

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
"Тверской колледж им. А.Н. Коняева"

Моисеева Т.В.

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Методическое пособие для самостоятельной работы студентов
по МДК 01.01 "Технология сварочных работ"

Тверь 2017

Сварочные материалы. Методическое пособие для самостоятельной работы студентов по МДК 01.01 "Технология электрической сварки плавлением".

Составитель: Моисеева Т.В., преподаватель ГБПОУ «Тверской колледж им. А.Н. Коняева»

Пособие разработано в соответствии с:

- требованиями ФГОС по специальности СПО 22.02.06 от 21.04.2014 базовой подготовки
- рабочей программой по ПМ.01 «Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций» по МДК 01.01 «Технология сварочных работ».

Структура методического пособия обусловлена последовательностью изучения тем. Для лучшего усвоения каждой темы по сварочным материалам даётся теоретический материал, после каждой темы разработаны задания для закрепления теоретического материала, контрольные вопросы для проверки полученных знаний, варианты проверочных работ и домашнее задание.

Данное пособие можно использовать на уроках теоретического обучения и для самостоятельного изучения тем по сварочным материалам студентами.

Рецензенты:

Дубинина С.Б.

заместитель директора по

УМР ГБПОУ Тверской технологический колледж

Баранов В.В.

преподаватель ГБПОУ «Тверской колледж им.А.Н. Коняева»

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Тема 1.1 СВАРОЧНАЯ ПРОВОЛОКА И НЕПЛАВЯЩИЕСЯ ЭЛЕКТРОДНЫЕ СТЕРЖНИ

На уроках материаловедения вы изучали углеродистые и легированные стали, цветные металлы. Вспомните и ответьте на вопросы:

1. Назовите перечисленные химические элементы: С, Fe, Cu, Mg, Mn, Ni, Al, Cr, W, V.
2. Как вышеперечисленные химические элементы обозначаются в марках сталей, в марках цветных металлов?
3. Какой сплав называется "сталью"?
4. Чем сталь отличается от чугуна?
5. Как классифицируются стали по содержанию углерода?
6. Какие легирующие элементы входят в состав сталей?
7. Расшифруйте стали X18H9T; Ст3 пс.
8. Дайте определение бронзы, латуни.

1.1.1 Классификация и назначение сварочной и наплавочной проволоки

Сварочными называют материалы, обеспечивающие сварочный процесс и получение качественных сварных соединений. К ним относят присадочные металлы, покрытые электроды, флюсы, защитные газы. Большинство швов при сварке выполняют с применением присадочных материалов. Присадочный металл вводят в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу с целью заполнения зазора, разделки кромок, получения шва с необходимыми геометрическими размерами и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

Присадочные материалы (металлы). Чаще всего состав присадочного материала мало отличается от химического состава свариваемого металла. При разработке присадочного металла учитывают методы сварки, марку свариваемого металла, условия эксплуатации конструкции. Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшее количество газов и шлаковых включений. Присадочные металлы используют в виде металлической проволоки сплошного сечения, порошковой проволоки, прутков, пластин, лент.

К сварочной проволоке предъявляют высокие требования по состоянию поверхности, предельным отклонениям по диаметру, овальности и др. показателям.

Высокое качество сварочной проволоки сохраняется при тщательной упаковке и консервации, правильном хранении и транспортировке. Проволока поставляется свернутой в мотки с внутренним диаметром от 150 до 750 мм, массой от 1,5 до 40 кг, а также намотанной на катушки и кассеты – для механизированной и автоматической сварки.

По виду поверхности проволока производится неомедненной и омедненной. Медное покрытие - 6 мкм. Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений, плен, закатов, забоин, окалины, ржавчины, масла и других загрязнений. Допускаются отдельные риски, царапины, местная рябизна, вмятины глубиной не более предельного отклонения по диаметру.



Каждая партия проволоки сопровождается сертификатом, содержащим основные технические данные: марка проволоки, химический состав, диаметр проволоки, номер ГОСТ. Каждый моток или бухта проволоки снабжается металлической биркой, на которой указывается наименование завода-изготовителя, условное обозначение проволоки, номер партии, клеймо технического контроля.

Присадочный материал перед сваркой должен проходить тщательную очистку поверхности. Для удаления жировых соединений применяют обезжиривание. Оксидную пленку (ржавчину) удаляют травлением, химическим и электрохимическим полированием.

Промышленность выпускает присадочные материалы для сварки стали, чугуна, алюминия, меди, титана и их сплавов.

Проволока стальная сварочная и наплавочная. Для дуговой сварки и наплавки применяют специальные сварочные и наплавочные проволоки.

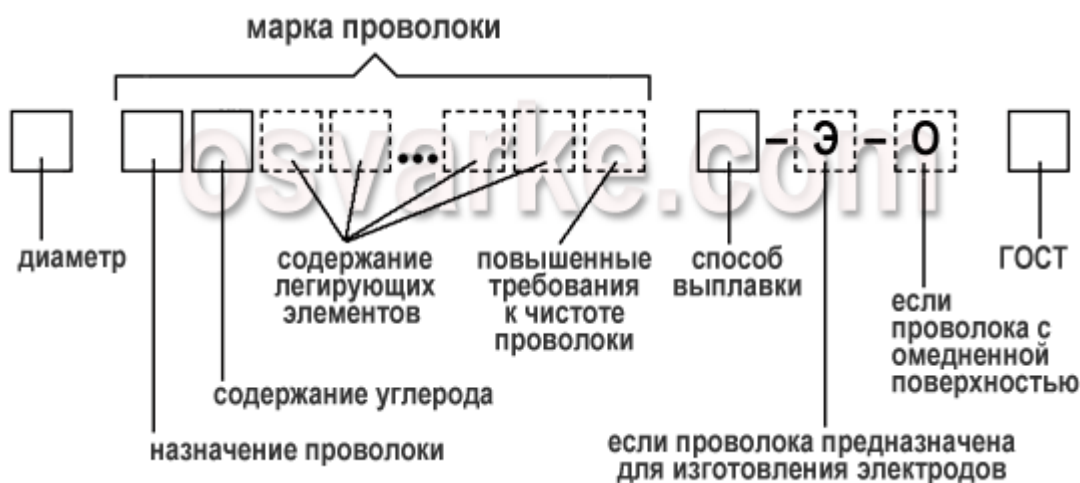
Сварочную проволоку выпускают следующих диаметров (мм): 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 с чистой, гладкой поверхностью

Холоднокатаную стальную **сварочную проволоку** сплошного сечения выпускают по ГОСТ 2246-70*, где она классифицируется по группам и маркам стали. ГОСТ предусматривает 77 марок разного химического состава, разделяющихся на три группы:

1) **6** марок из низкоуглеродистой стали – Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2А;

2) **30** марок из легированной стали с содержанием легирующих элементов от 2,5 до 10% - Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-18ХГС и др.;

3) **41** марку из высоколегированной стали с содержанием легирующих элементов более 10% - Св-12Х11НМФ, Св-10Х17НТ, Св-06Х18Н9Т.



1. Диаметр.

2. Марка проволоки:

- назначение (**Св** – сварочная, **Нп** – наплавочная).
- содержание углерода в сотых долях процента. Например, Св08 – проволока содержит 0,08% углерода;
- может указываться содержание легирующих элементов, обозначаемых буквами: **например С** – кремний. За буквой, которая обозначает легирующий элемент, следует число, указывающее его содержание в процентах. Если легирующий элемент содержится в количестве около 1%, то число не ставится. Например, Св08Х21Н5Т расшифровывается следующим образом: проволока сварочная, содержание углерода 0,08%, хрома 21%; никеля 5%; титана 1%;
- могут указываться повышенные требования к чистоте проволоки по вредным примесям – серы и фосфора. Они отмечаются в марке буквами **А** и **АА**. Например, в проволоке Св08 допускается до 0,04% серы и фосфора, для Св08А – до 0,03% этих примесей, в Св08АА – до 0,02%.

3. Способ выплавки: **ВД** – вакуумно-дуговые печи, **ВИ** – вакуумно-индукционные печи; **Ш** – электрошлаковый переплав.

4. Если проволока предназначена для изготовления электродов, то ставится буква **Э**.

5. Если проволока выпускается с омедненной поверхностью, то ставится буква **О**.

6. ГОСТ на проволоку.

Химические элементы в сталях условно обозначают следующим образом:

Химический элемент	Химическая формула	Условное обозначение	Химический элемент	Химическая формула	Условное обозначение
Алюминий	Al	Ю	Медь	Cu	Д
Азот (только в высоколегированных сталях)	N	А	Молибден	Mo	М
Бор	B	Р	Никель	Ni	Н
Ванадий	V	Ф	Ниобий	Nb	Б
Вольфрам	W	В	Титан	Ti	Т
Кремний	Si	С	Хром	Cr	Х
Кобальт	Co	К	Цирконий	Zr	Ц
Марганец	Mn	Г			

Пример обозначения проволоки диаметром 1,0 мм из легированной стали, содержащей 0,06-0,10 % С; 0,45-0,70 % Si; 1,15-1,45 % Мп; 0,85-1,15 % Cr; не более 0,3 % Ni; 0,40-0,60 % Mo; не более 0,025 % P, обозначается :

Проволока 1,0 Св-08ХГСМА ГОСТ 2246-70.

Проволока может поставляться в мотках, на катушках или в специальной упаковке, например, Marathon Pac фирмы ESAB.

Стальная **наплавочная проволока** по ГОСТ 10543-98 изготавливается диаметром от 0,3 до 8,0 мм, по химическому составу разделяется на три группы:

- 1) **9** марок из углеродистой стали – Нп-25, Нп-30 и т.д.;
- 2) **11** марок из легированной стали – Нп-10Г, Нп-50Г, Нп-30ХГС и др.;
- 3) **11** марок из высоколегированной стали – Нп-20Х14, Нп-30Х10Г10Т и др.

Проволока используется для наплавки под флюсом, в защитных газах, при электрошлаковой наплавке и для изготовления покрытых электродов. Марку проволоки выбирают в зависимости от назначения и требуемой твердости металла наплавленного слоя. Используемая для наплавки обрезная холоднокатанная лента имеет толщину от 0,4 до 1,0 мм при ширине от 20 до 100 мм. Ленту поставляют в рулонах.

Сварочная проволока из алюминия и алюминиевых сплавов. ГОСТ 7871-75. Размерный ряд диаметров проволоки укладывается в пределах 0,8-12,5 мм. Допустимые отклонения по диаметру и овальности проволок регламентированы. Стандартизированы 14 марок тянутой и прессованной проволоки. Их можно разделить на пять групп:

- из алюминия (с содержанием алюминия более 99,5 %) – Св-А97, Св-А85Т и др.;
- из сплавов системы Al – Мп – Св-АМц;
- из сплавов системы Al – Si – Св-АК5, Св-АК10;
- из сплавов системы Al – Cu – Св-12014;

- из сплавов системы Al – Mg - Св-АМг3, Св-АМг4 и т. д.

