

Сварочные материалы



- На сегодняшний день в мире существует **более пяти сотен марок и наименований С.Э.** Новые разработки в этой области не прекращаются и сегодня.
- Большое разнообразие электродов, а также принципов их классификации затрудняет разработку единой общепринятой системы классификации электродов. **Марки электродов стандартами не регламентируются.** Подразделение электродов на марки производится по техническим условиям и паспортам. Каждому типу электродов может соответствовать одна или несколько марок.
- Все сварочные электроды можно разделить на две группы, которые в свою очередь подразделяются на подгруппы:

Неметаллические сварочные электроды	Металлические сварочные электроды		
Неплавящиеся	Неплавящиеся	Плавящиеся	
		Покрытые	Непокрытые
<ul style="list-style-type: none"> • Графитовые • Угольные 	<ul style="list-style-type: none"> • Вольфрамовые • Торированные • Лантанированные • Итрированные 	<ul style="list-style-type: none"> • Стальные • Чугунные • Медные • Алюминиевые • Бронзовые и другие 	<p>Использовались на ранних стадиях развития сварочных технологий.</p> <p>Сейчас применяются в виде непрерывной проволоки для сварки в среде защитных газов.</p>

Общие сведения

Неплавящиеся электроды:

из вольфрама, угля и синтетического графита

$D = 4 \dots 18$ мм, длиной 250 ... 700 мм.

Плавящиеся электроды из сварочной проволоки:

- низкоуглеродистой (6 марок)
- легированной (30 марок)
- высоколегированной (39 марок)

**$D = 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,5; 1,6;$
 $2,0; 2,5; 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12$**

Неплавящиеся вольфрамовые электроды и присадочные проволоки

Марки электродов	Род тока	Химический состав
ЭВЧ	На ∞ токе	99.7 % W
ЭВЛ	На ∞ и = токе	1.1 – 1.4 % La ₂ O ₃
ЭВИ-1	На ∞ и = токе	1.5 – 2.3 % Y ₂ O ₃
ЭВИ-2	На ∞ и = токе	2.0 – 3.0 % Y ₂ O ₃
ЭВИ-3	На ∞ и = токе	2.5 – 3.5 % Y ₂ O ₃

По ГОСТ 23949-80 выпускаются электроды диаметром 0.5...10 мм.

Содержание W в электродах – 99.9% вместе с вышеуказанными добавками.

Обозначение электродов:

Электрод вольфрамовый ЭВИ-2-Ø3-150-ГОСТ 23949-80
длина в мм.

Марка	ЭВЧ	ЭВЛ	ЭВИ-1	ЭВИ-2	ЭВИ-3
Цвет горца	Не маркируется	Черный	Синий	Фиолетовый	Зеленый

Присадочные проволоки

№ ГОСТ	Назначение	Марки проволок
2246-70	Стальная сварочная	Св-08, Св-08А, Св-10Г2, Св-08Г2С, Св-08ГСМТ, Св-06Х19Н9Т
10543-75	Стальная наплавочная	Нп-25, Нп-45, Нп-50Г, Нп-30ХГСА, Нп-105Х, Нп-30Х13, Нп-Х20Н80Т
7871-75	Сварочная из Al и его сплавов	СвА97, СвАМц, СвАМг3, СвАМг5, СвАК5, Св1201
16130-72	Сварочная из Cu и сплавов на его основе	М1, МСр1, МНЖ 5-1, Бр.КМц 3-1, Бр.АМц 9-2, Бр.ОЦ4-3, Л63, ЛК62-0

Неплавящиеся вольфрамовые сварочные электроды

По ГОСТ 23949-80 выпускаются электроды \varnothing 0.5 – 10 мм;

- из чистого вольфрама марки ЭВЧ;
- из вольфрама с добавкой 1.1 – 1.4% окиси лантана La_2O_3 марки ЭВЛ;
- из вольфрама с добавкой окиси иттрия Y_2O_3 марок ЭВИ-1, ЭВИ-2, ЭВИ-3, содержащих окись иттрия в количестве 1.5 – 2.3%; 2 – 3% и 2.5 – 3.5% соответственно

Содержание вольфрама в электродах – 99.9% (вместе с вышеуказанными добавками).

Обозначение электрода:

Электрод вольфрамовый ЭВЛ- \varnothing 2-150-ГОСТ 23949-80 .

← длина, мм

Маркировка торца электродов

Марка электрода	ЭВЧ	ЭВЛ	ЭВИ-1	ЭВИ-2	ЭВИ-3
цвет торца	не маркируется	черный	синий	фиолетовый	зеленый

Электроды, выпускаемые по ТУ:

СВИ-1 по ТУ48-19.221-83; ВЛ по ТУ48-19-27-77

Сварочная проволока



низкоуглеродистая - СВ-08, СВ-08А, СВ-08АА, СВ-08ГА, СВ-10ГА и СВ-10Г2;

легированная - СВ-08ГС, СВ-12ГС, СВ-08Г2С, СВ-10ГН, СВ-08ГСМТ, СВ-15ГСТЮЦА (ЭП-439), СВ-20ГСТЮА, СВ-18ХГС, СВ-10НМА, СВ-08МХ, СВ-08ХМ, СВ-18ХМА, СВ-08ХНМ, СВ-08ХМФА, СВ-10ХМФТ, СВ-08ХГ2С, СВ-08ХГСМА, СВ-10ХГ2СМА, СВ-08ХГСМФА, СВ-04Х2МА, СВ-13Х2МФТ, СВ-08Х3Г2СМ, СВ-08ХМНФБА, СВ-08ХН2М, СВ-10ХН2ГМТ (ЭИ-984), СВ-08ХН2ГМТА (ЭП-111), СВ-08ХН2ГМЮ, СВ-08ХН2Г2СМЮ, СВ-06Н3, СВ-10Х5М;

высоколегированная - СВ-12Х11НМФ, СВ-10Х11НВМФ, СВ-12Х13, СВ-20Х13, СВ-06Х14, СВ-08Х14ГНТ, СВ-10Х17Т, СВ-13Х25Т, СВ-01Х19Н9, СВ-04Х19Н9, СВ-08Х16Н8М2 (ЭП-377), СВ-08Х18Н8Г2Б (ЭП-307), СВ-07Х18Н9ТЮ, СВ-06Х19Н9Т, СВ-04Х19Н9С2, СВ-08Х19Н9Ф2С2, СВ-05Х19Н9Ф3С2, СВ-07Х19Н10Б, СВ-08Х19Н10Г2Б (ЭИ-898), СВ-06Х19Н10М3Т, СВ-08Х19Н10М3Б (ЭИ-902), СВ-04Х19Н11М3, СВ-05Х20Н9ФБС (ЭИ-649), СВ-06Х20Н11М3ТБ (ЭП-89), СВ-10Х20Н15, СВ-07Х25Н12Г2Т (ЭП-75), СВ-06Х25Н12ТЮ (ЭП-87), СВ-07Х25Н13, СВ-08Х25Н13БТЮ (ЭП-389), СВ-13Х25Н18, СВ-08Х20Н9Г7Т, СВ-08Х21Н10Г6, СВ-30Х25Н16Г7, СВ-10Х16Н25АМ6, СВ-09Х16Н25М6АФ (ЭИ-981А), СВ-01Х23Н28М3Д3Т (ЭП-516), СВ-30Х15Н35В3Б3Т, СВ-08Н50 и СВ-06Х15Н60М15 (ЭП-367).

Условное обозначение сварочной проволоки по ГОСТ 2246 - 70

- Проволока сварочная диаметром 3 мм, марки Св-08А, предназначенная для сварки (наплавки), с неомедненной поверхностью:

Проволока 3 Св – 08 А ГОСТ 2246 -70

- Проволока сварочная диаметром 2 мм, марки Св-30Х25Н16Г7, предназначенная для сварки (наплавки), из стали, выплавленной электрошлаковым переплавом:

Проволока 2 Св – 30Х25Н16Г7 – Ш ГОСТ 2246 -70

- Проволока сварочная диаметром 1,6 мм, марки Св-08Г2С, предназначенная для сварки (наплавки), с омедненной поверхностью:

Проволока 1,6 Св – 08 Г2С - О ГОСТ 2246 -70

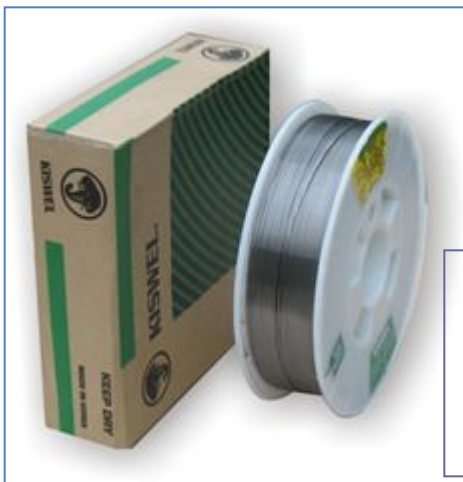


Сварочная проволока Св-08Г2С-О d=1,2 мм

Омедненная проволока применяется для автоматической и полуавтоматической сварки углеродистых и низколегированной стали в газовой смеси (Ar-80% + CO₂-20%) и в чистом CO₂.

