

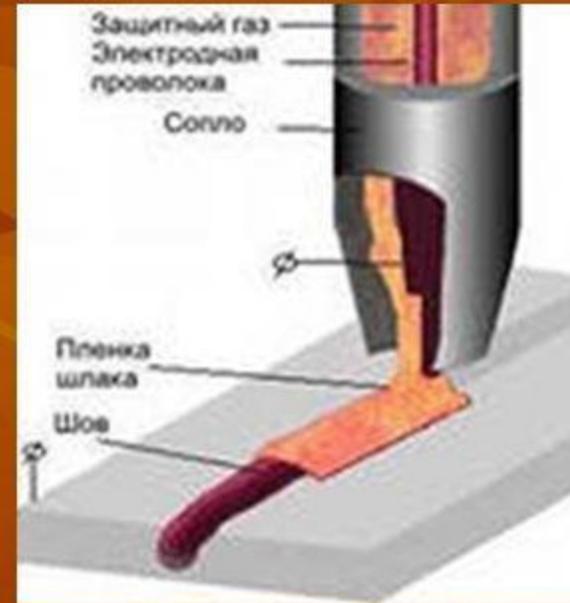
# РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА



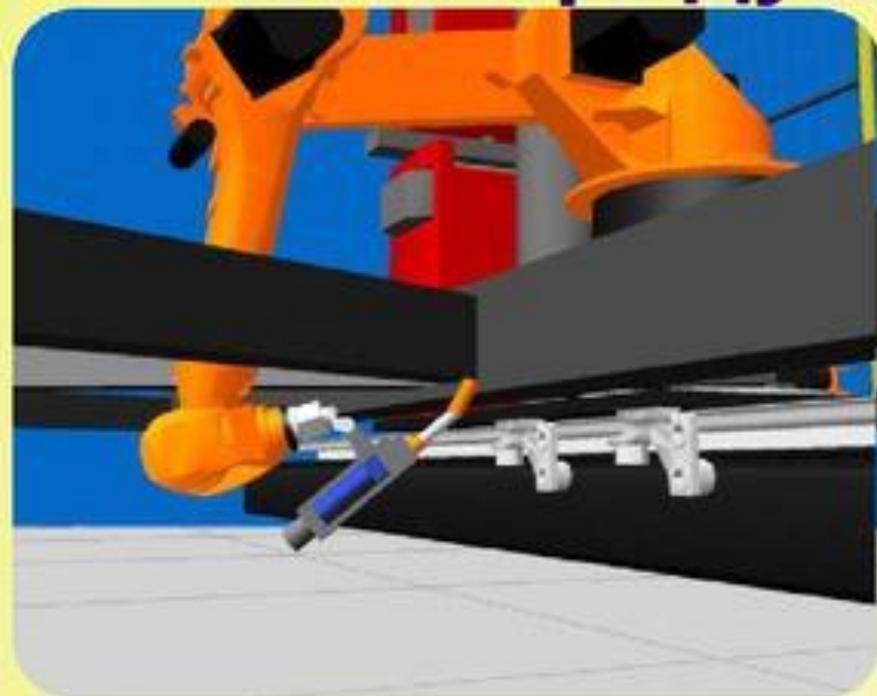
# Электродуговая сварка

**Электродуговая сварка** — один из способов сварки, использующий для нагрева и расплавления металла электрическую дугу.

Температура электрической дуги (до  $5000^{\circ}\text{C}$ ) превосходит температуры плавления всех существующих металлов.



# Электродуговая сварка



Источником теплоты является электрическая дуга, возникающая между торцом электрода и свариваемым изделием при протекании сварочного тока в результате замыкания внешней цепи электросварочного аппарата.