Обозначение марок алюминиевой проволоки принято по аналогии с соответствующими марками алюминиевых сплавов.

Пример: проволока тянутая (В) из алюминиевого сплава марки СвАМг5 в отожженном состоянии (М), диаметром 2,0 мм, на катушке (БР):

Проволока В.СвАМг5.М 2.00*БР ГОСТ7871-75.

Пример: проволока прессованная (П) из алюминиевого сплава марки СвАМц, в нагартованном состоянии (Н), диаметром 5,00 мм, в бухте (БТ):

Проволока П.СвАМц.Н 5.00*БТ ГОСТ 7871-75.

Проволока должна иметь чистую поверхность, на которой допускаются местные дефекты, не приводящие к тому, что после контрольной зачистки проволоки отклонения ее диаметра превысят предельные.

Поверхность проволоки диаметром 4 мм и менее подвергают химической обработке. Проволоку с химически обработанной поверхностью наматывают на катушки. Допускается изготовление и поставка прессованной проволоки в виде прямолинейных отрезков длиной 1,0...2,5 м (в пучках).

Сварочная проволока и прутки из меди и её сплавов, ГОСТ 16130-90.

Отечественная промышленность выпускает проволоку диаметром 0,8...8 мм и прутки диаметром 6 и 8 мм. При сварке изделий из меди и ее сплавов, а также для наплавки соответствующих поверхностных слоев на стальные изделия используют холоднодеформированную (тянутую) круглую сварочную проволоку и тянутые или прессованные круглые сварочные прутки.

Изготавливают проволоку следующих марок:

- медь и медные сплавы (М1, МСр1, МНЖ5-1, МНЖКТ5-1-0,2-0,2),
- бронзы хромистые – БрХ0,7;
- более сложного состава – БрХНТ, БрКМц-3-1, БрОЦ-4-3, БрАМЦ-9-2, БрОФ-0,15, БрАЖМц_10-3-1,5,
- латуни – Л63, ЛК62-0,5 и др.

Условное обозначение марок проволоки принято аналогично маркам меди и её сплавов.

В условном обозначении проволоки и прутка указывают наименование материала, способ изготовления, форму сечения, состояние материала, размеры (диаметр), длину (или вид поставки), марку материала и обозначение стандарта. Вместо отсутствующих данных ставят знак Х.

Пример условного обозначения сварочной холоднодеформированной проволоки (Д) с сечением круглой формы (КР), твердой (Т), диаметром 2,0 мм, в мотках (БТ), из сплава марки БрОЦ4-3:

Проволока сварочная ДКРТ 2,0 БТ БрОЦ4-3 ГОСТ 16130-85.

Поверхность проволоки и прутков должна быть чистой и гладкой без трещин, и расслоений, глубина которых при контрольной зачистке превышала бы половину предельных отклонений по диаметру. Твердая проволока должна выдерживать не менее четырех испытаний на перегиб. Кривизна прутков не должна превышать 4 мм на 1 м длины. Прутки при испытании должны выдерживать в холодном состоянии изгиб на 90° без появления следов надрыва и отслоений.

Проволока для сварки титана и его сплавов. Проволока не стандартизирована. Применяют сварочную проволоку, выпускаемую по ведомственным

техническим условиям из технического титана ВТ1-0, ВТ1-1, сплава ВТ2 и реже других сплавов.

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Составить конспект.
3. Проверить себя, ответив на вопросы:
 - 1) Какие материалы называют сварочными?
 - 2) Как выбирают присадочные материалы?
 - 3) Какие требования предъявляют к присадочным материалам?
 - 4) Какие виды присадочных материалов вы знаете?
 - 5) Перечислите требования, предъявляемые к сварочной проволоке.
 - 6) В каком виде поставляется сварочная проволока?
 - 7) Что содержит сертификат, сопровождающий партию сварочной проволоки?
 - 8) Как очищают присадочный материал?
 - 9) Назовите ГОСТ, по которому выпускают сварочную проволоку?
 - 10) Как классифицируется сварочная проволока по химическому составу?
 - 11) Для чего предназначена сварочная проволока марки Св-18ХГС, Св-08А.
 - 12) Расшифруйте: 1,6Св-08ХГСМА.
 - 13) Как обозначают проволоку для сварки (наплавки) и для изготовления электродов?
 - 14) Какую проволоку выпускают по требованию заказчика?
 - 15) Какой диаметр имеет стальная наплавочная проволока?
 - 16) Как классифицируют наплавочную проволоку по химическому составу?
 - 17) Для чего используют стальную наплавочную проволоку?
 - 18) Как выбирают стальную наплавочную проволоку?
 - 19) Назовите параметры наплавочной ленты.
 - 20) Как поставляют ленту?

Задание 1

Объяснить: чем сварочные материалы отличаются от присадочных.

Задание 2

Расшифровать следующие марки присадочных материалов: 1,2 Св-08А ГОСТ 2246-70; 2,0 Св-30Х25Н16Г7-Ш ГОСТ 2246-70; 1,6 Св-08Г2С-Щ ГОСТ 2246-70; 2,5 Св-08ХГСМФА-ВИ-Э-О ГОСТ 2246-70; ПП-АН7 4,0 ПС39-А2В ГОСТ 26271-84.

Домашнее задание:

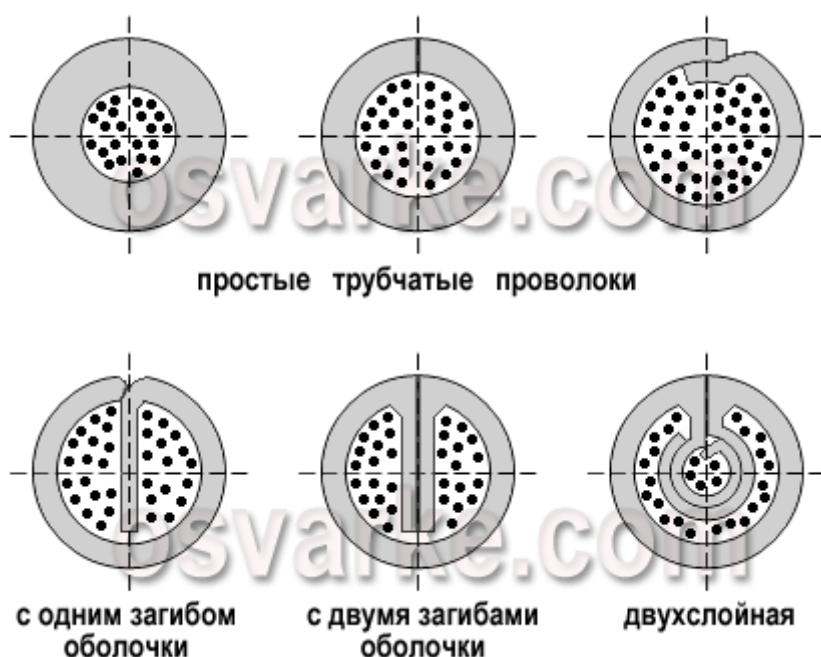
1. Изучить конспект.
2. Расшифровать следующие марки присадочных материалов: 0,8 Св-08Г2СА ГОСТ 2246-70, 1,2 Св-08А ГОСТ 2246-70.

1.1.2 Порошковые проволоки и ленты

Порошковая сварочная проволока

Порошковая сварочная проволока представляет собой трубчатую проволоку, заполненную порошкообразным наполнителем. Отношение массы порошка к массе металлической оболочки составляет от 15 до 40%. Конструкция порошковой проволоки может быть разной – простой трубчатой, с различными загибами оболочки, двухслойной (см. рисунок).

Загибы используются для придания проволоке жесткости и предотвращения высыпания порошка при ее сдавливании подающими роликами сварочного полуавтомата. Порошкообразный наполнитель представляет собой смесь руд, минералов, ферросплавов, химикатов. Он выполняет функции, аналогичные функциям электродных покрытий, – защиту металла от воздуха, стабилизацию дугового разряда, раскисление и легирование шва, формирование шва, регулирование процесса переноса электродного металла и др.



По назначению порошковые проволоки бывают **самозащитные**, предназначенные для сварки без дополнительной газовой защиты, и **проволоки для сварки в углекислом газе**. Каждая из этих групп, в свою очередь, подразделяется на проволоки общего назначения и специальные. Применение самозащитных проволок позволяет упростить процесс сварки, поскольку отпадает необходимость в использовании баллонов с углекислым газом. Это расширяет возможности использования полуавтоматической сварки, в частности в монтажных условиях

[ГОСТ 26271-84](#) определяет общие технические условия и распространяется на [порошковую проволоку](#) для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 900 МПа. Марки проволок стандартом не устанавливаются.

Условное обозначение **марки проволоки** должно состоять из индексов:

- ПП - порошковая проволока;

- буквенных или цифровых обозначений, указывающих шифр регистрации проволоки, принятой в отрасли организации-разработчика.

Полное обозначение порошковой проволоки для сварки включает:

- марку проволоки;
- диаметр, мм;
- условия применения порошковой проволоки;
- индекс допустимых положений сварки и условий формирования сварного шва;
- индекс типа проволоки (по величине предела текучести металла шва);
- индекс уровня проволоки по ударной вязкости металла шва;
- индекс категории порошковой проволоки по химическому составу наплавленного металла;
- обозначение стандарта.

Пример условного обозначения порошковой проволоки для сварки

Проволока порошковая для сварки марки ПП-АНЗ диаметром 3,0 мм, самозащитная (ПС), величина предела текучести металла шва 450 МПа (44), массовая доля в наплавленном металле: С < 0,15%, S < 0,03%, Р < 0,03% (А), обеспечивающую ударную вязкость металла шва не ниже 35 Дж/см² при температуре минус 20°C (2), для сварки в нижнем положении (Н):

ПП-АНЗ 3,0 ПС 44-А2Н ГОСТ 26271-84

где (расшифровка обозначения):

Индекс/Символ	Расшифровка	См.
ПП-АНЗ	марка порошковой проволоки для сварки	1
3,0	диаметр проволоки, мм	2
ПС	проволока самозащитная	3
44	предел текучести металла шва не менее 440 МПа	4
А	массовая доля элементов в наплавленном металле в части элементов: С не более 0,15%, S не более 0,03%, Р не более 0,03%	5
2	ударная вязкость металла шва не ниже 35 Дж/см ² при температуре минус 20°C	6
Н	допустимое пространственное положение сварки - нижнее	7
ГОСТ 26271-84	стандарт	8

Порошковые ленты для наплавки порошковые ленты ПЛ-АН101, ПЛ-АН102 и др. толщиной 0,8-1,2 мм шириной 30-80 мм изготавливают методом порошковой металлургии (спекают) из смеси металлических порошков, ферросплавов, графита и других материалов. При дуговой наплавке порошковыми проволоками и лентами применяют меньшие плотности тока по сравнению с электродами сплошного сечения, что обеспечивает меньшую глубину проплавления и меньшую степень разбавления наплавленного металла основным металлом.