Проволока сварочная нержавеющая ER-308LSi (СВ-04Х19Н9)

диаметры: 0,8мм / 1,0мм / 1,2мм / 1,6 мм
Фасовка по 1 кг, 5кг, 15кг.



Порошковая сварочная проволока K-71TLF d=1,2 мм

Порошковая сварочная проволока для сварки в среде защитных газов (аналог Св-08Г2С)

Условное обозначение сварочных проволок (ГОСТ 2246 – 70)

Сортамент	Диаметр	Назначение	Марка	Способ выплавки	Для электродов	Омедненная
Проволока	4	Св	– 08ХГСМФА	– ВИ	– Э	– О
ГОСТ 2246 – 70						

Ш - электрошлаковый переплав; ВД - вакуумнодуговой переплав;
ВИ - вакуумноиндукционный переплав

Проволока 4 Св – 08ГС ГОСТ 2246 - 70

Проволока 5 Св - 08ХМ - Э - О ГОСТ 2246 - 70

Условное обозначение сварочной проволоки по ГОСТ 2246 - 70

Э – для изготовления электродов

О – омедненная

Ш – полученная из стали, выплавленной электрошлаковым переплавом

ВД - полученная из стали, выплавленной вакуум-дуговым переплавом

ВИ - полученная из стали, выплавленной в вакуум - индукционной печи

Легирующие добавки

Элемент	Условное обозначение		Элемент	Условное обозначение	
	в таблице Менделеева	в марке стали		в таблице Менделеева	в марке стали
Марганец	Mn	Г	Титан	Ti	Т
Кремний	Si	С	Ниобий	Nb	Б
Хром	Cr	Х	Ванадий	V	Ф
Никель	Ni	Н	Кобальт	Co	К
Молибден	Mo	М	Медь	Cu	Д
Вольфрам	W	В	Бор	B	Р
Селен	Se	Е	Азот	N	А
Алюминий	Al	Ю	Цирконий	Zr	Ц

- Буква А в конце марки говорит о том, что сталь высококачественная и содержит минимальное количество серы и фосфора.

Легирующие добавки

Отсутствие цифр в марке сварочной проволоки – содержание менее 1% :

Т, Ц, Ф – не более 0,2%

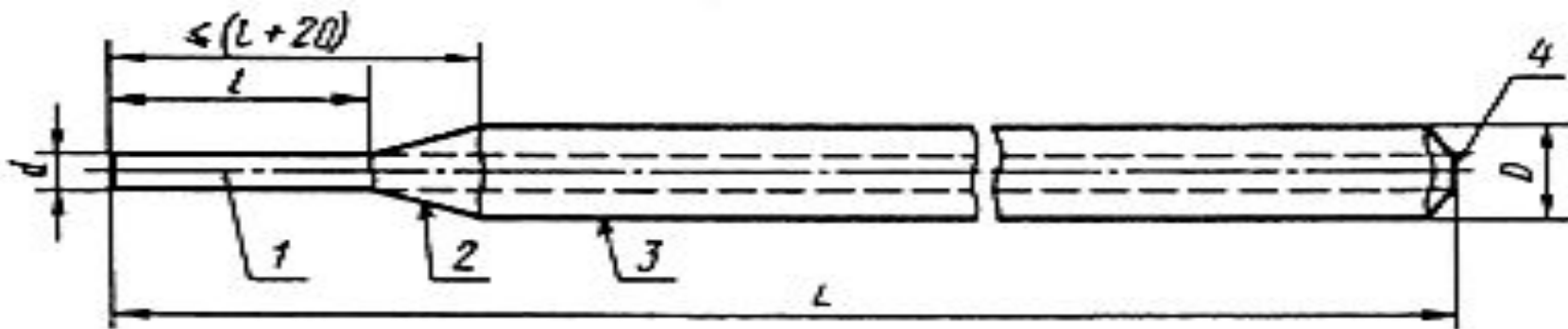
Д и М - не более 0,5%

А – до 0,015%

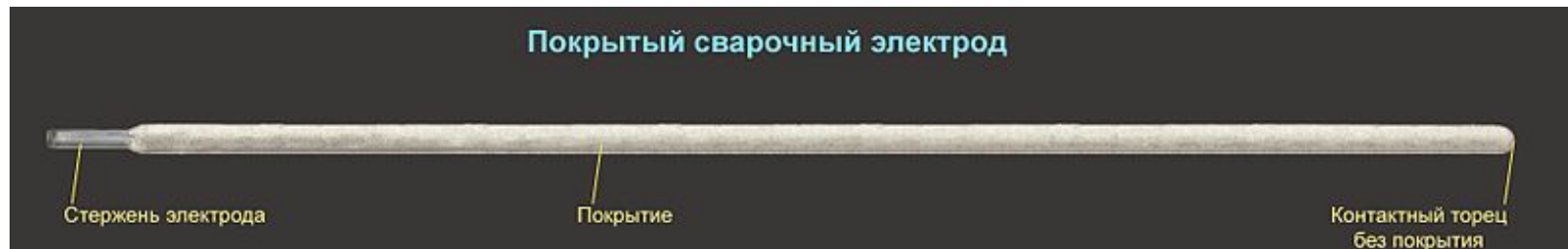
Б – до 0,05%

Р – до 0,006%

Покрытые электроды



- 1 - стержень;
- 2 - участок перехода;
- 3 - покрытие;
- 4 - контактный торец без покрытия
- d - диаметр стержня без покрытия
- D – диаметр электрода
- L – длина электрода (от 300 мм до 450 мм, в зависимости от диаметра)



Назначение компонентов покрытия электродов

1. Газообразующие компоненты

- органические вещества – крахмал, пищевая мука, целлюлоза - $C_n(H_2O)_{n-1}$ при $T > 200\text{ }^\circ\text{C}$ диссоциирует на H_2 , CO и C , 1г. органических соединений выделяет примерно $1450\text{ см}^3 H_2$ и CO ;
- минеральные – карбонаты (мрамор $CaCO_3$, магнетит $MgCO_3$) при $T > 600\text{ }^\circ\text{C}$: $CaCO_3 = CaO + CO_2$ и $MgCO_3 = MgO + CO_2$, 1 г. карбоната $CaCO_3$ выделяет примерно $340\text{ см}^3 CO_2$.

2. Шлакообразующие компоненты

- руды (марганцовая MnO , титановая TiO_2);
- минералы (кремнезем SiO_2 , плавиковый шпат CaF_2 , гранит, мрамор $CaCO_3$, ильменитовый и рутиловый концентраты).

Шлакообразующие компоненты должны образовывать шлак, отвечающий следующим требованиям:

- $\gamma_{\text{шлака}} < \gamma_{\text{металла}}$,
- $T_{\text{пл. шлака}} < T_{\text{пл. металла}}$ (оптимальная $T_{\text{пл. шлака}} = 1100 \dots 1200\text{ }^\circ\text{C}$),
- вязкость – минимальная при $T_{\text{пл. шлака}}$,
- отделимость от шва хорошая.

Лучшее формирование шва обеспечивают шлаки, имеющие небольшой интервал затвердевания около $100\text{ }^\circ\text{C}$, это - «короткие» шлаки, содержащие CaF_2 или TiO_2 ; худшее – «длинные» шлаки со значительным интервалом затвердевания, это шлаки с SiO_2 .

3. Раскислители и легирующие элементы

- раскислители – ферросплавы $FeTi$, $FeMn$, $FeSi$, Al – порошок;
- легирующие – $FeMn$, $FeCr$, $FeTi$, $FeMo$, FeV , Ni – порошок и др.

4. Стабилизирующие (ионизирующие) компоненты

- соединения с элементами с низким потенциалом ионизации (K , Na , Ca) - $CaCO_3$, K_2CO_3 , K_2O , Na_2O и др.

Элемент	Cs	Pb	K	Na	Ca	Fe	C
Потенциал ионизации, эВ	3.8	4.2	4.3	5.1	6.1	7.8	11.2

5. Связующие компоненты

- жидкое стекло – калиевое $K_2O \times n \cdot SiO_2 \cdot m \cdot H_2O$, натриевое $Na_2O \times n \cdot SiO_2 \cdot m \cdot H_2O$.

Как правило, применяется сочетание натриевого (70%) и калиевого (30%) стекла, обеспечивающее лучшие стабилизирующие и прочностные характеристики покрытия.

6. Формовочные добавки

- вещества, придающие покрытию лучшие пластические свойства – бентонит, каолин, декстрин, слюда и др.

Покрытые электроды

Назначение покрытий

Электродные покрытия в процессе сварки выполняют следующие важные функции:

- ◆ обеспечивают газошлаковую защиту зоны сварки (дуговой промежуток и сварочная ванна) от окружающей атмосферы;
- ◆ раскисляют сварочную ванну, восстанавливая часть металла, превратившегося в окислы;
- ◆ легируют сварочную ванну, придавая металлу шва необходимые свойства (прочность, износостойкость, стойкость против коррозии и др.);
- ◆ очищают сварочную ванну (удаляют неметаллические включения из металла шва)
- ◆ повышают стабильность горения дуги, увеличивая степень ионизации дугового промежутка;
- ◆ электродные шлаки на поверхности сварочной ванны способствуют нормальному формированию шва.