# ОБОЗНАЧЕНИЕ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

- **ММА** — ручная дуговая сварка покрытым металлическим электродом.
- SMAW** — дуговая сварка в защитной атмосфере.
- РДС** — обозначение ручной дуговой сварки в советской литературе и стандартах.
- 111** — условное цифровое обозначение способа сварки согласно ISO 4063-78.
- E** — международный символ ручной дуговой сварки

# ПРЕИМУЩЕСТВА РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

- благодаря высокой температуре дуги (до 60000 по Цельсию) и концентрированному нагреву она обеспечивает:
- большую скорость,
- малую зону температурного влияния,
- малое коробление и возможность управлять механическими свойствами наплавленного металла путем введения в покрытие различных легирующих элементов, которые содержат электроды для сварки

# НЕДОСТАТКИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

- Отсутствие возможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода, вследствие чего при сварке тонкого материала возникают большие трудности в получении качественного шва.
- 2. Большой срок, затрачиваемый на подготовку квалифицированных сварщиков (1-2 года).
- 3. Зависимость качества сварки от индивидуальных особенностей сварщика.
- 4. Наличие шлака с обратной стороны шва при односторонней сварке замыкающих швов для некоторых конструкций, в которых внутренняя поверхность покрывается защитными неорганическими покрытиями.

# ДИАПАЗОН ПРИМЕНЕНИЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

- **По толщине свариваемого металла:**
  - однопроходная сварка -1...4 мм
  - двухсторонняя в два прохода - до 6 мм
  - многопроходная – по ГОСТ 5264-80 - до 120 мм, по правилам и нормам принятым в атомной энергетике ПН АЭ Г-7-009-89 - до 200 мм
- **По положениям:** - во всех пространственных положениях.

# ДИАПАЗОН ПРИМЕНЕНИЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

- **По свариваемым материалам:**
  - сварка конструкционных и теплоустойчивых сталей (электроды по ГОСТ 9467-75);
  - сварка высоколегированных сталей с особыми свойствами (электроды по ГОСТ 10052-75);
  - сварка чугуна;
  - сварка алюминия;
  - сварка меди.

# ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛА ПОД СВАРКУ

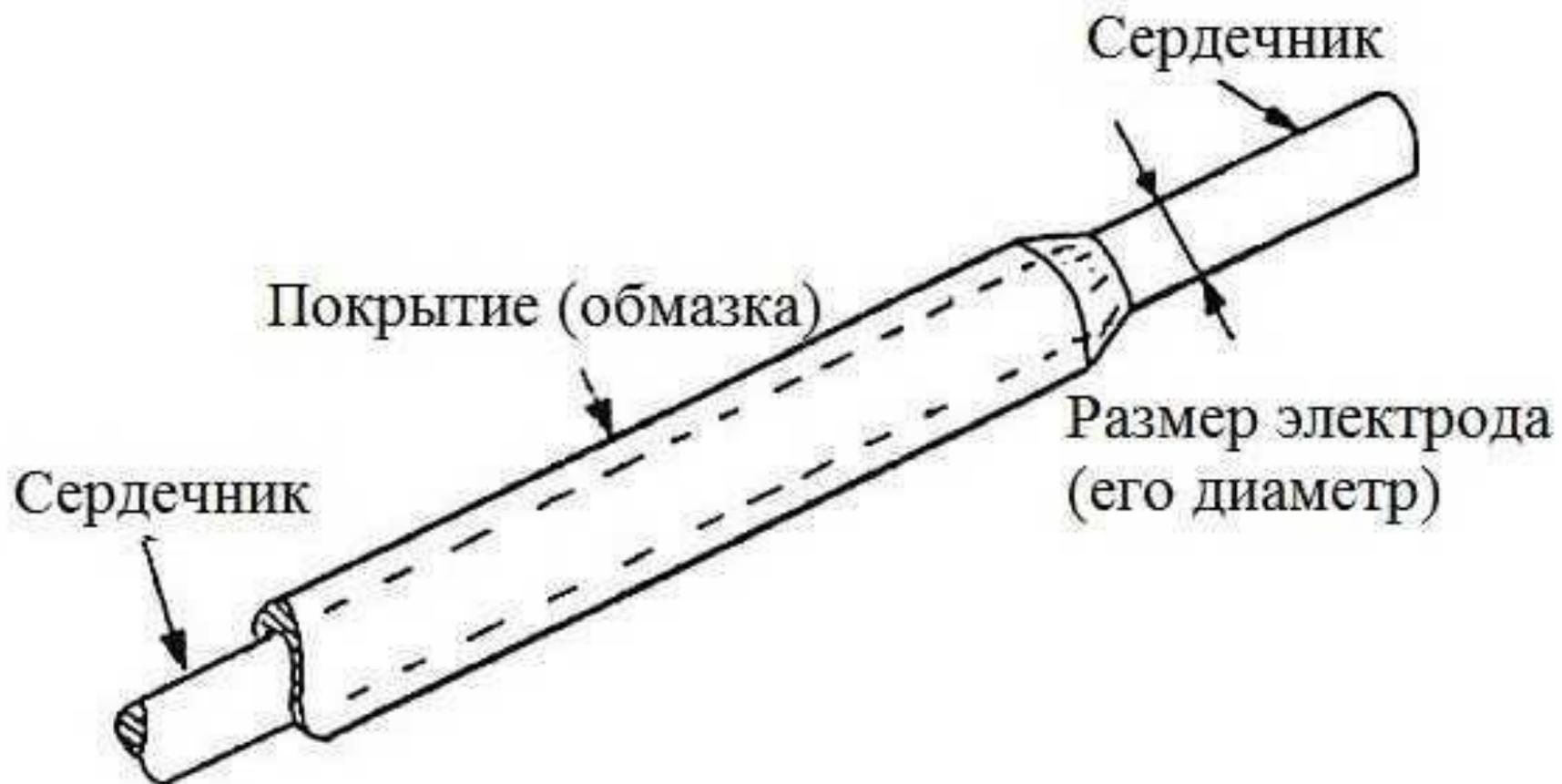
- правка;
- разметка;
- при необходимости гибка заготовок;
- разделка и чистка кромок свариваемых деталей;
- сборка конструкций перед началом соединения.