Для наплавки используют порошки по ГОСТ 21448-75*. Они бывают крупные (К) с размерами частиц 0,80...1,25 мм, средние (С) – 0,4...0,8 мм, мелкие (М) – 0,16...0,40 мм и очень мелкие (ОМ) – менее 0,16 мм. ГОСТ предусматривает восемь марок порошков (ПГ-С27, ПГ-С1, ПГ-ФБХ6-2 и др.). Изготавливают их путём распыления жидкого металла. Форма частиц может быть сферической или осколочной. Основными компонентами порошков являются углерод, хром, кремний, марганец, молибден, никель, вольфрам, бор. Для наплавки и напыления также применяют порошки соединений карбидов, нитридов, оксидов.

Прутки для наплавки деталей, применяемых в условиях абразивного изнашивания с ударными нагрузками, а также при повышенных температурах в условиях коррозии и эрозии, предназначены для дуговой сварки неплавящимся электродами и газовой сварки. ГОСТ 21449-75* предусматривает выпуск пяти марок литых прутков диаметром 4, 5, 6 и 8 мм и длиной 300...500 мм; трех марок на основе железа – Пр-С27 (тип ПрН-У20Х17Н2) и двух на основе кобальта – ПрВЗК (тип ПрН-У10ХК63В5) и Пр-ВЗК-Р (тип ПрН-У20ХК57В10).

Выпускают прутки и из других металлов и сплавов длиной до 1000 мм для их использования в качестве дополнительного присадочного металла при ручных дуговых способах сварки неплавящимся электродом и газовой сварке.

Прутки чугунные для сварки и наплавки. Чугунные прутки для газовой сварки и наплавки серого чугуна и электродные стержни для дуговой сварки и наплавки выпускаются по ГОСТ 2671-91 диаметром 4, 6, 8, 10, 12, 16 мм, длиной 250, 350 и 450 мм.

По назначению чугунные прутки делятся на следующие марки:

- 1) А – для газовой сварки;
- 2) Б – для газовой сварки с местным нагревом и для электродных стержней;
- 3) НЧ-1; НЧ-3 – для низкотемпературной газовой сварки соответственно тонкостенных и толстостенных отливок;
- 4) БЧ и ХЧ – для износостойкой наплавки.

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Составить конспект.
3. Проверить себя, ответив на вопросы:
 - 1) Опишите вид порошковой проволоки.

- 2) Из какого материала изготавливают оболочку порошковой проволоки?
- 3) Что входит в состав наполнителей порошковой проволоки?
- 4) Какие конструкции порошковой проволоки вы знаете? Нарисуйте их.
- 5) Как порошковые проволоки подразделяются по способу защиты?
- 6) Какие преимущества имеет порошковая проволока по сравнению с электродами сплошного сечения?
- 7) Как классифицируются порошковые проволоки для механизированной наплавки?
- 8) Какие конструкции порошковой наплавочной проволоки вы знаете?
- 9) Как изготавливают порошковые ленты для наплавки?
- 10) Когда применяют прутки для наплавки?
- 11) Каким способом изготавливают порошки для наплавки?
- 12) Какие химические элементы используют при изготовлении порошков для наплавки.
- 13) Назовите марки чугунных прутков.
- 14) Для чего предназначены чугунные прутки БЧ и ХЧ?

Задание 1

Заполнить пустые графы таблицы.

Порошковая проволока	
Конструкция	
Виды для углеродистой и низколегированной стали	
Допустимое пространственное положение	
Состав сердечника	

Задание 2

Составить структурное обозначение порошковой проволоки по описанию: порошковая проволока марки АН32 диаметром 2,5 мм, предел текучести металла шва 490 МПа, химический состав наплавленного металла (не более): углерода - 0,15 %, серы - 0,04 %, фосфора – 0,04 %; ударная вязкость металла шва при температуре -20°C не менее 80 Дж/см², для сварки в нижнем положении.

Домашнее задание:

1. Изучить конспект.

2. Выписать в словарь следующие термины и определения: *порошковая проволока, порошковая лента, порошковая наплавочная проволока, газозащитная проволока, самозащитная проволока, прутки для наплавки*

1.1.3 Неплавящиеся электроды для дуговой сварки

Для дуговой сварки и резки используют угольные, графитовые и вольфрамовые неплавящиеся электроды. Они имеют высокую температуру плавления и служат только для поддержания горения дуги, не участвуя в формировании металла шва.

Угольные электроды изготавливают прессованием из порошка кокса с последующим отжигом при температуре $\approx 1400^{\circ}\text{C}$. Различают два вида этих электродов — омедненные и неомедненные. Применяют их для сварки металлов, воздушно-дуговой резки, удаления прибылей отливок в других работ. Угольные электроды выпускают трех марок: ВДК — воздушно-дуговые круглые; ВДП — воздушно-дуговые плоские; СК — сварочные круглые.

Электроды марки ВДК изготавливают номинальными диаметрами 6, 8, 10 и 12 мм и длиной 300 ± 10 мм, марки ВДП — номинальным сечением 12x5 и 18x5 и длиной (350 ± 10) мм, марки СК — номинальными диаметрами 4, 6, 8, 10, 15 и 18 мм и длиной (250 ± 10) мм.

Изготовление **графитовых электродов**, предназначенных для дуговой сварки или резки, стандартом не предусмотрено. Их можно изготовить из остатков или отходов электродов плавильных печей разрезкой с последующим обтачиванием. Сопротивление графита в 4 раза меньше, чем сопротивление угля, — это позволяет использовать графитовые электроды при больших плотностях тока.

Графитовые и угольные электроды различаются строением углерода. В графитовых углерод имеет кристаллическое строение, в угольных — аморфное. Температура начала окисления на воздухе угольного электрода 500°C , графитового — 640°C , следовательно предпочтительнее применение графитовых электродов.

Угольные электроды изготавливают путем прессования и последующей термической обработки угольного порошка. Их изготавливают в виде стержней круглого и прямоугольного сечения. Для воздушно-дуговой резки изготавливают стержни круглого сечения марки ВДК, диаметром 6, 8, 10, 12 мм и длиной 300 мм, а также плоские стержни марки ВДП, сечением 5x12 и 5x18 мм и длиной 350 мм. Для сварки изготавливают круглые стержни диаметром 4—18 мм и длиной 250 мм. Для улучшения теплофизических свойств и большей стойкости угольные стержни подвергают графитизации путем термической обработки при температуре 2600°C . Графитизация уменьшает омическое сопротивление электродов в четыре раза, поэтому они меньше нагреваются, меньше окисляются (сгорают) и применяются при токе большей величины. Для этой же цели применяют омеднение поверхности электродов.

Угольные электроды предназначены для воздушно-дуговой резки и сварки металлов, удаления прибылей и дефектов литья, строжки электроприхваток и сварных швов, поверхностной резки металлов, срезки заклепок и подготовки кромок под сварку.

Высокая температура кипения углерода (4500 К) обеспечивает его малый расход за счет испарения, но при взаимодействии с воздухом происходит окисление и угар с возможным науглероживанием сварочной ванны. Уменьшить разогрев электрода можно за счет увеличения его сечения. По этой причине угольные и графитовые электроды обычно применяют больших диаметров (6 – 20 мм и выше), что затрудняет действия сварщика.

Уменьшить диаметр электродов, исключить опасность науглероживания металла шва можно при применении электродов из тугоплавких металлов. Наиболее широкое применение для сварки имеют вольфрамовые электроды диаметрами 1 – 6 мм с высокой механической прочностью и сравнительно небольшим электрическим сопротивлением. Температура плавления вольфрама 3377⁰ С, температура кипения 4700⁰ С. Вольфрамовые стержни изготавливают из порошка (чистотой 99,7 %), которые прессуют, спекают и проковывают, в результате чего отдельные его частицы свариваются. Заготовки подвергают волочению для получения стержней необходимых диаметров.

Вольфрамовые электроды изготавливают из чистого вольфрама и с присадкой окислов лантана или иттрия и диоксида тория. Легирования вольфрама окислами иттрия или лантана в небольшом количестве резко увеличивает эмиссионную способность вольфрама-катода, в результате чего возникает стойкость электродов (способность длительное время сохранять заостренную форму) при максимальных токах, повышается стабильность горения дуги. Однако все электроды на основе вольфрама требуют при сварке защиты их инертными газами от окисления кислородом воздуха.

Электроды из чистого вольфрама используют для сварки переменным током, а электроды с активизирующими присадками - как для сварки переменным, так и постоянным током прямой и обратной полярности.

Требования стандартов к неплавящимся вольфрамовым электродам. Для дуговой сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (аргон, гелий), а также для плазменных процессов резки, наплавки и напыления применяют электроды по ГОСТ 23949-80.

В зависимости от химического состава электроды изготавливают из вольфрама следующих марок: ЭВЧ – из чистого вольфрама, ЭВЛ – из вольфрама с присадкой оксида иттрия, ЭВИ-1, ЭВИ-2, ЭВИ-3 – из вольфрама с присадкой оксида иттрия; ЭВТ-15 - из вольфрама с присадкой диоксида тория.

По международному стандарту EN 26848 вольфрамовые электроды должны иметь короткое буквенно-цифровое обозначение и цветовую пометку. Буквенная часть маркировки говорит о составе электрода. Первой буквой как правило всегда является W вольфрам. Вторая буква означает оксид какого химического эле-

мента входит в состав электрода. Основные легирующие оксиды имеют следующие обозначения:

- С (Ce церий) оксид церия
- Z (Zr цирконий) оксид циркония
- L (La лантан) оксид лантана
- Т (Th торий) оксид тория
- Р (иногда не указывается) чистый вольфрам без добавок

Число, следующее за буквенным обозначением, показывает каков процент добавки в составе электрода в десятых долях процента. Например, 20 означает, что в составе электрода содержится около 2% легирующего оксида. Также, через дефис в маркировке электрода, может быть указано еще одно число оно означает длину в миллиметрах. Встречаются неплавящиеся электроды длиной 50, 75, 150 и 175 миллиметров, причем 175 мм наиболее распространенный размер. Также, разнятся электроды и по своему диаметру, наиболее распространены следующие 1,0 мм, 1,6 мм, 2,0 мм, 2,4 мм, 3,0 мм, 3,2 мм, 4,0 мм, 4,8 мм, 5,0 мм, 6,0 мм, 6,4 мм. Итак, обобщив всю информацию, увидим, что, например, электрод марки WL 15-175 это вольфрамовый неплавящийся электрод с содержанием оксида лантана около 1,5% длиной 175 мм.

В настоящий период времени наша промышленность выпускает электроды длиной 175 мм и такими диаметрами: 1 мм; 1,6 мм; 2 мм; 2,4 мм; 3,2 мм; 4 мм. Разница между размерами обусловлена необходимостью работы при определенных диапазонах сварочных токов:

- 1 мм – до 50 А;
- 1,6 мм – до 100 А;
- 2 / 2,4 мм – до 200 А;
- 3,2 мм – до 300 А;
- 4 мм – свыше 300 А.

