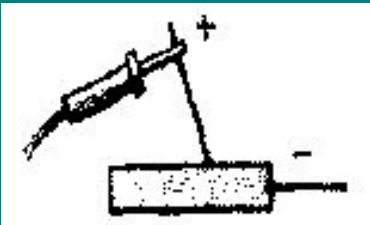
От длины дуги зависит ее напряжение.

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 data-bbox="189 325 374 368">Прямая</p>  <p data-bbox="160 661 407 753">На детали ≈4000 °С</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сварка с глубоким проплавлением основного металла;</li> <li>▪ Сварка низкоуглеродистых, среднеуглеродистых и низколегированных сталей толщиной ≥ 5 мм электродами с фтористо-кальциевым покрытием: УОНИ 13/45; УОНИ 13/55 и др;</li> <li>▪ Сварка чугуна</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей (типа 09ГС) в строительномонтажных условиях с рутиловым покрытием;</li> </ul>
<p data-bbox="170 828 401 871">Обратная</p>  <p data-bbox="160 1158 407 1250">На детали ≈3000 °С</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сварка с повышенной скоростью плавления электродов;</li> <li>▪ Сварка тонкостенных листовых конструкций;</li> <li>▪ Сварка низколегированных низкоуглеродистых сталей (типа 16Г2АФ), средне- и высоколегированных сталей и сплавов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сварка при возникновении магнитного дутья;</li> <li>▪ Сварка тонколистовых конструкций из низкоуглеродистых сталей</li> </ul>

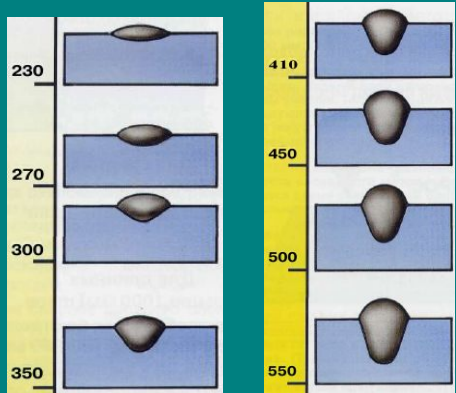
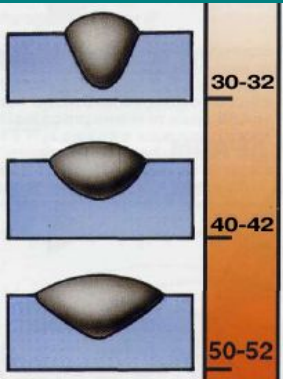
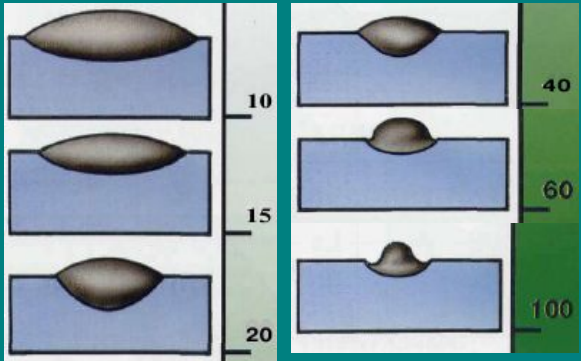
# Выбор рода и полярности тока

- **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 &gt;</i>  <i>Ширина шва <math>\approx const</math></i></p>	<p>С &gt;&gt; напряжения:  <i>Ширина шва резко &gt;&gt;</i>  <i>Глубина провара &lt;&lt;</i>  <i>Усиление шва &lt;&lt;.</i>  <i>При равном напряжении ширина шва при сварке на постоянном токе ОП &gt;, чем на переменном токе</i></p>	<p>С увеличением скорости:  <i>Глубина провара (до 40-50 м/час) - &gt;&gt;, затем &lt;&lt;.</i>  <i>Ширина шва &lt;&lt; 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.