Назначение электрода, его характеристики

Электрод является важным звеном в технологии электродуговой сварки — он предназначен для подвода электрического тока к объекту сварки. Сегодня существует множество типов и марок сварочных электродов, имеющих свою узкую специализацию.

Электроды обязаны соответствовать следующим условиям:

- подача неизменной дуги горения, формирование качественного шва;
- металл в сварном шве должен иметь определенный химический состав;
- стержень электрода и его покрытие плавятся равномерно;
- сварка с высокой производительностью при наименьшем разбрызгивании металла электрода;
- получаемый при сварке шлак легко отделим;
- сохранение технологических и физико-химических характеристик во время определенного периода (при хранении);
- низкая токсичность при производстве и при проведении сварочных работ.

Стальные электроды

Качество и свойства металла сварного шва во многом определяется правильным выбором электродов.

Покрытый электрод (штучный) состоит из металлического стержня и специального покрытия.

- ГОСТ 9466-75 устанавливает диаметры электродных стержней: 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10; 12 мм. и длину стержней : 150; 200; 250; 300; 350; 450 мм.
- Уменьшение диаметра и увеличение длины электродного стержня приведет к увеличению электрического сопротивления, что вызовет чрезмерный нагрев его в процессе сварки.

В результате электродный стержень будет быстро плавиться (потечет), электродное покрытие разрушится и преждевременно выгорят его составляющие.





АРКСЭЛ





СЕРТИФИКАТ № AP-001271/ 3077

Электроды _____ 3-50А - ЦУ-5 - 2.5 - УД _____ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 24.948.01-90, ТУ У 28.7-31206116-003-2002; Партия: 2561
 сварочные: _____ Е-431(0)-Б20 _____ Марка проволоки: Св-08А ГОСТ 2246-70, Дата изготовления: 06.10.2008 г.; Масса нетто 5000 кг

Результаты испытаний

Механические свойств металла шва или наплавленного металла при нормальной температуре				Предел текучести при 350 град. С, МПа	Содержание ферритной фазы %	Стойкость к МКК по методу АМУ ГОСТ 6032	Склонность к трещинообразованию:	Сварочно технологические свойства:
Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Предел текучести, МПа	Ударная вязкость КСД Дл/см кв					
562.00	21.90	-	152.00	-	-	-	не склон.	удовл.

Химический состав наплавленного металла %															
C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	Mo	W	Cu	V	B	Fe	N	Ti	S	P
0.09	0.30	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.022

Дата выписки сертификата 29.05.09

Электроды соответствуют ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 24.948.01-90, ТУ У 28.7-31206116-003-2002

При перелиске по вопросам качества ссылаться на номер сертификата и дату его выписки



Начальник отдела качества _____

Этикетка (бирка) на пачках с указанием назначения сварочных материалов, ГОСТов, химического состава, характеристик плавления, рекомендуемых режимов сварки. Номера партии и даты штампуются отдельно синими чернилами.





ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ





ЭЛЕКТРОДЫ _____ 3-50А - ЦУ-5 - 2.5 - УД _____ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ОСТ 24.948.01-90, ТУ У 28.7-31206116-003-2002; Партия: 2558
 сварочные: _____ Е-208А-Б20 _____ Марка проволоки: Св-08А ГОСТ 2246-70, Дата изготовления: 06.10.2008 г.; Масса нетто 5000 кг

Результаты испытаний

Химический состав наплавленного металла % макс:				Характеристика плавления электродов:	
C ≤ 0.05;	Si = 0.3-1.2;	Mn = 1.0 - 2.0;	Ni = 7.5 - 10.0;	Коэффициент наплавления - 130 (H-V);	Расход электродов на 1 кг наплавленного металла - 1.5с;
Cr = 18.0 - 21.5;	S ≤ 0.025;	Допустимая толщина покрытия - 0.25с. Перед употреблением электроды прокалить при температуре 180-200°C в течение 1 часа.			
Содержание ферритной фазы в наплавленном металле 2 - 15%					

Рекомендуемые режимы сварки для тов. А				Масса шва, г
Угол наклона электрода, град.	Скорость движения электрода, см/мин	Положение шва	Положение электрода	
45°	110-130	вертикальное	горизонтальное	5

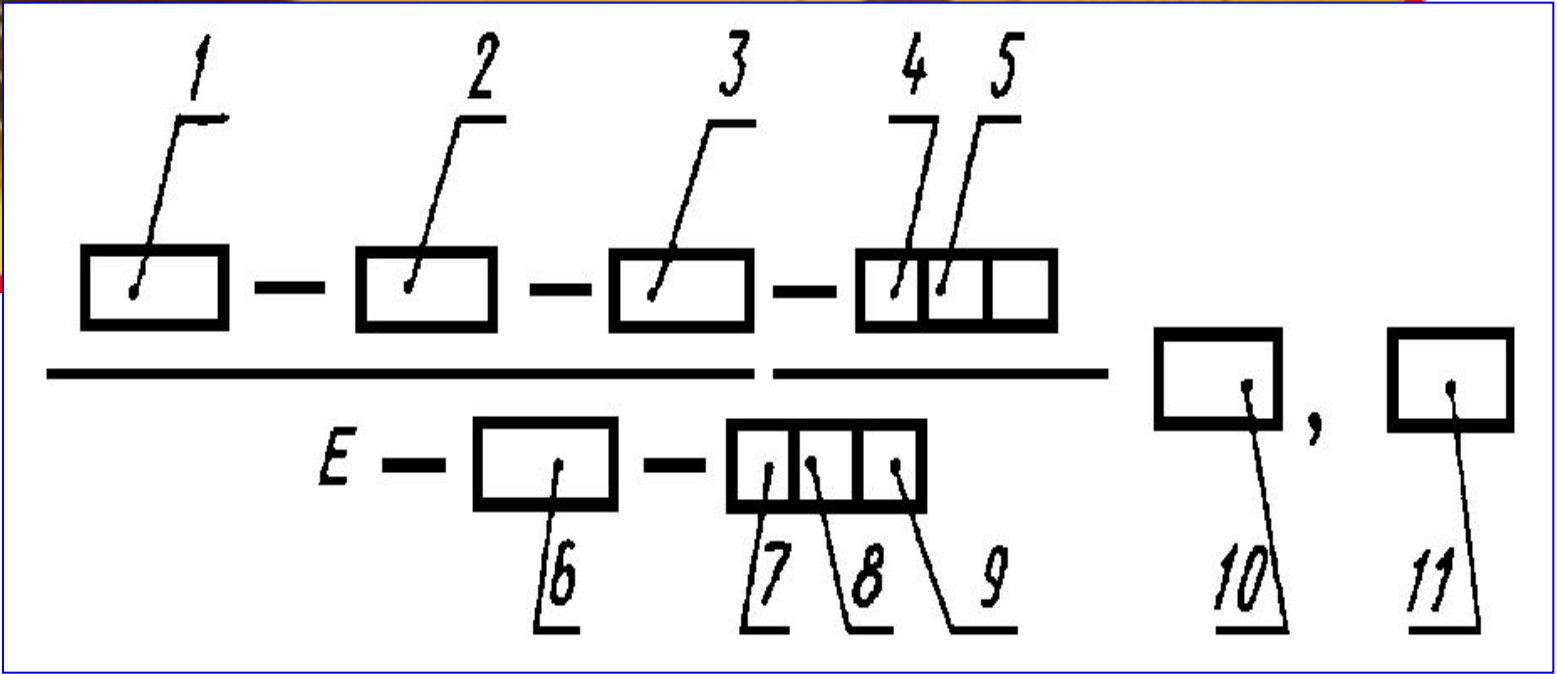
Механические свойства металла шва: σ_{0.2} ≥ 540 МПа; δ₅ ≥ 30%; α₁₀₀ ≤ 100 Дж/см²