Что касается цветовых отметок, то они соответствуют определенным маркам следующим образом:

- зеленый WP (чистый вольфрам)
- серый WC 20 (с оксидом церия 2%)
- черный WL 10 (с оксидом лантана 1%)
- золотой WL 15 (с оксидом лантана 1,5%)
- синий WL 20 (с оксидом лантана 2%)
- белый WZ 8 (с оксидом циркония 0,8%)
- желтый WT 10 (с оксидом тория 1%)
- красный WT 20 (с оксидом тория 2%)

- фиолетовый WT 30 (с оксидом тория 3%)
- оранжевый WT 40 (с оксидом тория 4%)

Следует отметить, что использование марок WT 30 и WT 40 не рекомендуется, т.к. торий является радиоактивным элементом и его повышенное содержание в составе электрода может нанести вред здоровью и окружающей среде.

Теперь перейдем к использованию неплавящихся электродов и их сравнительным характеристикам.

Тип WP, или W (зеленый) применяется для аргонодуговой сварки переменным током алюминия, алюминиевой бронзы, магния, никеля и их сплавов.

Сравнительные характеристики:

Зажигаемость очень плохо

Срок службы плохо

Нагружаемость током плохо

Безопасность для здоровья отлично

Тип WC 20 (серый) применяется для аргонодуговой сварки постоянным током прямой полярности нержавеющей и др. высоколегированных сталей, высокоплавляющихся металлов (молибден и т.п.), медь, бронза, никель, титан и их сплавов.

Сравнительные характеристики:

Зажигаемость очень хорошо

Срок службы очень хорошо

Нагружаемость током очень хорошо

Безопасность для здоровья отлично

Тип WL применяется для плазменной сварки/напыления переменным током и постоянным током прямой полярности деталей малой толщины, высоколегированных сталей.

Сравнительные характеристики:

Зажигаемость удовлетворительно

Срок службы очень хорошо

Нагружаемость током хорошо

Безопасность для здоровья отлично

Тип WZ 8 (белый) применяется для аргонодуговой сварки переменным током алюминия, алюминиевой бронзы, магния, никеля и их сплавов.

Сравнительные характеристики:

Зажигаемость удовлетворительно

Срок службы хорошо

Нагружаемость током хорошо

Безопасность для здоровья отлично

Тип WT 20 (красный) применяется для аргонодуговой сварки постоянным током прямой полярности нержавеющей и др. высоколегированных сталей, высокотемпературных металлов (молибден и т.п.), медь, бронза, никель, титан и их сплавов.

Сравнительные характеристики:

Зажигаемость очень хорошо

Срок службы хорошо

Нагружаемость током очень хорошо

Безопасность для здоровья удовлетворительно

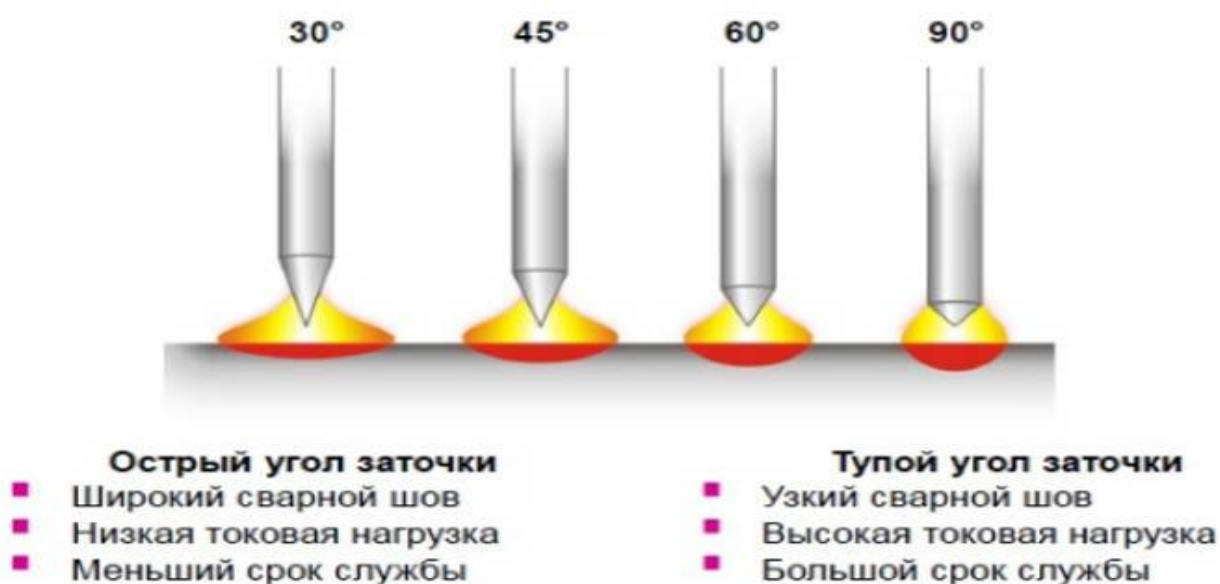
Заточка вольфрамовых электродов

Перед сваркой на постоянном токе вольфрамовые электроды необходимо заточить. Угол и направление заточки важно скорректировать так, чтобы кончик электрода стал очень острым. Это необходимо для того, чтобы сварочная дуга была полностью сфокусирована на малом диаметре сварочной ванны.

Сварочная ванна – это объём полностью расплавленного металла, образовавшегося при сварке плавлением при высоких температурах. Образование такой сварочной ванны – главный этап получения неразъёмных соединений при сварке плавлением, так как от формы и размеров ванны зависят геометрические размеры швов. Если электрод не будет заточен, то размер дуги будет слишком большим в диаметре и тепловложение окажется недостаточным.

Для сварки металлов на переменном токе электрод тоже нужно заточить. Но в этом случае кончик электрода должен быть немного притуплен. При сварке на переменном токе вольфрамовый электрод сильнее греется и немного подплавляется, что и требуется для получения более рассеянной дуги. Чтобы электрод держал форму, нужно правильно подбирать диаметр электрода в зависимости от диаметра сварочных швов.

Рекомендации по заточке электродов



Технические требования. Вольфрамовые электроды должны быть изготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ 23949-80 из чистого вольфрама и вольфрама с активирующими присадками.

На поверхности электродов не должно быть раковин, расслоений, трещин, оксидов, остатков технологических смазок, посторонних включений и загрязнений..

Поверхность электродов, изготовленных волочением, должна быть очищена от оксидов, технологических смазок и прочих загрязнений химической обработкой (травлением). На поверхности электродов не допускаются следы волочения глубиной более половины допуска на диаметр.

Неравномерность диаметра по длине электродов и овальность – не более предельных отклонений на диаметр. Электроды должны быть прямыми. Непрямолинейность электродов не должна превышать 0,25 % длины. Торцы электродов должны иметь прямой срез. Не допускаются на торце электродов сколы величиной более предельного отклонения на диаметр.

Внутренние расслоения и трещины не допускаются.

Правила приемки. Электроды принимают партиями. Партия должна состоять из электродов, изготовленных из шихты одного приготовления и оформлена одним документом о качестве, который должен содержать наименования электрода, № партии и др. данные.

Масса партии не более 1300 кг.

Проверку каждого электрода ведут по размерам, качеству поверхности, неравномерности диаметра, овальности, прямолинейности, срезу торцов и отсутствию расслоений и трещин. При получении неудовлетворительных результатов по химическому составу проверку повторяют, если результат вновь неудовлетворительный – партию бракуют.

Пример условного обозначения неплавящегося электрода:

ЭВЛ- Ø2-150 ГОСТ 23949-80.

Упаковка, транспортировка, хранение. Упаковывают вольфрамовые электроды в коробки из картона с ложементами из пенопласта, гофрированной или прессованной плотной бумаги. На коробку наклеивают этикетку. Коробки упаковывают в деревянные ящики, выложенные внутри упаковочной водонепроницаемой бумагой или ватой. Ящики маркируют: наименование, марка, размер электродов, № партии, дата упаковки, масса нетто.

Доставляют всеми видами крытого транспорта. Хранят в упаковке.

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Составить краткий конспект.
3. Проверить себя, ответив на вопросы:
 - 1) Из каких материалов изготавливают неплавящиеся электроды?
 - 2) Для чего служат неплавящиеся электроды?
 - 3) Почему расход неплавящихся электродов минимальный?
 - 4) Чем отличаются графитовые электроды от угольных?

- 5) Как изготавливают вольфрамовые электроды?
- 6) Чем и для чего легируют вольфрамовые электроды?
- 7) У каких электродов стойкость выше при сварке?
- 8) Какие электроды используют для сварки переменным током?
- 9) Как затачивают электроды?
- 10) Как маркируют электроды?

Задание 1

Выберите правильный ответ

1. К неплавящимся электродам относятся ...
 - а) угольные и графитовые
 - б) вольфрамовые и циркониевые
 - в) графитовые и лантановые
2. Неплавящиеся электроды служат
 - а) для устойчивого горения дуги
 - б) для поддержания горения дуги
 - в) только для зажигания дуги
3. На воздухе быстрее окисляются ...
 - а) угольные электроды
 - б) графитовые электроды
 - в) вольфрамовые электроды
4. Уменьшить разогрев неплавящихся электродов можно за счет ...
 - а) увеличения его сечения
 - б) уменьшения его сечения
 - в) применения электрода из тугоплавких металлов
5. При работе на постоянном токе вольфрамовые электроды затачивают ...
 - а) на конус
 - б) плоская заточка
 - в) под сферу.

Форма ответа:

1	2	3	4	5

Домашнее задание:

1. Изучить конспект, выписать в словарь новые термины и определения.
2. Составить кроссворд по теме: "Неплавящиеся электроды" (не менее 20 слов)

Тема 1.2 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЛАВЯЩИЕСЯ ЭЛЕКТРОДЫ

1.2.1 Плавящиеся покрытые электроды

Плавящиеся электроды представляют собой металлический стержень, на поверхность которого окунанием или опрессовкой под давлением наносится покрытие определенного состава и толщины (рис.2).