согласно ГОСТ 5264-80.

# МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ



# ПЛАВЯЩИЕСЯ ЭЛЕКТРОДЫ



# ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Плавящийся электрод представляет собой стержень из сварочной проволоки, на который нанесено электродное покрытие (обмазка).

Металл электрода и электродного покрытия участвуют в формировании сварного шва.

Назначение электродного покрытия:

- обеспечение устойчивого горения дуги;
- восстановление окисляющегося в процессе сварки металла;
- легирование сварного шва необходимыми элементами;
- защита зоны сварки от попадания кислорода, водорода и азота из окружающего воздуха;
- образование шлакового покрова на поверхности сварного шва, уменьшая скорость охлаждения и затвердевания металла шва.

Высокие эксплуатационные характеристики сварного соединения обеспечиваются при близком химическом составе сварного шва и материала свариваемой детали.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОДОВ



# КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАВЯЩИХСЯ ЭЛЕКТРОДОВ

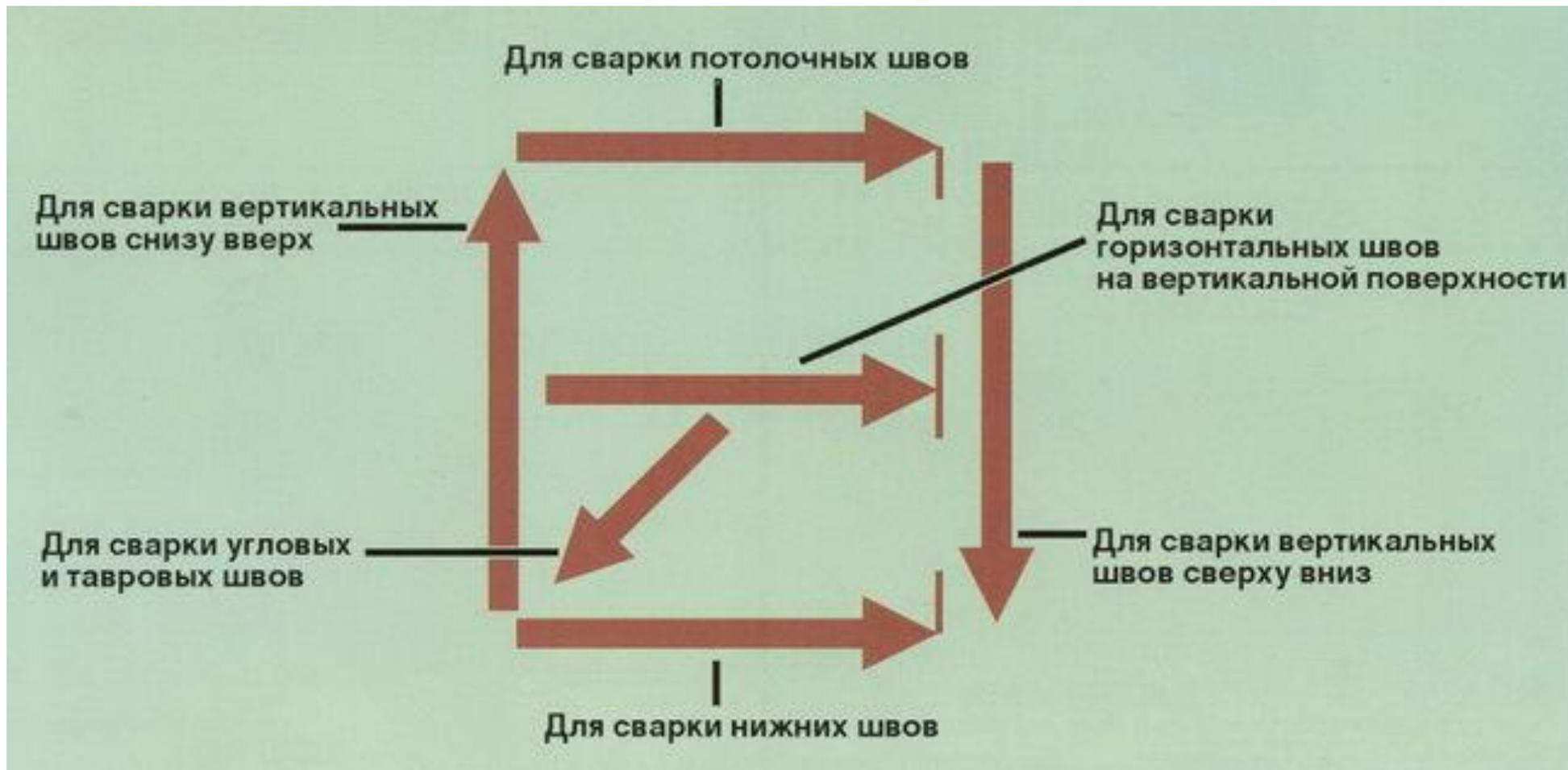
- **По назначению:** сплавы с малой долей примесей и углеродистые сплавы; материал с большим числом лигатур; сплавы усиленной прочности и с уникальными свойствами; наплавочные электроды с уникальными свойствами.

**Тип** – значение конечного шва, характеризующееся прочностью на разрыв, временное или точечное механическое воздействие.

**Толщина внешнего слоя** – исходя из соотношений толщины, к размеру центрального прутка классифицируют внешний слой на – тонкие, средней толщины, толстые и самые толстые.

- **Род тока** – электроды постоянного тока, переменного с прямым или обратным подключением.
- **Состав покрытия** – есть разделение на сварочный электрод с кислотным, основным, целлюлозным, рутиловым, слоем с увеличенной концентрацией железа, напыление состоящее из различных слоев.

- По допустимым положениям стержни разделяют на изделия допустимые к работе в: · любых положениях; · всех за исключением вертикального, направленного вниз; · нижнее и вертикальное направленное кверху; · нижнее.



# КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

- По качеству или по состоянию шва, после работы со стержнями электроды разделяют на три группы. Изделия лучшего качества относятся к первой группе.
- Толщина — параметр указывающий на диаметр стальной основы, может быть в пределах от 1.6 до 12 мм.

### Назначение электрода

Условное обозначение У означает, что электроды предназначены для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 МПа (см. п. 14).