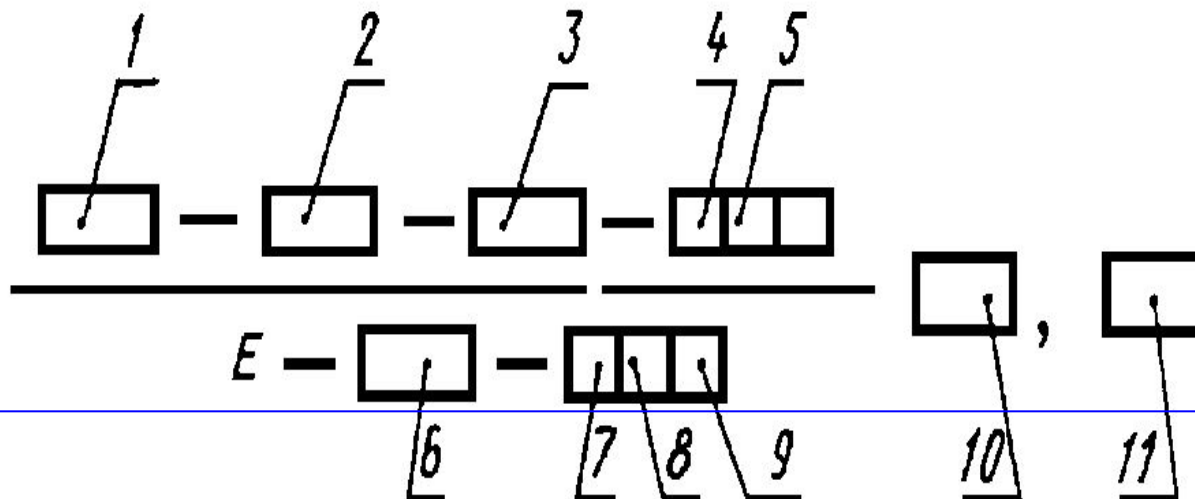
Начальник отдела качества _____

Партия № 2558
 Дата изготовления 12.05.09

- **Подразделение и маркировка электродов по типам выполнено в ГОСТ 9467-75, 10051-75 и 10052-75.**
- **По ГОСТ 9467-75 предусмотрено**
- **9 типов электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55 и Э60),**
- **5 типов для сварки легированных сталей повышенной и высокой прочности (Э70, Э85, Э100, Э125 и Э150) и**
- **9 типов для сварки легированных теплоустойчивых сталей (Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Э-10Х5МФ).**



Условные обозначения электрода



- 1 - тип;
- 2 - марка;
- 3 - диаметр, мм;
- 4 - обозначение назначения электродов;
- 5 - обозначение толщины покрытия;
- 6 - группа индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва по ГОСТ;
- 7 - обозначение вида покрытия;
- 8 - обозначение допустимых пространственных положений сварки или наплавки;
- 9 - обозначение рода применяемого при сварке или наплавке тока, полярности постоянного тока и номинального напряжения холостого хода источника питания сварочной дуги переменного тока частотой 50 Гц;
- 10 - обозначение настоящего стандарта;
- 11 - обозначение стандарта на типы электродов

Условные обозначения электрода

Назначение: сварка углеродистых и низколегированных сталей

Тип электрода
Прочностная
характеристика
420мПа

Марка электрода

Диаметр
электрода 3мм

Покрытие
толстое

Э42А – УОНИИ-13/45 – 3,0 – УД

ГОСТ 9466-75

Е432(5) – Б10

ГОСТ 9467-75

Группа индексов, указывающая на
прочностные характеристики
металла шва по ГОСТ 9467-75

Постоянный ток
обратной полярности

Допустимое пространственное
положение - любое

Покрытие основное

Тип электрода обозначается буквой Э, затем - цифры, характеризующие минимально гарантируемое временное сопротивление (предел прочности) наплавленного металла электродами данного типа.

Например, тип электрода Э-42 — тип электрода с минимальным временным сопротивлением 420 МПа (42 кгс/мм²).

Если в обозначении после цифр стоит буква А, то это означает, что электрод данного типа обеспечивает более высокие пластические свойства и ударную вязкость наплавленного металла по сравнению с электродами соответствующего типа без этой буквы.

ИЛИ тип электрода может быть записан: Э-10Х3М1БФ, где указана марка стали.

Э - 38

Э - 42

Э - 46

Э - 50

Э - 55

Э - 60

Э - 42А

Э - 46А

Э - 50А

Э46А-УОНИ 13/45 4-3,0-УД2 гос Т9466-75

Например: У432(5)-БИО

Э46А — тип электрода, 46 — минимальный гарантируемый предел прочности металла, шва, кгс/мм² (460 МПа); А — наплавленный металл имеет *повышенные* пластические свойства;

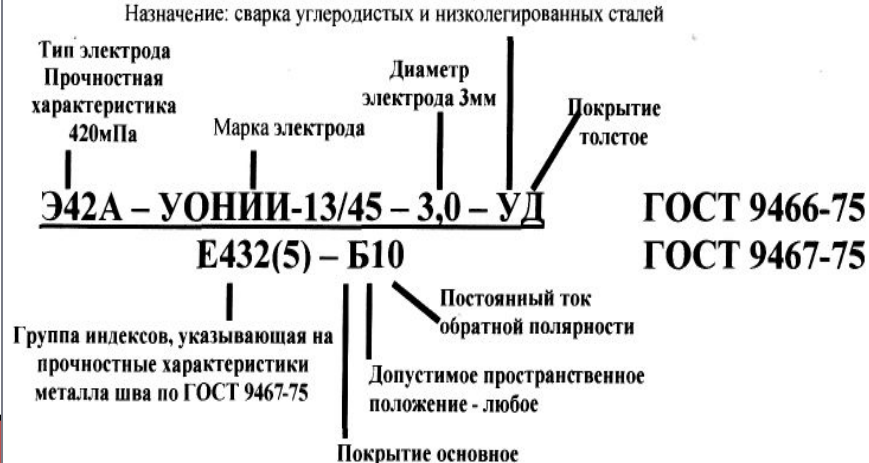
УОНИ 13/45 — марка электрода; 3,0 — диаметр электрода, мм; У — электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

Д2 — с толстым покрытием второй группы;

Е 432(5) — группа индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва; 43 — временное сопротивление разрыву не менее 460 МПа; 2 — относительное удлинение не менее 22 %; 5 — ударная вязкость не менее 34,3 дж/см² при температуре минус 40 °С;

Б — *основное* покрытие; 1 — для сварки во всех пространственных положениях; О — на постоянном токе обратной полярности.

Покрытые электроды. Классификация по назначению



По назначению

У	Сварка углеродистых и низколегированных конструкционных сталей (врем. сопр. разрыву до 600 МПа)
Л	Сварка легированных конструкционных сталей (врем. сопротивлением разрыву до 600 МПа)
Т	Сварка легированных теплоустойчивых сталей
В	Сварка высоколегированных сталей с особыми свойствами
Н	Наплавка поверхностных слоев с особыми свойствами

Покрытые электроды

Классификация

по толщине покрытия



	С тонким покрытием		М
	Со средним покрытием		С
	С толстым покрытием		Д
	С особо толстым покрытием		Г

Покрытые электроды. Классификация По виду покрытия



<p>А кислые</p>	<p>Не рекомендуют для сталей с повыш. содержанием S и C. Сварка во всех положениях на – и ~ токах. «-»: Возможны трещины в швах. Сильное разбрызгивание. Mn!</p>
<p>Р рутиловые</p>	<p>Сварка во всех положениях на – и ~ токах. Устойчивая дуга. Хорошее формирование шва. Минимальное разбрызгивание и выделение вредных газов. «-»: Возможны трещины в швах.</p>
<p>Б основные</p>	<p>Сварка во всех положениях преимущественно на – токе обр. полярности. Стойки к образов. кристал.трещин. Высокая ударная вязкость. «-»: Чувствительны к образованию пор во время сварки, поэтому требуют тщательной подготовки кромок</p>
<p>Ц целлюлозные</p>	<p>Сварка во всех положениях на – и ~ токах. Мало шлака. Минимальное разбрызгивание</p>
<p>РЦЖ Смешанные</p>	<p>Возможность использования при сварке преимуществ разных видов покрытия. Добавка железного порошка повышает производительность сварки.</p>

Тип покрытия	Обозначение по ГОСТ 9466-75	Международное обозначение ISO
Кислое	А	А
Основное	Б	В
Рутиловое	Р	R
Целлюлозное	Ц	С
<i>Смешанные покрытия</i>		
Кисло-рутиловое	АР	AR
Рутилово-основное	РБ	RB
Рутилово-целлюлозное	РЦ	RC
Прочие (смешанные)	П	S
Рутиловые с железным порошком	РЖ	RR

Покрытые электроды. Классификация



По допустимым пространственным положениям сварки

Для сварки во всех положениях	1
Для сварки во всех положениях, кроме вертикального сверху вниз	2
Для сварки во всех положениях , кроме вертикального сверху вниз и потолочного	3
Для швов нижнего и нижнего в лодочку	4

Покрытые электроды. Классификация



для СВАРКИ
ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ
наиболее часто приме-
няют электроды с рути-
ловым покрытием.

САМЫЕ
РАСПРОСТРАНЕННЫЕ
В РОССИИ:
MP-3, O3C-12, O3C-4,
AHO-4.