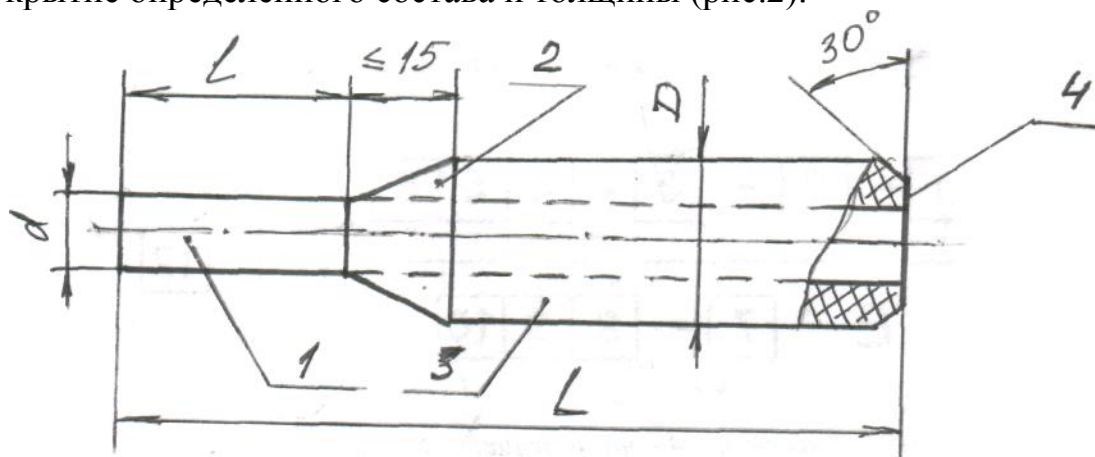


Рисунок 2

Плавящийся покрытый электрод

1- стержень; 2 – участок перехода; 3- покрытие; 4 – контактный торец без покрытия (для возбуждения дуги); L – длина электрода (150...450 мм); l (20...30 мм) – длина, зачищенного от покрытия конца (для зажатия его в электрододержателе); d – диаметр стержня (1,6...6мм).

Покрытие электрода – смесь веществ, нанесенная на электрод для усиления ионизации, защиты от неблагоприятного воздействия среды и металлургической обработки металла сварочной ванны.

Все покрытия должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать стабильное горение дуги;
- физические свойства шлаков, образующихся при плавлении электродов, должны обеспечивать нормальное формирование шва и удобное манипулирование электродом;
- не должны проходить реакции между шлаками, газами и металлом, способные вызвать образование пор в сварных швах;
- материалы покрытия должны хорошо измельчаться и не вступать в реакцию с жидким стеклом или между собой при изготовлении покрытия;
- должны обеспечивать получение металла шва требуемых химического состава и свойств;
- обеспечивать равномерное расплавление электродного стержня и покрытия;
- обеспечивать высокую производительность при небольших потерях электродного материала на угар и разбрызгивание;

- состав покрытий должен обеспечивать приемлемые санитарно-гигиенические условия труда при изготовлении электродов и в процессе их сгорания;
- шлаки, образующиеся при плавлении покрытия должны быть иметь плотность меньшую, чем плотность металла сварочной ванны, что обеспечит его всплывание из сварочной ванны;
- шлак должен покрывать сварной шов по всей поверхности ровным слоем;
- шлак должен легко отделяться от сварного шва.

Указанные требования обеспечиваются подбором соответствующих материалов электродного стержня и покрытия, в состав которых вводятся стабилизирующие, шлакообразующие, газообразующие, раскисляющие, легирующие, связующие и формовочные компоненты.

Стабилизирующие (или ионизирующие) предназначены обеспечить устойчивое горение дуги, что достигается введением в покрытие материалов, содержащих соединения щелочных и щелочноземельных металлов К, Na, Са, обладающих низким потенциалом ионизации. Такими материалами являются: поташ, кальцинированная сода, полевой шпат и др.

Шлакообразующие составляющие защищают расплавленный металл от воздействия кислорода и азота воздуха и частично рафинируют (очищают) его. Они образуют шлаковые оболочки вокруг капель электродного металла, проходящих через дуговой промежуток, и шлаковый покров на поверхности металла шва, шлакообразующие составляющие уменьшают скорость охлаждения металла и способствуют выделению из него неметаллических включений. Жидкий шлак проницаем для газов, способствует их удалению и формирует поверхность сварного шва. К ним относятся: марганцевая руда, гематит, гранит, мрамор, магнезит, кремнезем, полевой шпат, плавиковый шпат и др. температура плавления шлака достигает 1200°C . Незначительная вязкость шлака способствует хорошему формированию сварного шва. Шлаки не плавятся при строго определенной температуре. С увеличением температуры шлака его вязкость снижается, а при понижении температуры возрастает. Шлаки затвердевают с различной скоростью. Для хорошего формирования шва предпочтительны шлаки, которые переходят из твердого состояния в жидкое в небольшом интервале температур.

Газообразующие при нагревании разлагаются и образуют газы, которые оттесняют воздух от плавильной зоны и тем самым обеспечивают защиту расплавленного металла. Они вводятся в электродное покрытие в виде органических веществ (крахмал, декстрин, оксицеллюлоза, древесная мука) или минералов, которые, диссоциируя, образуют газы (мрамор, магнезит, доломит). Газовая защита образуется в результате диссоциации органических веществ при температуре выше 200°C и карбонатов при температуре около 900°C . Процесс диссоциации проходит вблизи от торца электрода. При обычном составе электродных покрытий на каждый грамм металла электродного стержня выделяется $90...120\text{см}^3$ защитного газа, состоящего из углекислого газа, угарного газа, кислорода и водорода. При этом обеспечиваются достаточно надежное оттеснение

воздуха из зоны сварки и попадание незначительного количества азота в металл шва (не более 0,03 %).

Раскисляющие – восстанавливающие часть металла, находящегося в расплаве в виде окислов. Достигается за счет элементов и компонентов, имеющих большее, чем железо, сродство к кислороду и другим элементам, окислы которых требуется удалить из металла шва. С этой целью в покрытие вводится ферромарганец, ферросилиций, ферротитан, реже ферроалюминий.

Легирующие дополняющие металл шва элементами для придания ему специальных свойств, например, повышенной прочности, износоустойчивости, коррозионной стойкости и других свойств.

В качестве легирующих элементов используются ферросплавы, иногда чистые металлы: марганец, хром, титан, ванадий и т. д.

Связующие (клеящие) и цементирующие предназначены связать порошковые материалы покрытия в однородную, достаточно вязкую массу, и сцементировать покрытие на электродном стержне с тем, чтобы после высыхания оно имело нужную прочность. Чаще всего для этого используются натриевое жидкое стекло ($\text{Na}_2\text{O} \times \text{SiO}_2$). В покрытие еще вводятся **пластификаторы**, улучшающие формирование покрытия на стержне электрода, что особенно важно при прессовом изготовлении электродов. Для этого применяют бетонит, каолин, силикатную глыбу, декстрин.

Некоторые материалы в покрытии выполняют одновременно несколько функций, например: мрамор является стабилизирующим шлакообразующим и газозащитным материалом, ферросплавы – раскисляющими и легирующими материалами.

Материалы, используемые для изготовления электродных покрытий, должны соответствовать требованиям соответствующих ГОСТом и ТУ.

ГОСТ 9466-75 устанавливает шесть видов электродных покрытий. Рассмотрим особенности кислого, основного, целлюлозного и рутилового покрытий.

Все покрытия должны удовлетворять следующие требования:

Кислое покрытие обозначается буквой А и свидетельствует, что в состав этих покрытий имеется значительное количество материалов рудного происхождения (например, электроды марки ЦМ-7), содержащие кислые компоненты: марганцевую руду, гематит, кремнезем, обеспечивающие шлаковую защиту и большое количество ферромарганца, необходимого для раскисления металла шва и увеличения производительности за счет железа, переходящего из покрытия в металл шва. Газовая защита обеспечивается разложением под действием теплоты дуги органических составляющих покрытия (крахмал, декстрин).

Сварку электродами с этим видом покрытия можно производить на постоянном токе, а при коэффициенте покрытия (отношение массы покрытия к массе покрытой части стержня) до 0,4 возможна сварка во всех пространственных положениях. В процессе сварки этими электродами сварочная ванна бурно кипит вследствие активного раскисления металла сварочной ванны углеродом, что способствует хорошей дегазации металла шва, поэтому при сварке длиной дугой и на форсированных режимах по окалине или ржавчине получают плотные швы

без пор. Кислое покрытие обеспечивает хорошую стабильность горения дуги при сварке переменным током, легкое зажигание дуги, высокую производительность процесса сварки.

Недостатками кислых покрытий электродов являются:

- 1) склонность металла шва к образованию кристаллизационных трещин;
- 2) повышенное разбрызгивание металла;
- 3) значительное выделение в процессе сварки вредных марганцевых соединений;
- 4) большая склонность металла к механическому старению;
- 5) склонность шва к наводороживанию.

Электроды с кислым покрытием применяют для сварки конструкций из низкоуглеродистых сталей в строительстве и машиностроении в заводских и монтажных условиях.

Основное покрытие обозначается буквой **Б**. Это покрытие содержит: карбонат кальция CaCO_3 , карбонат магния, плавиковый шпат CaF_2 — обеспечивающие шлаковую защиту; ферросплавы и некоторое количество кремнезема. Газовая защита расплавленного металла обеспечивается углекислым газом и окисью углерода, образующимися вследствие диссоциации карбонатов (например, электроды марки УОНИ-13/45).

Электроды с покрытием этого вида применяются для сварки швов во всех пространственных положениях с получением сварных соединений повышенной прочности и пластичности. Для сварки используют в основном постоянный ток обратной полярности. Чтобы использовать электроды этого вида для сварки на переменном токе, в покрытие вводят материалы, содержащие легко ионизирующие элементы: калиевое жидкое стекло, поташ, кальцинированную соду и др.

Металл шва, наплавленный электродами с основным покрытием, обладает минимальным содержанием кислорода и азота, мало насыщается водородом, минимально загрязнен неметаллическими включениями и вредными примесями серы и фосфора, обладает хорошей стойкостью против образования кристаллизационных трещин и старения, высокими показателями ударной вязкости как при положительных, так и при отрицательных температурах. Поэтому эти электроды предназначены для сварки конструкций, трубопроводов, сосудов из углеродистых и конструкционных сталей, жестких конструкций из литых углеродистых и низколегированных высокопрочных и высоколегированных сталей и сплавов в заводских и монтажных условиях.

Недостатком основного покрытия является:

- 1) низкая стабильность горения дуги: образование большого числа отрицательных ионов фтора при плавлении покрытия приводит к уменьшению проводимости дугового разряда и снижению устойчивого горения дуги, поэтому сварка возможна только на постоянном токе обратной полярности,
- 2) повышенная склонность к образованию пор в швах при сварке удлиненной дугой, при больших зазорах, при наличии окалина и коррозии на поверхности свариваемого металла, при увлажнении покрытия

Целлюлозное покрытие обозначается буквой **Ц**. Оно содержит преимущественно (до 40 %) материалы органического происхождения (крахмал, декстрин, оксигеллюлозу, древесную муку), которые, разлагаясь под действием теплоты дуги, обеспечивают интенсивную газовую защиту расплавленного металла.

Шлакообразующим в данном покрытии служит титановый концентрат, рутил, раскислителем – ферромарганец. (Например, электроды марки ВЦС-4).