### Толщина покрытия

Обозначение	Толщина покрытия	Значение отношения D/d
М	тонкая	$D/d \leq 1,20$
С	средняя	$1,20 < D/d \leq 1,45$
Д	толстая	$1,45 < D/d \leq 1,80$
Г	особо толстая	$D/d > 1,80$

D - диаметр покрытия; d - диаметр стержня.

Тип электрода

Марка электрода

Диаметр электрода

**Группа качества электродов.** Установлено 3 группы качества (1, 2 и 3). Чем выше группа, тем выше требования к качеству электродов.

**Э42А - УОНИ-13/45 - 5.0 - УД2**

**Е 41 2(4) - Б20**

**ГОСТ 9466-75. ГОСТ 9467-75**

Индексы, указывающие механические характеристики металла шва.

Индекс	Вид покрытия
А	Кислое
Б	Основное
Ц	Целлюлозное
Р	Рутиловое
АЦ	Смешанное
РБ	
и др.	
П	Прочие

Индекс	Положения швов при сварке
1	Все
2	Все, кроме вертикального сверху вниз
3	Нижнее, горизонтальное на вертикальной плоскости
4	Нижнее и нижнее в лодочку

Индекс	Полярность постоянного тока	Напряжение холостого хода трансформатора, В
0	Обратная (+)	-
1	Любая (+/-)	50
2	Прямая (-)	50
3	Обратная (+)	50
4	Любая (+/-)	70
5	Прямая (-)	70
6	Обратная (+)	70
7	Любая (+/-)	90
8	Прямая (-)	90
9	Обратная (+)	90

**Таблица 2 — Классификация электродов по типам и назначению**

Назначение электродов (обозначение в маркировке)	Типы электродов	Марки электродов
Для сварки углеродистых и низколегированных сталей (У)	Семь типов для сварки сталей с пределом прочности до 490МПа: Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А и два типа для сталей с пределом прочности свыше 490МПа до 588МПа: Э55, Э60	ОЗС-41, «Огонек», АНО-4, АНО-4И, АНО-6, АНО-6М, АНО-13, АНО-13М, АНО-21, АНО-21М, АНО-17, ВСЦ-4 и ВСЦ-4М, ОЗС-23, ОМА-2, УОНИ-13/45, УОНИ-13/45А, УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, УОНИ-13/45Р и другие
Для сварки легированных конструкционных сталей (Л)	Пять типов для сварки легированных сталей с пределом прочности при разрыве более 588МПа: Э70, Э85, Э100, Э125, Э150	АНО-ТМ70, АНП-1, АНП-2, УОНИ-13/85, УОНИ-13/85У, ЦЛ-18, ЦЛ-18Мо, У-340/105, ЦЛ-19 и другие
Для сварки легированных теплоустойчивых сталей (Т)	Девять типов: Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1МНБФ, Э-10Х3М1БФ, Э-10Х5МФ	ЦЛ-6, УОНИ-13/15М, ЦУ-2М, УОНИ-13ХМ, ТМЛ-1, 48-Н10, ЦЛ-55, ОЗС-11, ЦЛ-39, ЦЛ-36, ЦЛ-40 и другие
Для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами (В)	Сорок девять типов: Э12Х13, Э-06Х13Н, Э-0Х17Т, Э-12Х11НМФ, Э-12Х11НВМФ и другие	УОНИ-13НЖ/12Х13, ЛМЗ-1/12Х13, ВИ-12-6/10Х17Т, КТИ-9А/12Х11НМФ, ОЗЛ-8/04Х19Н9 и другие
Для наплавки слоев с особыми свойствами (Н)	Сорок четыре типа: Э-10Г2, Э-10Г3, Э-12Г4, Э-15Г5, Э-16Г2ХМ, Э-30Г2ХМ и другие	ОЗН-300М/11Г3С, ЦН-14, ОЗШ-6, ОЗШ-8 и другие
Для сварки чугуна или цветных металлов и сплавов	Количество типов не регламентируется	ЦЧ-4, ОЗА-1, ОЗА-2, «Комсомолец-100», В-56У и другие