По роду и полярности сварочного тока		
Переменный ток (U _{xx} , В)	Постоянный ток (полярность)	Обозначение
Не применяется	обратная	0
50 ± 5	Любая Прямая обратная	1 2 3
70 ± 5	Любая Прямая обратная	4 5 6
90 ± 5	Любая Прямая обратная	7 8 9

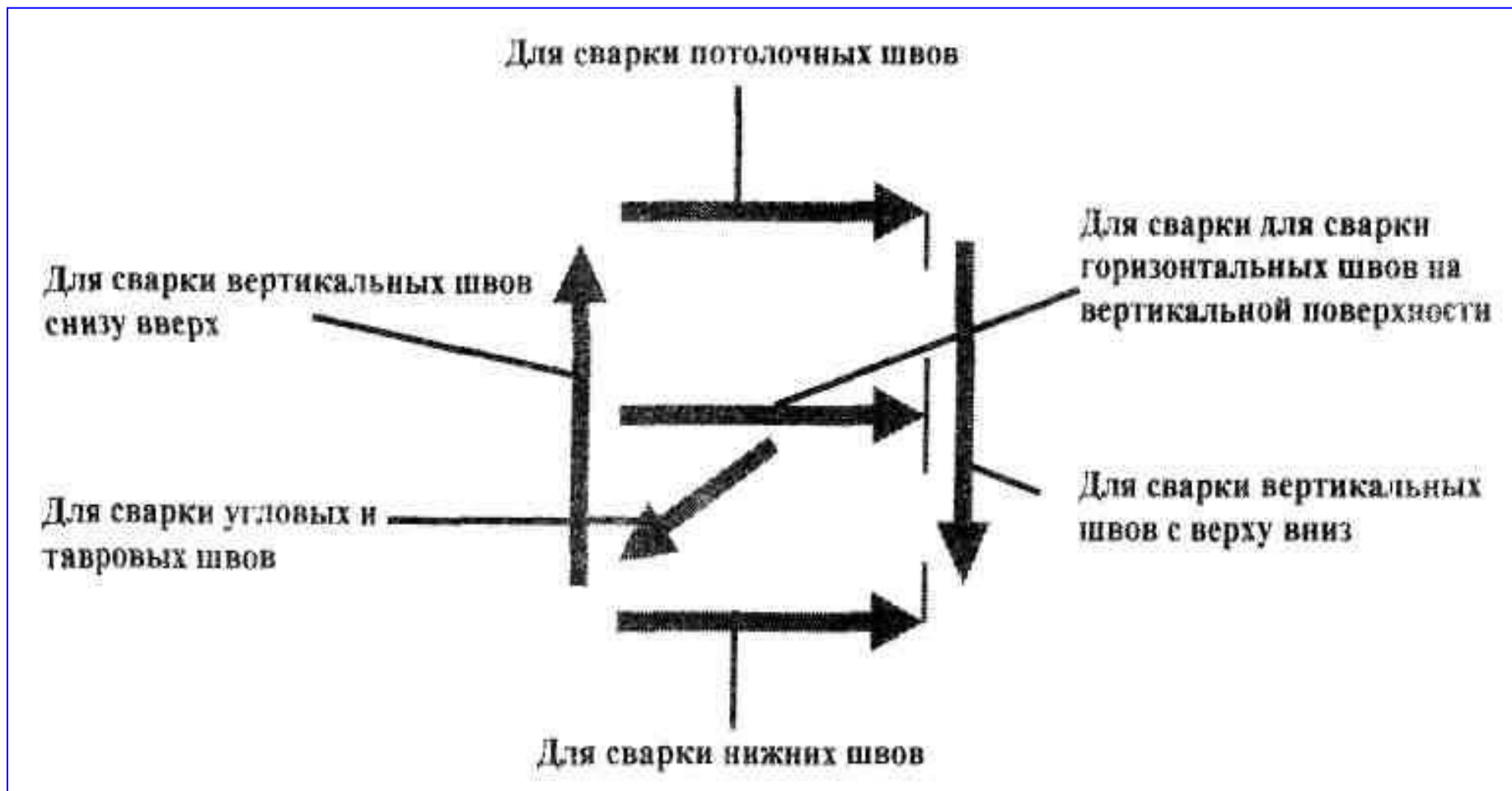
Пример условного обозначения

Э42А – УОНИ – 13/45 – 3,0 – УД
Е432(5) – Б1 =, ОП

Эта запись условного обозначения электродов по ГОСТ 9466-75 означает следующее:

- тип электрода Э42А – прочностная характеристика $\sigma_s = 420$ МПа;
- марка электрода УОНИ – 13/45;
- диаметр электрода 3 мм;
- назначение электрода У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;
- толщина покрытия Д – с толстым покрытием;
- Е432(5) – группа индексов, показывающих характеристики наплавленного металла и металла шва по ГОСТУ;
- вид покрытия Б – основное;
- допустимые пространственные положения при сварке 1 – для всех положений;
- род тока при сварке = – постоянный, ОП – обратная полярность.

Маркировка электродов зарубежного производства



Стальная проволока для наплавки

ГОСТ 10543 - 82

- углеродистой (4 марок)
 - легированной (11 марок)
 - высоколегированной (11 марок)

$D = 3 \dots 8$

Пример обозначения:

3 Нп – 30 ХГСА ГОСТ 10543 - 82



Стальные прутки для наплавки

ГОСТ 21449 - 75

Применяют при **наплавке износостойких слоев** на детали машин и оборудования, работающих в условиях агрессивной среды, истирания, ударных нагрузок.

- $D = 4 \dots 8 \text{ мм}$
- Пр – С27 (тип ПрН-У45Х28Н2СВМ)
 - Пр – ВЗК (тип ПрН-У10ХК63В5)
 - Пр – ВЗК – Р (тип ПрН-У20ХК57В10)

Стальные **наплавочные ленты**

Применяют при автоматической наплавке под флюсом **антикоррозионного покрытия.**

Марки ленты аналогичны маркам сварочной проволоки по ГОСТ 2246 - 70

Толщина: 0,4 ... 1

Ширина: 20 ... 100 мм

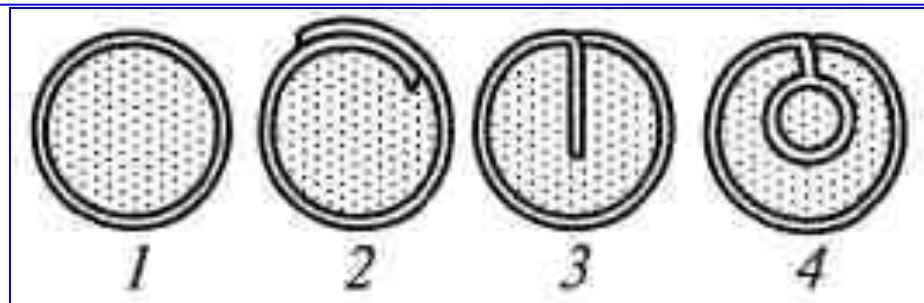
- В рулонах

Порошковые материалы для сварки и наплавки

- Порошковая проволока для сварки и наплавки

$D = 1,2 \dots 6 \text{ мм}$

пример обозначения:



ПП- АН3 3,0 ПС44-А2Н ГОСТ 26271-84

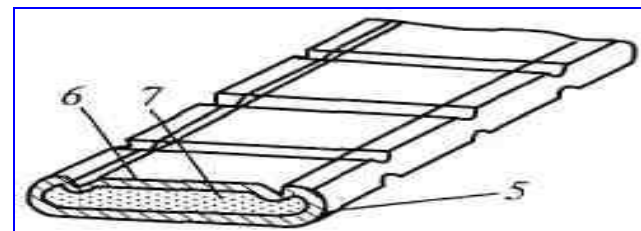
- Порошковая проволока для дуговой и механизированной наплавки ГОСТ 26101-84 пример обозначения:

ПП- Нп 30Х5Г2СМ-Т-С2,6 ГОСТ 26101-84

- Порошковая лента для наплавки:

Толщина: 0,8 ... 1,2 Ширина: 30 ... 80 мм

пример обозначения: **ПЛ - АН101**



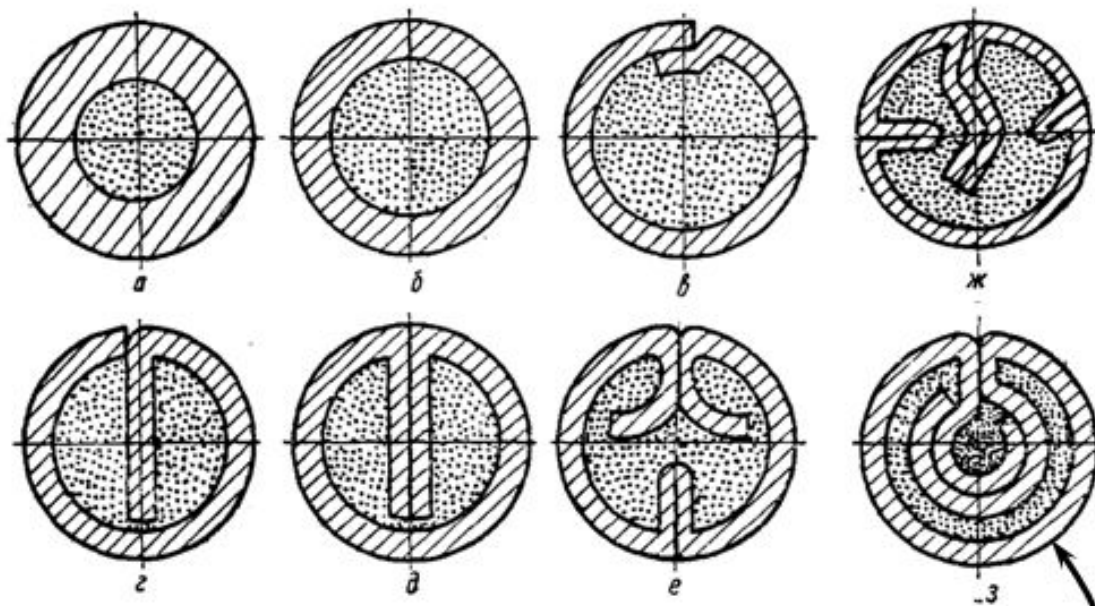
- Порошки из сплавов для наплавки ГОСТ 21448-75