При сварке на торце электрода появляется конусная втулка из нерасплавляющегося покрытия, что способствует образованию направленного потока газов, который обеспечивает оттеснение жидкого металла из-под дуги и обеспечивает более глубокое проплавление основного металла, хорошая стабильность горения дуги при использовании переменного и постоянного тока. Коэффициент покрытия электродов этого вида составляет 0,12-0,15, они образуют небольшое количество шлака, что позволяет применять их для сварки швов во всех пространственных положениях. По механическим свойствам соответствуют электродам типа Э-42.

Недостатками электродов с целлюлозным покрытием являются повышенная склонность металла шва к холодным трещинам (наводороживание металла) и к горячим трещинам при повышенном содержании углерода и серы, значительное разбрызгивание металла, большая чувствительность покрытия к перегреву при просушке и прокатке электродов (выгорание органических составляющих)

Применяют для сварки трубопроводов и конструкций из низкоуглеродистых сталей, в том числе корневых швов неповоротных магистральных трубопроводов методом опирания сверху вниз с высокой скоростью, достигающей 25 м/ч из низколегированных сталей в монтажных условиях.

Рутиловое покрытие обозначается буквой **Р**. Типичным представителем этого вида покрытия является электрод марки АНО-4. Это покрытие содержит минералы: рутил TiO_2 , рутиловый концентрат, мусковит, магнезит, обеспечивающие устойчивость горения дуги, шлаковую защиту, а за счет диссоциации некоторых элементов частичную газовую защиту. Раскисление и легирование достигается наличием ферромарганца, а газовая защита – целлюлозной. Имеющееся в покрытии некоторое количество калиевого жидкого стекла позволяет выполнить сварку этими электродами также на переменном токе.

Электроды не склонны к образованию пор в металле шва при коррозии и окалине на свариваемых кромках, при удлинении дуги. Рутиловое покрытие наряду с относительно малой вредностью для сварщиков обладают хорошими сварочно-технологическими свойствами: хорошая стабильность горения дуги при сварке на переменном и постоянном токе, низкая разбрызгиваемость металла, легкая отделяемость шлаковой корки, хорошее формирование швов во всех пространственных положениях, легкое зажигание дуги.

К недостаткам относятся склонность к появлению пор при сварке на повышенных режимах тока, при сварке угловых швов тавровых соединений с зазорами. Металла швов характеризуется низкой длительной пластичностью.

Применяются для сварки конструкций из низкоуглеродистой и низколегированной сталей с временным сопротивлением разрыву до 490 МПа в строительстве и машиностроении.

Прочие покрытия обозначаются буквой П.

Смешанные покрытия. К ним относят электроды с кислородно-целлюлозным (АЦ), рутилово-основным (РБ), кислородно-рутиловым (АР), рутилово-целлюлозным (РЦ) и другими видами покрытий. К электродам с кислородно-целлюлозным покрытием причисляют электроды марки ОМА-2, предназначенные для сварки тонколистовых конструкций (толщиной 1...3 мм из углеродистых низколегированных сталей постоянным и переменным током.

Конкретный состав покрытия и стержня определяет марка данного электрода. Ее обозначение часто содержит начальные буквы организации, в которой был разработан электрод, и порядковый номер разработки.

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Написать конспект в тетради, используя следующий план:
 - 1) Рисунок плавящегося электрода и его описание.
 - 2) Требования к покрытиям.
 - 3) Назначение различных компонентов покрытий.
 - 4) Состав компонентов покрытий и их действие на сварочный процесс.
3. Составить таблицу в тетради:

Обозначение покрытия	Наименование покрытия	Состав покрытия	Достоинства	Недостатки	Область применения	Марки электродов

3. Проверить себя, ответив на вопросы:
 - 1) Дайте определение плавящегося электрода.
 - 2) Назовите основные части плавящегося электрода.
 - 3) Как наносят покрытие на электрод?
 - 4) На какую часть поверхности стержня наносят покрытие?
 - 5) Для чего наносят покрытие на стержень электрода?
 - 6) Назовите составляющие электродного покрытия.
 - 7) Какие химические элементы обеспечивают стабильное горение дуги?
 - 8) В каких материалах присутствуют К, Na, Ca?
 - 9) Для чего предназначены шлакообразующие компоненты?
 - 10) Что такое "рафинирование"?
 - 11) Как шлакообразующие защищают электродный металл и поверхность металла шва?
 - 12) Почему жидкий шлак не задерживает газы в сварочной ванне?
 - 13) Какие материалы относятся к шлакообразующим?

- 14) Каким образом газообразующие обеспечивают защиту сварочной ванны?
- 15) Какие вещества, диссоциируя, образуют газовую защиту?
- 16) Почему химические элементы, входящие в состав покрытия удаляют кислород из сварочной ванны?
- 17) Какие вещества вводят в покрытия для раскисления сварочной ванны?
- 18) Для чего в состав покрытия вводят легирующие элементы?
- 19) Зачем в состав покрытия добавляют жидкое число?
- 20) Какие функции при сварке выполняют ферросплавы, входящие в состав покрытия?
- 21) Назовите виды электродных покрытий, регламентированные ГОСТ 9499-75.
- 22) Какие требования предъявляют к электродным покрытиям?
- 30) Как условно обозначаются электродные покрытия?
- 23) Назовите основное достоинство кислых покрытий.
- 24) Назовите недостатки кислых покрытий.
- 25) Чем обеспечивается газовая защита при сварке основным покрытием?
- 26) Дайте характеристику наплавленного металла при использовании основного покрытия.
- 27) Для каких конструкций предназначены электроды с основным покрытием?
- 28) Какие материалы входят в состав целлюлозного покрытия?
- 29) Какую защиту обеспечивают материалы органического происхождения?
- 30) Для чего в целлюлозное покрытие введен титановый концентрат (рутил)?
- 31) Назовите основные компоненты рутилового покрытия.
- 32) Почему электроды с рутиловым покрытием можно использовать для сварки на переменном токе?
- 33) Как обозначаются *прочие* покрытия?
- 34) Какие смешенные покрытия вы знаете?
- 35) Что обозначают начальные буквы марки электрода?

Задание 1

Подберите по описанию компоненты покрытий:

- 1) Компоненты, состоящие из бетонита, каолина, силикатной глыбы.
- 2) Компоненты, образующие защитную оболочку вокруг капель электродного металла и защитный покров на поверхности металла.
- 3) Компоненты, оттесняющие воздух от расплавленного металла.
- 4) Компоненты, обеспечивающие устойчивое горение дуги.
- 5) Компоненты, восстанавливающие металл из его окислов.
- 6) Компоненты, придающие покрытию прочность после высыхания.
- 7) Компоненты, придающие металлу специальные свойства.

Ответы: А – легирующие; Б – стабилизирующие; В – раскисляющие; Г- связующие;
Д – пластификаторы; Е – газообразующие; Ж – шлакообразующие.

Форма ответа:

1	2	3	4	5	6	7

Задание 2

Подберите к покрытию его состав и обозначение:

1. Рутиловое
2. Основное
3. Кислое
4. Целлюлозное.

В состав покрытия входят: а) – карбонаты кальция и магния, плавиковый шпат, ферросплавы, кремнезем; б) – марганцевая руда, плавиковый шпат, кремнезем, ферромарганец; в) – титановый концентрат, рутил, ильменит; г)- органические материалы (крахмал, декстрин, оксицеллюлоза).

Обозначение: А; Б; Ц; Р.

Форма ответа:

1	2	3	4

Домашнее задание:

1. Изучить конспект.
2. Реферат или презентация: тема "Изготовление покрытых электродов" (стр.7...10 формат А4)

1.2.2 ГОСТы на электроды для сварки и наплавки сталей

В настоящее время применяются четыре ГОСТа на металлические электроды для ручной дуговой сварки и наплавки сталей: ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75, ГОСТ 10051-75, ГОСТ 10052-75.

ГОСТ 9466-75 определяет классификацию, общие технические требования, размеры, правила приемки, методы испытаний, требования к упаковке, маркировке, хранению, транспортировке. ГОСТ содержит указания по системе обозначения электродов для их опознания по ряду их характеристик, которые должны быть указаны на этикетках пачек, коробок или другой упаковочной тары, используемой для хранения и транспортировки электродов, а также при оформлении документации.

ГОСТ 9467-75 распространяется на металлические покрытые электроды для ручной дуговой сварки углеродистых, низколегированных и легированных конструкционных и легированных теплоустойчивых сталей.

Требования к электродам для сварки указанных сталей установлены по механическим свойствам наплавленного металла и содержанию в нем серы и фосфора.

Типы этих электродов обозначаются буквой Э, затем следуют цифры, характеризующие минимально гарантируемое временное сопротивление наплавленного металла электродами данного типа. Например, обозначение Э42 обозначает тип электрода по ГОСТ 9467-75 с минимальным временным сопротивлением разрыву 420 МПа.

Если в обозначении после цифр стоит буква А, то это означает, что электрод данного типа обеспечивает более высокие пластические свойства наплавленного металла по сравнению с электродами соответствующего типа без этой буквы. Для сварки вышеуказанных сталей предусмотрены 14 типов электродов с различными требованиями по механическим свойствам и содержанию серы и фосфора. Данные по содержанию серы и фосфора распределены по группам качества и служат для индексации при условном обозначении электродов.

Электроды для сварки теплоустойчивых сталей по ГОСТ 9467-75 классифицируются по химическому составу и механическим свойствам наплавленного металла.

Типы маркируются буквой Э и другими буквами и цифрами, характеризующими химический состав наплавленного металла.

ГОСТ 10052-75 устанавливает требования на электроды для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами и распространяется на электроды для ручной дуговой сварки коррозионностойких, жаропрочных и жаростойких высоколегированных сталей мартенситного, мартенситно-ферритного, аустенотно-ферритного, аустенитно-мартенситного и аустенитного классов.

Типы этих электродов обозначаются буквой Э, затем следуют две цифры, указывающие среднее содержание углерода в сотых долях процента, после чего буквами и цифрами обозначаются, по принятой системе маркировки сталей, содержания элементов в наплавленном металле.

ГОСТ предусматривает 49 типов электродов и регламентирует требования к ним по химическому составу и механическим свойствам наплавленного металла.

ГОСТ 10051-75 устанавливает требования на покрытые металлические электроды для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами, и не распространяется на электроды для наплавки слоев из цветных металлов.

Тип электродов обозначается буквой Э, затем следуют цифры, характеризующие среднее содержание углерода в наплавленном металле в сотых долях процента и обозначение легирующих элементов по принятой системе маркировки сталей.

ГОСТ предусматривает 44 типа электродов и регламентирует их по химическому составу наплавленного металла и его твердости при нормальной темпе-

ратуре. Данные Содержание серы и фосфора в таблице распространены по группам и служат для индексации при условном обозначении электродов.

Наряду с типами электродов, определяемыми по ГОСТам, различают еще электроды по маркам, которые указаны в паспорте. Одному типу электродов по ГОСТ могут соответствовать несколько марок. Например, электродам типа Э42 соответствуют марки ОММ-5, ЦМ-7 и др.