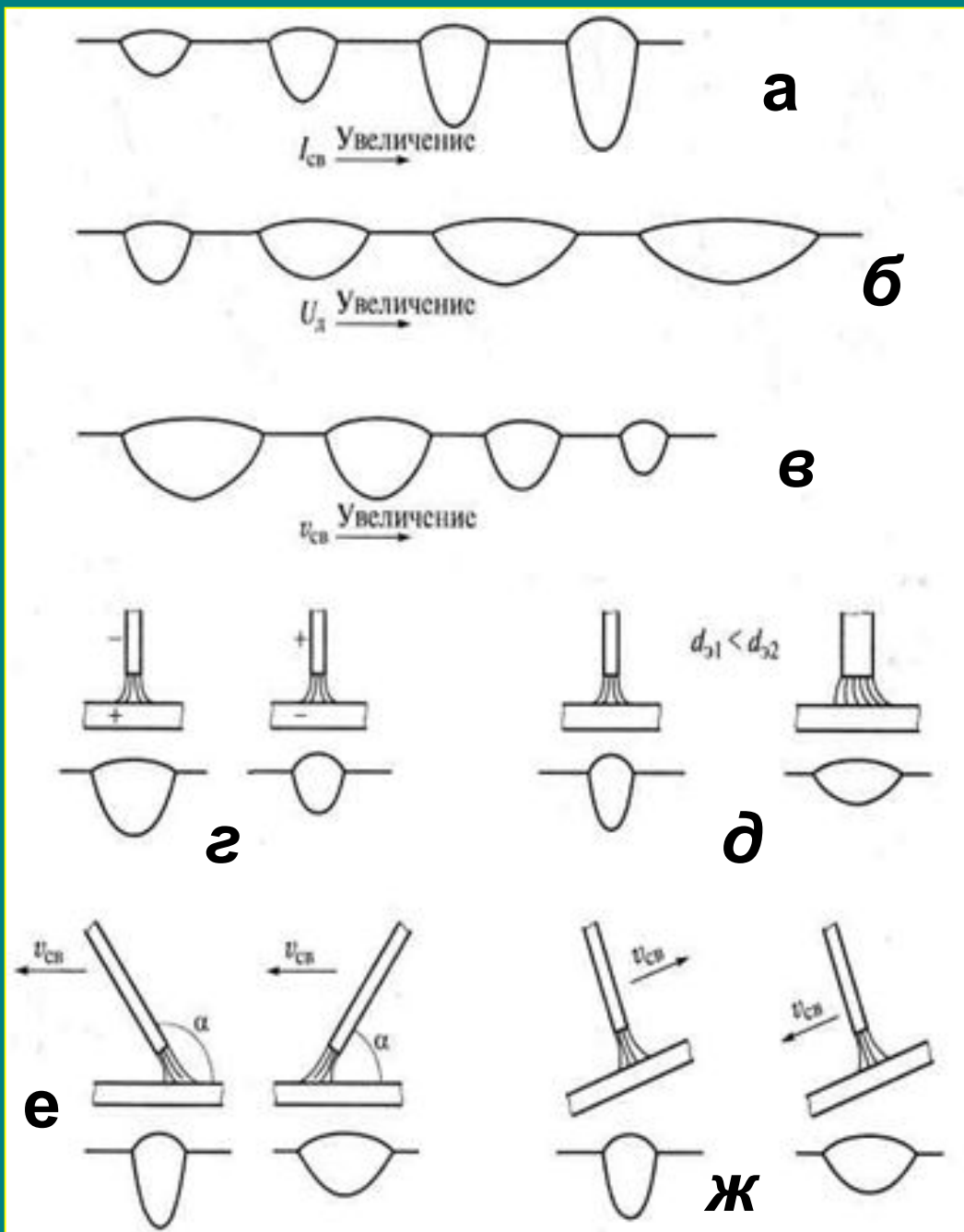
*Для электродов с рутиловым и основным покрытием 6-12 м/ч*

*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)

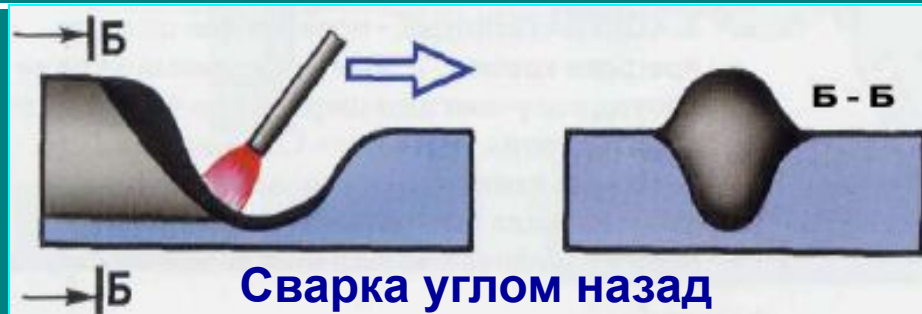
на размеры и форму сварного шва



# 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**

*Глубина провара <<  
Ширина шва >>*



**Сварка на подъем**

*Глубина провара >>  
Ширина шва <<*

# Ориентировочные режимы сварки конструкционных низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Соединение					
	Стыковое		Тавровое		Нахлесточное	
	Iсв, А	dэл, мм	Iсв, А	dэл, мм	Iсв, А	dэл, 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

# ИТОГ:

## Выбор параметров режима РДС

Факторы, определяющие параметры режима

Марка свариваемого металла (с учетом химического состава и прочности)

Толщина металла (катет шва), номер слоя, пространственное положение сварки

Диаметр электрода, теплофизические свойства металла, пространственное положение сварки

3	4-8	-	9-12	13-15	16-20	>20
3	4-5	6-9	-	-	-	-
3	4	5	4-5	5	5-6	6

в горизонтальном и потолочном положениях максимальный диаметр электрода ра-

считывается по одной из следующих формул:

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

	3	4	5	6
	30-45	35-50	40-55	45-60



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

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

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