пример обозначения: **ПГ – С27 (тип ПН-У40Х28Н2С2ВМ)**

Самозащитные порошковые проволоки, применяемые в строительстве трубопроводов

Наиболее распространенные марки порошковой проволоки

1. ПП – АН19 2. ПП – АН24СМ 3. ПП – АН30С 4. СП – 3



Конструкции порошковых проволок

Лучшая защита сварочной ванны



Условное обозначение порошковой проволоки ГОСТ 26271-84



ПШ	Газозащитная
ПС	Самозащитная

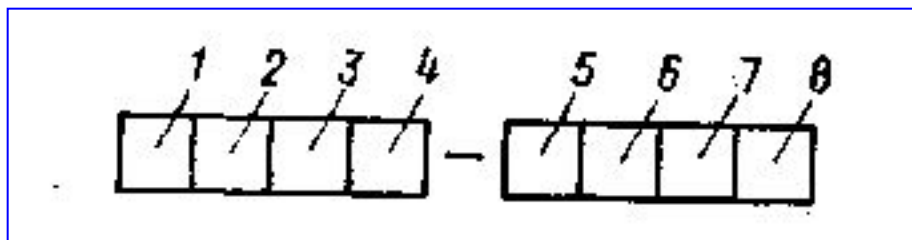
Индекс	C	S	P
A	0,15	0,03	0,03
B	0,15	0,04	0,04
C	0,25	0,03	0,03

Индекс	σ_B МПа	σ_T МПа	δ %
Д	-	-	-
34	400-450	340	16
39	450-600	390	22
44	500-650	440	20
49	550-700	490	20
54	600-750	540	18
59	650-800	590	16
64	700-850	640	14
69	750-900	690	10

Индекс	T ⁰ C при КСУ \geq 35Дж/см ²	КСУ при T=20 ⁰ C
Р	-	-
К	20	35
0	0	50
1	-10	60
2	-20	80
3	-30	80
4	-40	100
5	-50	100
6	-60	120

Н	Нижнее
Г	Нижнее, горизонтальное
В	Нижнее, горизонтальное, вертикальное
У	Все положения
ГП	Горизонтальное с принудительным формированием
ВП	Вертикальное с принудительным формированием
УП	Все положения с принудительным формированием

Условное обозначение порошковой проволоки



- 1 - марка,
- 2 – диаметр, мм,
- 3 – условия применения,
- 4 – тип,
- 5 – категория по химическому составу,
- 6 – уровень по ударной вязкости,
- 7 – допустимое положение сварки,
- 8 – обозначение стандарта

- **Из алюминия и его сплавов**

Диаметр 0,8 ... 12,5 мм. Всего 14 марок в пяти группах:

- ✓ Из алюминия : Св – А85Т и др.
- ✓ Из сплавов системы Al +Mg: Св – АМr3 и др.
- ✓ Из сплавов системы Al +Mn: Св – АМц и др.
- ✓ Из сплавов системы Al + Si : Св – АК5 и др.
- ✓ Из сплавов системы Al +Cu : Св – 1201.

- **Из меди и ее сплавов**

Диаметр: 0,8 ... 8мм- проволока, 6 ...8 мм- прутки марок:

- ◆ Медь, медные медно-никелевые сплавы: М1, МНЖ5 -1 и др.
- ◆ Бронзы безоловянные хромистые: БрХ0,7; БрКМц3-1 и др.
- ◆ Бронзы оловянные: БрОЦ4-3
- ◆ Латунни: Л63, ЛК62-0,5

Условные обозначения соответствуют маркам меди и ее сплавов.

Электроды для сварки алюминия

- **Покрyтия электродов для сварки алюминия и его сплавов состоят из хлористых и фтористых солей щелочных и щелочноземельных металлов. Они делятся на две группы – безлитиевые и литиевые. Безлитиевые покрyтия просты по составу, менее гигроскопичны. Литиевые покрyтия более дорогие и очень гигроскопичны. Их рекомендуется применять для металла малых толщин, в основном алюминиевых сплавов, так как при сварке технического алюминия они не всегда обеспечивают получение швов без пор.**
- **Для сварки алюминия и его сплавов используют покрyтия электродов следующих марок: ЭА-1, ЭФ-11Ф1 (технический алюминий); ВАМИ, А1 (сплавы типа АМг и АМц); МАТИ-1, МАТИ-2 (литейные сплавы Ал4,Ал5); МВТУ (сплавы типа АМц); АФ-1 (сплавы типа АМг, АМц); А1, А1Ф (сплавы типа АМц, силумин)**

Электроды для сварки алюминия



Алюминиевая
сварочная
проволока
OK Autrod 4043
d=1,6 мм (ESAB)

- Для сварки алюминия пригодны электроды марок **ОЗА-1** и **ОЗА-2**. Электроды ОЗА-1 со стержнем из проволоки СВА1 применяют при сварке изделий из технического алюминия. Электроды ОЗА-2 со стержнем из сплава СВАК5 предназначены для сварки брака литья на литых сплавах типа АЛ (АЛ2, АЛ4, АЛ5, АЛ9 и АЛ11).
- Покрытия электродов ОЗА-1 и ОЗА-2 выполнены на основе покрытия ЭА-1 с некоторой корректировкой его состава. В покрытие ЭА-1 входят: хлористый натрий (30%), хлористый калий (40%), криолит (30%).
- При хранении электроды могут увлажняться, поэтому перед сваркой их необходимо **просушивать** при температуре **70-100° С**.
- Сварка алюминиевыми электродами выполняется **постоянным током обратной полярности**.

Электроды для сварки меди

- Для сварки конструкций средних и больших толщин (5-20мм) наибольшее распространение получили **электроды марок АНЦ-1, АНЦ-3 и АНЦ-3М** диаметрами 4,5 и 6 мм соответственно.
- Электроды марок «Комсомолец-100» и ЗТ содержат компоненты, которые легируют и раскисляют металл шва. Например, электродное покрытие электрода **«Комсомолец-100»** содержит плавиковый шпат (10%), полевой шпат (12%), ферросилиций (8%), ферромарганец (50%), жидкое стекло (20% массы сухой шихты).
- Для изготовления электродов применяют стержни из проволок марок М1, Бр.КМц3-1, прутки из сплавов Бр.ОФ4-0,4, Л90 и др.

Электроды для сварки меди

- Сварку электродами АНЦ, «Комсомолец-100» и ЗТ выполняют **постоянным током обратной полярности**.
- Для сварки **латуни, бронз и медно-никелевых сплавов** предназначены электроды марок ММЗ-2, 1П, Бр.1/ЛИВТ, ЦБ-1, МН-4 и др. Электродами ММЗ-2 можно производить сварку переменным током, однако при этом (по сравнению со сваркой постоянным током) увеличивается разбрызгивание металла.
- Электроды марки Бр.1/ЛИВТ рекомендуются для сварки оловянных бронз, марки ЦБ-1 – для алюминиевых бронз, марки МН-4 – для медно-никелевых сплавов типа МН-5, МНЖ-5-1 и др.
- Покрытия изготавливают на жидком стекле.

Флюсы для сварки плавлением

Флюсы выполняют те же функции, что и покрытия электродов + обеспечивают хорошее формирование шва.

Классификация сварочных флюсов

1. По назначению:

- для сварки низкоуглеродистых сталей,
- для сварки легированных сталей,
- для сварки цветных металлов и сплавов.

2. По химическому составу:

а) по содержанию MnO:

- высокомарганцевые флюсы - MnO до 40 – 45%,
- среднемарганцевые - MnO св. 15 до 35%,
- безмарганцевые флюсы - MnO до 15%.

б) по содержанию SiO₂:

- высококремнистые флюсы - SiO₂ до 40 – 45%,
- высококремнистые - SiO₂ до 35%,
- безокислительные - SiO₂ ≤ 4%,
- безкислородные - SiO₂ ≤ 2%.

3. По способу изготовления:

- плавные флюсы (С – стекловидные с $\gamma > 1$ г/см³, П – пемзовидные с $\gamma < 1$ г/см³),
- керамические (неплавные) флюсы.

4. По степени легирования металла шва:

- пассивные флюсы, не реагирующие со сварочной ванной,
- слаболегирующие флюсы (плавные),
- сильнолегирующие флюсы (керамические).

5. По размеру зерен:

- мелкозернистые – размер зерен 0.1 – 1.6 мм,
- среднезернистые – размер зерен 0.25 – 3.0 мм,
- крупнозернистые – размер зерен 0.35 – 4.0 мм.