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Написать конспект в тетради.
3. По выданным этикеткам электродов определить их тип.

1.2.3 Классификация и условные обозначения металлических электродов для ручной дуговой сварки и наплавки

Классификация электродов осуществляется по следующим признакам: вид металла, для сварки которого они предназначены; толщина и тип покрытия; механические свойства металла шва и др.,

ГОСТ 9466-75 устанавливает структурную схему условного обозначения электродов. Рассмотрим обозначение каждого пункта структурной схемы.

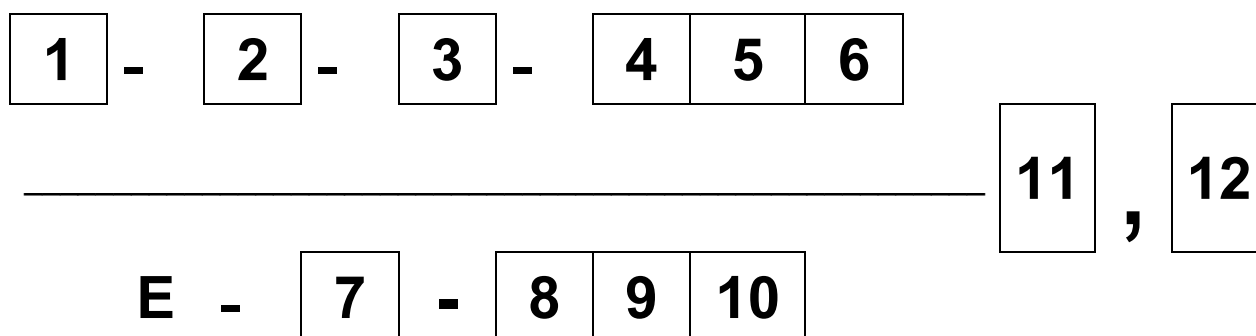


Рисунок 3

Структурная схема условного обозначения металлического электрода

1 - тип; 2 - марка; 3 - диаметр; 4 - назначение; 5 - толщина покрытия;
6 - группа (по качеству); E - электрод; 7 - характеристика наплавленного металла;
8 - вид покрытия; 9 - допустимые пространственные положения;
10 - род и полярность тока; 11 - ГОСТ; 12 - ГОСТ или ТУ на типы электродов.

1. Тип электрода устанавливается по соответствующим стандартам.
2. Марка электрода – по паспорту или ТУ.
3. Диаметр электрода – по паспорту или ТУ.

4. Назначение – в соответствии с принятым подразделением свариваемых сталей:
- **У**- для сварки углеродистых и низколегированных сталей с $\sigma_B \leq 600$ МПа; - девять типов электродов (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60). Буква А указывает на более высокие характеристики пластичности наплавленного металла.
 - **Л**- для сварки легированных конструкционных сталей с $\sigma_B \geq 600$ МПа; - пять типов (Э70, Э85, Э100, Э125, Э150)
 - **Т** - для сварки легированных теплоустойчивых сталей; - девять типов (Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-09Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Э-10Х5МФ0)
 - **В** - для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами; - 49 типов ГОСТ 10052-75 (Э-12Х13, Э-07Х19Н11М3Г2Ф)
 - **Н** - для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами- 44 типа (ГОСТ 10051-75) (Э-10Г2, Э-100Х12М)
5. Толщина покрытия – в зависимости от отношения диаметра покрытого электрода D к диаметру электродного стержня d электроды различаются :
- **М** - с тонким покрытием ($D \leq 1,20$);
 - **С** - со средним покрытием ($1,2 < D/d \leq 1,45$);
 - **Д** - с толстым покрытием ($1,45 < D/d \leq 1,8$);
 - **Г** - с особо толстым покрытием ($D/d > 1,8$).
6. Группы по качеству устанавливаются только в зависимости от содержания серы и фосфора в наплавленном металле: для электродов Э38 – Э150 по ГОСТ 9467-75 , а для некоторых типов электродов по ГОСТ 10051-75, где электроды по этому признаку разделены на три группы, причем самые качественные электроды относятся к 3 группе качества, а низкого качества – к 1 группе (табл. 7).

Таблица 7 Характеристика металла шва, наплавленного электродами для сварки конструкционных сталей (по ГОСТ 9467-75*)

Тип электрода	Механические свойства при нормальной температуре					Предельное содержание в наплавленном металле, %					
	металла шва или наплавленного металла			сварного соединения, выполненного электродами диаметром не менее 3 мм		серы			фосфора		
	σ_B , МПа	δ_s , %	КС, Дж/см ²	σ_B , МПа	угол загиба						
	Группы электродов по ГОСТ9466-75										
	не менее					1	2	3	1	2	3
Э38	380	14	30	380	60	0,045	0,040	0,035	0,050	0,045	0,040
Э42	420	18	80	420	150						
Э46	460	18	80	460	150						
Э50	500	16	70	500	120						
Э42А	420	22	150	420	180						

Э46А	460	22	140	460	180							0,030
Э50А	500	20	130	500	150							
Э55	550	20	120	550	150							
Э60	600	18	100	600	120	0,035	0,030	0,025	0,040	0,035		
Э70	700	14	60	-	-							
Э85	850	12	50									
Э100	1000	10	50									
Э125	1250	8	40									
Э150	1500	6	40									

7. Группа индексов, характеризующих наплавленный металл и металл шва по временному сопротивлению, относительному удлинению и минимальной температуре, при которой ударная вязкость металла шва и наплавленного металла составляет не менее 35 Дж/см² (3,5 кгс·м/см²), только для электродов типа Э38-Э60 по ГОСТ 9467-75 (см. табл. 8) (механические свойства наплавленного металла).

8. Обозначение типа покрытия. Различают следующие виды покрытий:

- А - кислое;
- Б - основное;
- Ц - целлюлозное;
- Р - рутиловое;
- смешенное – соответствующее двойное обозначение (например, РБ);
- П - прочие виды покрытий.

Если в составе покрытия содержится более 20 % железного порошка, то вид покрытия дополняется буквой Ж (например БЖ).

9. В зависимости от допустимых пространственных положений сварки или наплавки электроды подразделяются и обозначаются:

- 1 - для всех пространственных положений;
- 2 - для всех положений, кроме вертикального сверху вниз;
- 3 - для нижнего, горизонтального и вертикального снизу вверх;
- 4 - для нижнего и нижнего "в лодочку".

10. По роду тока, полярности, номинальному напряжению холостого хода, используемого источника питания сварочной дуги переменного тока частотой 50 Гц электроды подразделяются и обозначаются в соответствии с табл. 8.

Таблица 8. Классификация покрытых электродов по роду и полярности применяемого при сварке или наплавке тока и напряжения холостого хода по ГОСТ 9466-74

Рекомендуемая полярность постоянного тока	Напряжение холостого хода источника переменного тока, В	Обозначение
Обратная	-	0
Любая	50 ± 5	1
Прямая		2
Обратная		3
Любая		4

Прямая	70 ± 10	5
Обратная		6
Любая	90 ± 5	7
Прямая		8
Обратная		9

Примечание. Цифрой 0 обозначают электроды, предназначенные для сварки или наплавки только на постоянном токе обратной полярности.

11. Номер ГОСТ 9466-75, определяющий классификацию, размеры и общие технические требования на покрытые металлические электроды для ручной дуговой сварки.

12. Номера ГОСТов, регламентирующих требования к рассматриваемому типу электродов (ГОСТ 9467-75, ГОСТ 10051-75 или ГОСТ 10052-75).

В условном обозначении электродов с временным сопротивлением до 600 МПа после буквы *E* тире не ставится.

Условное обозначение электродов должно содержать данные, расположение которых указано на рис. 3.

Такое полное условное обозначение должно быть на этикетках или в маркировке коробок, пачек и ящиков с электродами. На упаковках пригодность данной марки электродов для сварки в различных пространственных положениях часто указывается набором стрелок (рис 4).

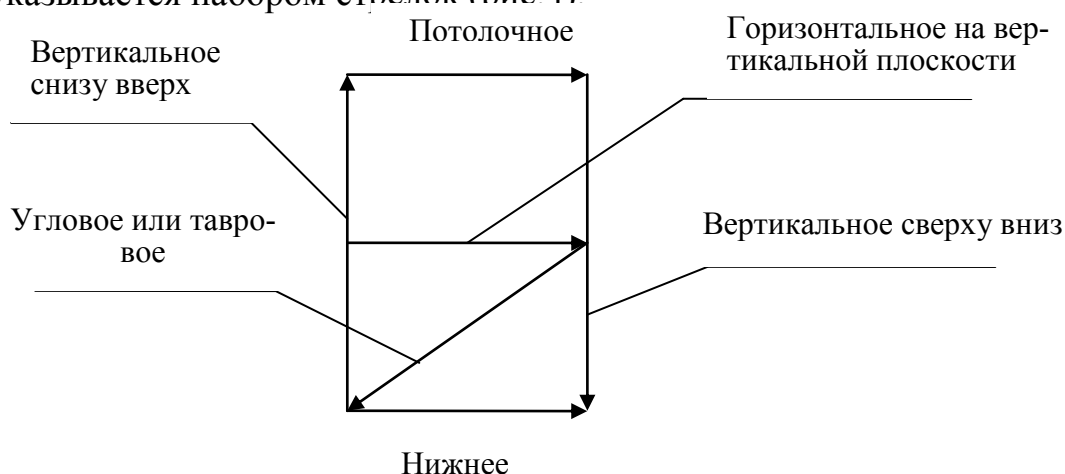


Рисунок 4 Графическое обозначение пространственных положений сварки

Во всех видах документации приводится сокращенное условное обозначение электродов, которые содержат их марку, диаметр и группу, а также обозначение стандарта (ГОСТ 9466-75 или технических условий на электроды конкретной марки).

Пример:

Для электродов типа Э46А (по ГОСТ 9467-75 марки УОНИ-13/45, диаметром 3 мм, для сварки углеродистых и низколегированных сталей (У), с толстым покрытием Д, 2-й группы, с установленной ГОСТ 9467-75* группой индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва, с основным покрытием (Б), для сварки во всех пространственных положениях (1) на постоянном токе обратной полярности (0) полное обозначение имеет вид:

Э46А-УОНИ-13/45-3,0-УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75,
Е432(5)-Б10

а сокращенное обозначение в технических документах –

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Выписать в тетрадь структуру условного обозначения электродов.
3. Проверить себя, ответив на вопросы:
 - 1) Какой документ определяет структурную схему условного обозначения электродов?
 - 2) Сколько пунктов в структурной схеме?
 - 3) Как устанавливается тип электрода?
 - 4) Какой буквой обозначается тип электрода?
 - 5) Какими буквами в структурной схеме обозначены электроды исходя из их назначения?
 - 6) Для чего предназначены электроды, обозначенные буквой "У"?
 - 7) Какой буквой обозначены электроды для наплавки?
 - 8) Определите толщину покрытия, если $d = 3,0$, $D = 5$?
 - 9) Как определить величину покрытия?
 - 10) Чему равно отношение D/d у толстопокрытых электродов?
 - 11) Как обозначается покрытие, у которого $D/d > 1,8$?
 - 12) Назовите покрытие, у которого $D/d < 1,2$.
 - 13) Какие химические элементы регламентирует группа качества в покрытии?
 - 14) Назовите группу качества у самых качественных электродов.
 - 15) Что характеризует группа цифр, обозначенная цифрой 7 в структурной схеме?
 - 16) Назовите типы покрытий? Как они обозначаются?
 - 17) Как обозначаются смешенные покрытия?
 - 18) Если в состав покрытия входит более 20 % железа, как оно обозначается?
 - 19) Как обозначаются электроды для сварки в любом пространственном положении?