6. По составу шлаковой фазы:

- оксидные флюсы – для сварки углеродистых и низко-легированных сталей,
- более-оксидные флюсы – для сварки легированных сталей,
- солевые флюсы (фторидные) – для сварки высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов, титановых сплавов.

7. По активности шлака:

- кислые,
- нейтральные,
- основные.

Флюсы для сварки плавлением

Флюс сварочный плавный АН-47 (ГОСТ 9087-81)

Назначение и область применения Для механизированной электродуговой сварки низколегированных сталей обычной и повышенной прочности низколегированными сварочными проволоками	Разработчик ИЭС им. Е.О. Патона
	Авторское свидетельство № 512018

Сварочно-технологические свойства

Формирование шва	хорошее
Отделимость шлаковой корки	хорошая
Склонность металла шва к образованию пор/ трещин	низкая/низкая

Данные для контроля качества (химический состав флюса, %)

MnO	CaO	CaF ₂	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	ZrO ₂	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	S	P
14-18	13 -17	9 -13	6 -10	9 -13	4 -7	1.0 -2.5	0.5 -3.0	28 -32	Не более	0.1

Цвет зерен	Размер зерен, мм	Строение зерен	Объемная масса, кг/дм ³
темно-коричневый, черный	0.25-2.50	стекловидное	1.4 -1.8

Данные для применения

Значение максимально допустимого тока, А	Максимально допустимая скорость сварки, м/ч	Продолжительность и температура сушки	Рекомендуемые сварочные проволоки	
			для сталей с $\sigma_b \leq 540$ МПа	для сталей с $\sigma_b \leq 590$ МПа
~, =1200	100	1 ч при 300-400 °С	СВ-08ГА	СВ-08ХМ, СВ-08МХ, СВ-08ГНМ

Флюсы для сварки плавлением

Флюс сварочный плавный АН-47 (ГОСТ 9087-81)

Химический состав наплавленного металла, % 10^{-2}

σ_{bH}	C	Si	Mn	Mo	Cr	Ni	S	P
≤ 540	6-10	25-35	130-155	-	-	-	≤ 3	≤ 3.5
$\leq 590^*$	6-10	30-45	125-145	30-50	45-60	-	≤ 3	≤ 3.5
$\leq 590^{**}$	6-10	25-40	130-150	30-50	-	40-60	≤ 3	≤ 3.5

Механические свойства металла шва

Нормативный σ_b	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ² при T, °C		
	МПа		%		+20	-20	-40
≤ 540			22-26	60-65	120-140	90-110	70-90
$\leq 590^*$	670-700	490-540	20-24	60-65	100-120	80-100	60-80
$\leq 590^{**}$	670-710	480-540	23-27	60-64	120-140	90-120	60-90

Технология изготовления: плавлением в газопламенных или электродуговых печах, грануляция мокрым способом.

Примечание: в сочетании с проволокой Св-08ГА флюс применяется для двусторонней автоматической сварки кольцевых стыков труб из низколегированных сталей с $\sigma_b \leq 590$ МПа при условии подземной прокладки труб.

* проволоки Св-08ХМ, Св-08МХ;

** проволока Св-08ГНМ.

Изготовитель: Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий.

Классификация сварочных флюсов

1. По назначению:

- для сварки низкоуглеродистых сталей,
- для сварки легированных сталей,
- для сварки цветных металлов и сплавов.

2. По химическому составу:

а) по содержанию MnO:

- высокомарганцевые флюсы - MnO до 40 – 45%,
- среднемарганцевые - MnO св. 15 до 35%,
- безмарганцевые флюсы - MnO до 15%.

б) по содержанию SiO₂:

- высококремнистые флюсы - SiO₂ до 40 – 45%,
- высококремнистые - SiO₂ до 35%,
- безокислительные - SiO₂ ≤ 4%,
- безкислородные - SiO₂ ≤ 2%.

3. По способу изготовления:

- плавные флюсы (С – стекловидные с $\gamma > 1$ г/см³, П – пемзовидные с $\gamma < 1$ г/см³),
- керамические (неплавные) флюсы.

4. По степени легирования металла шва:

- пассивные флюсы, не реагирующие со сварочной ванной,
- слаболегирующие флюсы (плавные),
- сильнолегирующие флюсы (керамические).

5. По размеру зерен:

- мелкозернистые – размер зерен 0.1 – 1.6 мм,
- среднезернистые – размер зерен 0.25 – 3.0 мм,
- крупнозернистые – размер зерен 0.35 – 4.0 мм.

6. По составу шлаковой фазы:

- оксидные флюсы – для сварки углеродистых и низко-легированных сталей,
- солее-оксидные флюсы - для сварки легированных сталей,
- солевые флюсы (фторидные) – для сварки высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов, титановых сплавов.

7. По активности шлага:

- кислые,
- нейтральные,
- основные.

Хранение и подготовка материалов к сварке

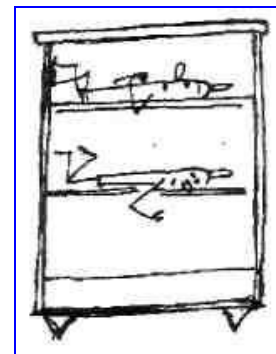
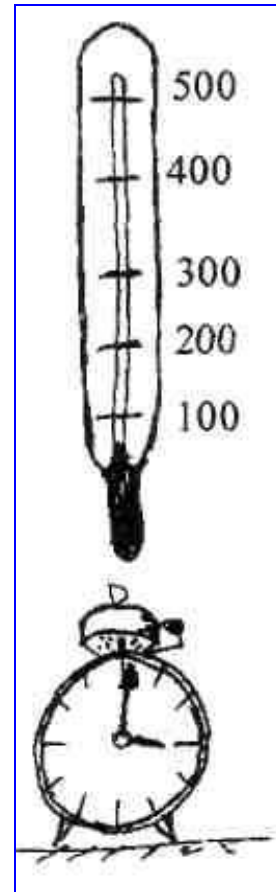
**В сухих и отопляемых помещениях
при $t \geq 18^{\circ}\text{C}$ и $W \leq 50\%$.**

- **Перед использованием материалы прокаливают при температуре, указанной в паспорте или ТУ.**
- **Флюсы: 300 ... 400 °C в течение 5 часов.**
- **Электроды с основными покрытиями:
350 ... 400 °C \approx 1,5ч.**
- **Электроды с кислыми и рутиловыми покрытиями:
170 ... 200 °C \approx 1,5ч.**
- **Электроды с целлюлозными покрытиями:
110 \pm 5 °C \approx 1ч.**

**После прокалики электроды использовать в течение
5 суток, флюсы – 15 суток.**

**При хранении в сушильных шкафах при $t \approx 135...150^{\circ}$
С срок хранения не ограничен.**

Прокалка – не более 2-х раз!



Защитные газы

Для защиты дуги при электросварке применяют газы:

Газ	Окраска баллона	Цвет надписи	Цвет полосы
Аргон	Серая	Зеленый	Зеленый
Гелий	Коричневая	Белый	-
Азот	Черная	Желтая	Коричневый
Двуокись углерода	Черная	Желтая	-
Кислород	Голубая	Черный	-
Водород	Темно-зеленая	Красный	-



- Защитные газы хранят и перевозят в баллонах емкостью 40...50 литров при давлении 15 МПа, а жидкая углекислота - до 6 МПа.
- На сварочных предприятиях применяют танки-газификаторы CO₂, O₂, Ar

Газовые смеси для дуговой сварки сталей

Смесь	Рекомендуемые толщины, мм	Состав
<i>Для сварки углеродистых сталей</i>		
Аргомикс – Л	1÷4	82 % Ar + 18 % CO ₂
Аргомикс – У	4÷12	86 % Ar + 12 % CO ₂ + 2 % O ₂
Аргомикс – Т	11 ÷15 и более	93 % Ar + 5 % CO ₂ + 2 % O ₂
<i>Для сварки нержавеющей сталей</i>		
Легимикс – Л	1÷8	13,5 % Ar + 1,5 % CO ₂ + 85 % He
Легимикс – У	4÷10	43 % Ar + 2 % CO ₂ + 55 % He
Легимикс – Т	8 ÷15 и более	60 % Ar + 2 % CO ₂ + 38 % He

Л – легкая, У – универсальная, Т – тяжелая

АРГОН по ГОСТ 10157-79	Состав	Высший сорт	Первый сорт
	Ar, % ≥	99,993	99,987
	O, % ≤	0,0007	0,002
	N, % ≤	0,005	0,01

УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ по ГОСТ 8050-85	Состав	Высший сорт	Первый сорт
	CO ₂ , % ≥	99,8	99,5
	Водяные пары при 200С, г/см ³ ≤	0,037	0,184

КИСЛОРОД по ГОСТ 5583-78	Состав	Высший сорт	Первый сорт
	O, % ≥	99,7	99,5
	H, % ≤	0,3	0,5
	Водяные пары при 200С, г/см ³ ≤	0,05	0,07

Защитные газовые смеси и их применение

Защитная смесь

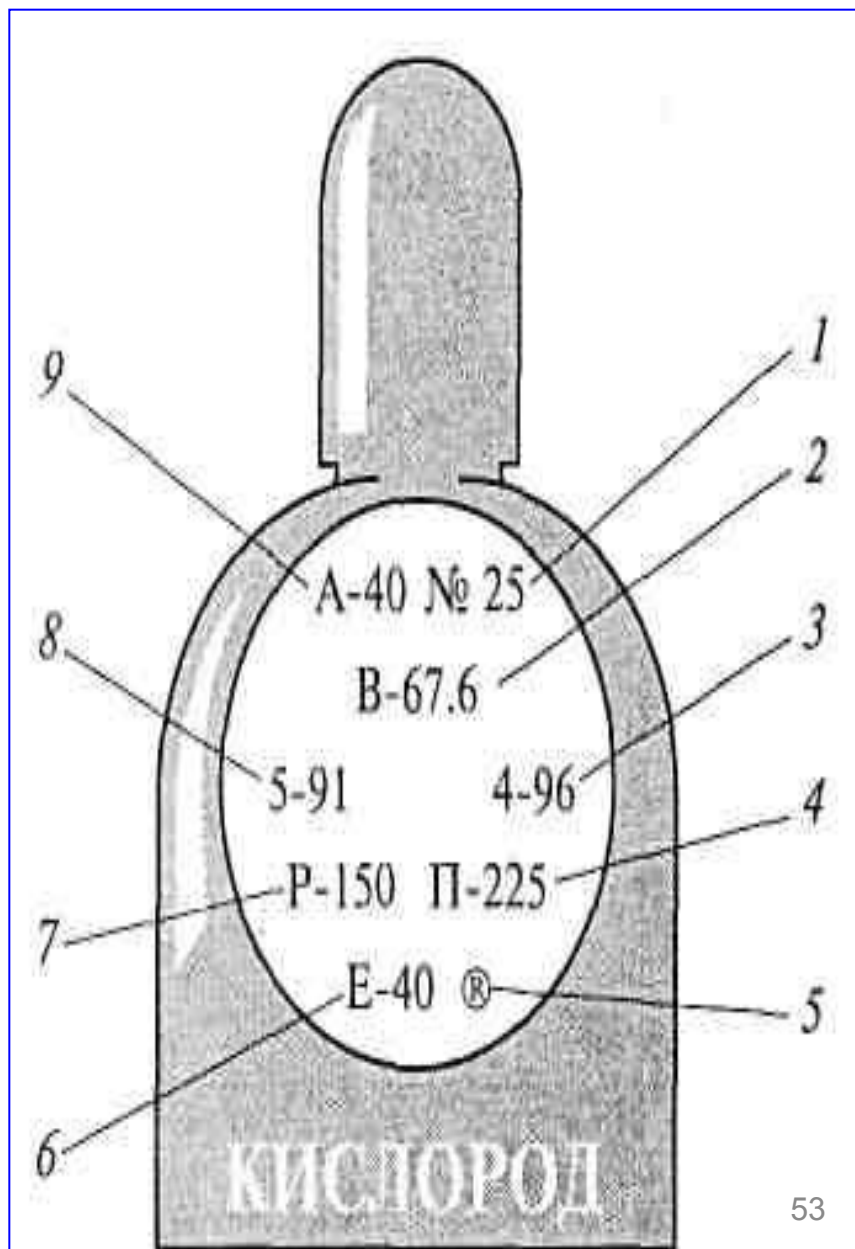
Марка	Состав	Свариваемый материал	Рекомендуемая толщина
Аргомикс-Л	93 % Ar, 5 % CO ₂ , 2 % O ₂	Углеродистая сталь	1 - 4
Аргомикс-У	86 % Ar, 12 % CO ₂ , 2 % O ₂		4 - 12
Аргомикс-Т	82 % Ar, 18 % CO ₂		11 - >16
Легимикс-Л	13.5 % Ar, 1.5 %, 85 % He	Нержавеющие стали	1 - 8
Легимикс-У	43 % Ar, 2 % CO ₂ , 55 % He		4 - 10
Легимикс-Т	60 % Ar, 2 % CO ₂ , 38 % He		8 - >15
Алюмикс-Л	70 % Ar, 30 % He	Алюминиевые сплавы	1 - 7
Алюмикс-У	50 % Ar, 50 % He		4 - 18
Алюмикс-Л	25 % Ar, 75 % He		7 - >20

Применение защитных смесей позволяет:

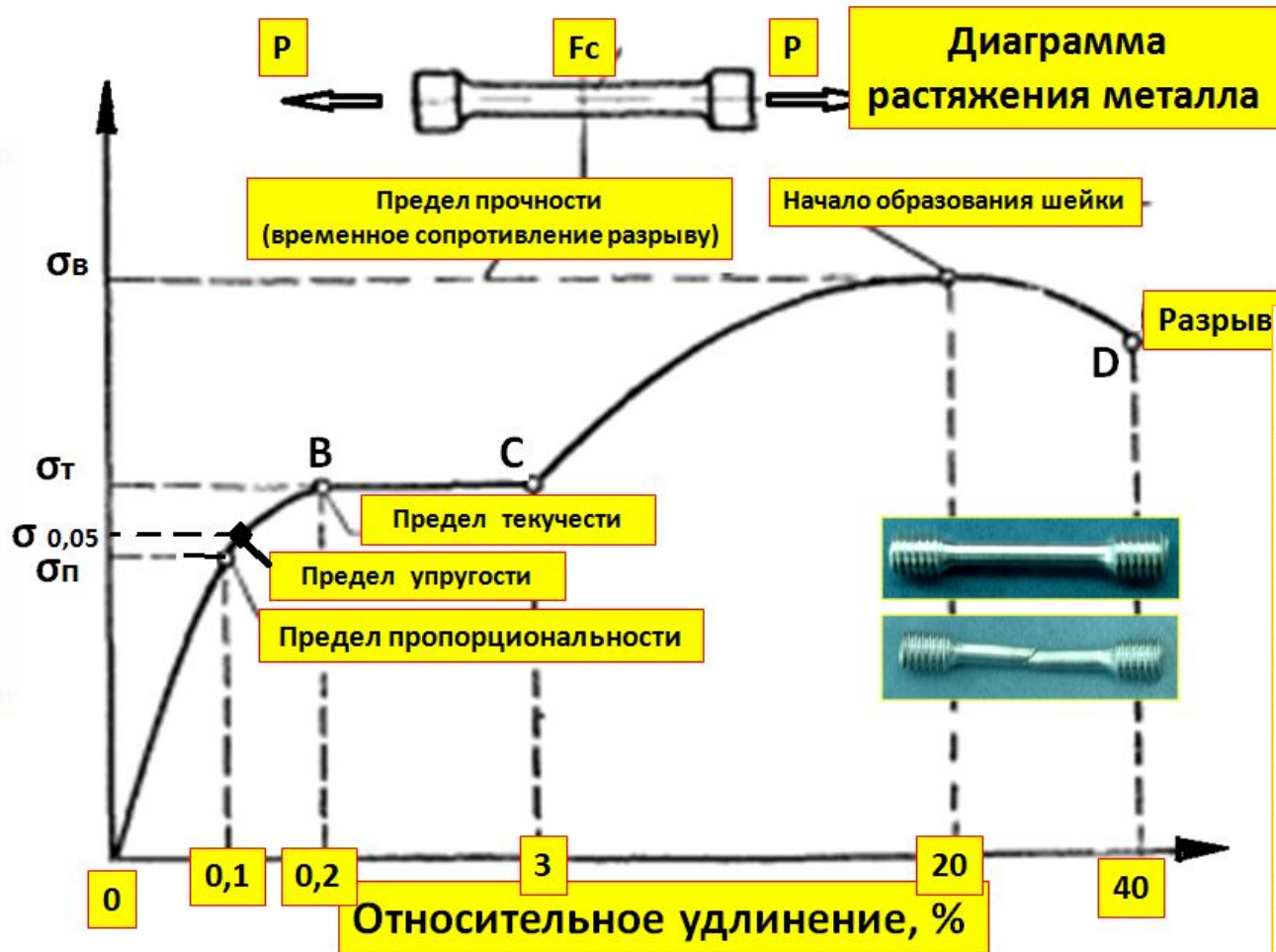
повысить тепловую мощность и устойчивость дуги,
снизить потенциал окисления,
уменьшить расход проволоки,
повысить скорость сварки,
улучшить внешний вид и формирование швов,
снизить уровень дефектности швов.

Маркировка кислородного баллона

- 1- заводской номер баллона
- 2 – масса, кг
- 3 – месяц и год следующего испытания
- 4 – пробное гидравлическое давление, кгс /см²
- 5 – клеймо завода
- 6 – вместимость, дм³
- 7 – установленное рабочее давление, кгс /см²
- 8 – месяц и год изготовления (испытания)
- 9 – товарный знак предприятия-изготовителя



НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТАЛЯХ



Разрывная машина F 100 для комбинированных испытаний на растяжение/изгиб мощностью 1000 кН