Домашнее задание:

Заполнить в классификации пустые графы, дописать примеры типов и марок электродов. Выполнить задание на отдельном листе:



1.2.4 Электроды для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей

Обозначение электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа и электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа.

А) Э46А-УОНИ-13/45-3,0-УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е432(5)-Б10

Б) Э85-УОНИ-13/85-2,0-ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е-13Г2СМ-0-Б20

Рисунок 5

А- обозначение электрода для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа;

Б- обозначение электродов для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа

В наименовании типа электрода содержится буква Э, после которой приведено временное сопротивление разрыва, кгс/мм² (например, Э38, Э42, Э50). У некоторых типов электродов после цифр поставлена буква А, что указывает на более высокие характеристики пластичности наплавленного металла. У электродов этих типов регламентированы механические характеристики (временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, коэффициент наплавки и угол изгиба), а также содержание серы и фосфора в наплавленном металле.

Согласно требованиям ГОСТ 9466-75 в условном обозначении электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву менее 600 МПа в знаменателе (рис.3 и рис.5, А) группа индексов, относящаяся к показателям наплавленного металла, должна быть записана следующим образом: первые два индекса указывают минимальное значение временного сопротивления разрыву (σ_b , кг/мм²), а третий индекс характеризует одновременно минимальные значения относительного удлинения (δ_s , %) и температуры (T_x , °С), при которой определяется ударная вязкость.

Таблица Группа индексов условного обозначения электрода при сварке углеродистых и конструкционных низколегированных сталей с временным сопротивлением наплавленного металла до 600 МПа

Группа индексов	Минимальное значение показателей механических свойств наплавленного металла и металла шва при нормальной температуре		Минимальная температура T_x , °С, при которой ударная вязкость металла шва и наплавленного металла, α_n составляют не менее 35 Дж/см ²
	Временное сопротивление разрыву, σ_b МПа	Относительное удлинение δ_s , %	
37 0	370	При любом	При любом значе-

		значении	нии
41 0	410	Менее 20	
41 1	410	20	Не регламентирова-
41 2	410	22	на
41 3	410	24	+20
41 4	410	24	0
41 5	410	24	-20
41 6	410	24	-30
41 7	410	24	-40
43 0	430	менее 20	-50
43 1	430	20	-60
43 2	430	22	не регламентирова-
43 3	430	24	на
43 4	430	24	+20
43 5	430	24	0
43 6	430	24	-20
43 7	430	24	-30
51 0	510	менее 18	-40
51 1	510	18	-50
51 2	510	18	-60
51 3	510	18	не регламентирова-
51 4	510	20	на
51 5	510	20	+20
51 6	510	20	0
51 7	510	20	-20
			-30
			-40
			-50
			-60

Если показатели δ_s и T_x согласно таблице 9 соответствуют различным индексам, третий индекс устанавливается по минимальному значению показателя δ_s и в группу индексов вводится в скобках четвертый дополнительный индекс, характеризующий показатель T_x .

В условном обозначении электродов (рис. 5, Б) для сварки сталей с временным сопротивлением разрыву более 600 МПа группа индексов, обозначающих характеристики наплавленного металла и металла шва, указывают среднее содержание основных химических элементов в наплавленном металле и минимальную температуру, при которой ударная вязкость не менее 35 Дж/см².

Эта запись (12Г2СМ-0) включает:

а) первый индекс – двузначное число, соответствующее среднему содержанию углерода в сотых долях процента;

б) последующие индексы, каждый из которых состоит из буквенного обозначения соответствующего химического элемента и расположенного за ним числа, показывающего среднее содержание элемента в наплавленном металле (с погрешностью до 1 %);

в) последний индекс, характеризующий минимальную температуру, при которой ударная вязкость составляет не менее 35 Дж/см² (табл. 10).

Таблица Минимальная температура (С), при которой ударная вязкость α_n составляет не менее 35 Дж/см²

Индекс	0	1	2	3	4	5	6	7
Температура, °С	Не регламентируется	+20	0	-20	-30	-40	-50	-60

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Выполнить в тетради конспект с таблицами и примерами.
3. Расшифровать условное обозначение электродов (варианты – по номеру в журнале):
 - 1) Э42 - УОНИ-13/45 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 41 2(5) - Б10
 - 2) Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 0 - Б20
 - 3) Э42 - ВСЦ-4 - 3,0 - УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 41 0 (3)-Ц14
 - 4) Э85 – НИАТ-3М - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20
 - 5) Э46-АНО-4-3,0-УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3)-Р21
 - 6) Э60 - ВСЦ-60 - 2,0 - ЛС3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14
 - 7) Э46 - ОЗС-4 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р25
 - 8) Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
 - 9) Э46 - ОЗС-6 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 – РЖ23
 - 10) Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
 - 11) Э46 - ОЗС-12 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 (3) - Р12
 - 12) Э85 - УОНИ-13/85 - 2,0 – ЛМ1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 2 – БР46
 - 13) Э46 - МР-3 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 1 (3) – РБ23

14) Э85 - НИАТ-3М - 4,0 – ЛД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

15) Э46А - УОНИ-13/55К - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ

9467-75

Е 43 3 – Б20

16) Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 – ЛС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14

17) Э46А - ОЗС-22Р - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 2 (3) - БРЖ14

18) Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ – 0 - Б20

19) Э50А - ТМУ-21У - 3,0 – УД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 43 0 – Б20

20) Э85 – НИАТ-3М - 5,0 – ЛД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

21) Э50А – ЦУ-5 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 (0) – Б20

22) Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 - ЛС3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14

23) Э50А - УОНИ-13/55 - 3,0 – УД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-

75

Е 51 7 – Б20

24) Э85-УОНИ-13/85-4,0-ЛД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 12Г2СМ - 0 - Б20

25) Э50А – ОЗС-18 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 – Б20

26) Э85 - НИАТ-3М - 4,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г1ХМ – 0 - Б20

27) Э50 – ВСЦ-4А - 3,0 - УС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 0 (3) - Ц14

28) Э85 - УОНИ-13/85 - 5,0 - ЛД3 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20

29) Э55 - УОНИ-13/55У - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-

75

Е 51 3 – Б26

- 30) Э85 - УОНИ-13/85 - 4,0 - ЛДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 13Г2СМ – 0 - Б20
- 31) Э60 - УОНИ-13/65 - 3,0 - УД2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е 51 3 – Б20

Домашнее задание:

1. Изучить конспект.
- 2 По описанию составить структурную схему условного обозначения электрода:

Тип электрода Э46А, марка УОНИ-13/45, предел прочности наплавленного металла менее 600МПа, ГОСТ 9467-75, электроды имеют диаметр 3 мм, предназначены для сварки углеродистых и низколегированных сталей, покрытие - среднее; содержание серы в наплавленном металле допускается до 0,04 %, фосфора – до 0,045 %, электроды имеют минимальное временное сопротивление разрыву 430 МПа, относительное удлинение – 24 %, показатель минимальной температуры при которой вязкость металла составляет не менее 35 Дж/см² - минус 30⁰ С, вид покрытия – основное, сварка возможна во всех пространственных положениях, производится на постоянном токе обратной полярности. Номер стандарта, определяющего общие требования к электродам – 9466-75.

1.2.5 Условное обозначение электродов для сварки теплоустойчивых, высоколегированных сталей и цветных металлов

Обозначение электродов для сварки теплоустойчивых сталей. ГОСТ 9467-75 предусматривает девять типов электродов для сварки теплоустойчивых сталей. В основу классификации электродов положены химический состав наплавленного металла и его механические свойства – временное сопротивление разрыву, относительное удлинение и ударная вязкость.

Обозначение типов электродов состоит из индекса Э (электроды для дуговой сварки) и следующих за ним цифр и букв. Две первые цифры соответствуют среднему содержанию углерода в наплавленном металле в сотых долях процента. Среднее содержание основных химических элементов указано в процентах после буквенных обозначений химических элементов.

У электродов для сварки теплоустойчивых сталей вводится дополнительный индекс, указывающий максимальную температуру T_x , °С, при которой нормированы показатели длительной прочности наплавленного металла и металла шва (табл.11)

Таблица Максимальная температура

Индекс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура, °С	Ниже 450	450... 465	470... 485	490... 505	510... 525	530... 545	550... 565	570... 585	590... 600	Свыше 600

Так, например, электроды типа Э-09Х1МФ для сварки теплоустойчивых сталей согласно ГОСТ 9466-75 имеют маркировку

Э-09Х1МФ - ЦЛ-20 - 4,0 - ТДЗ ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75,
Е-27 - Б10

в которой указаны марка покрытия (ЦЛ-20), диаметр электрода (4 мм), вид свариваемых сталей (Т - теплоустойчивые), обозначение толщины покрытия (Д – толстое), группа электродов по качеству (3-я). В знаменателе: первый индекс (2), аналогичный третьему индексу (0, см. выше, пример Б), для легированных конструкционных сталей с $\sigma_b > 600$ МПа (см. табл. 9) и характеризует минимальную температуру $T_x = 0^\circ$, следующий индекс, равный 7 - температура эксплуатации $570...585^\circ\text{C}$ (см. табл. 10), далее вид электродного покрытия (Б – основное). Сварка выполняется во всех пространственных положениях (индекс 1) на постоянном токе обратной полярности (индекс 0).

Обозначение электродов для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. ГОСТ 10052-75 устанавливает 49 типов электродов для сварки хромистых и хромоникелевых сталей, коррозионно-стойких, жаропрочных и жаростойких легированных сталей мартенсито-ферритного, ферритного, аустенито-ферритного и аустенитного классов.

В основу классификации электродов положены химический состав и механические свойства наплавленного металла. Для некоторых типов электродов нормируется также содержание в структуре металла шва ферритной фазы, его стойкость к межкристаллитной коррозии и максимальная температура, при которой регламентированы показатели длительной прочности металла шва.

Э-10Х25Н13ГБ - ЦЛ-9 - 5,0 - ВД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10052-75
Е-2075 - Б30

Обозначение таких электродов отличается только группой индексов (2075), характеризующих наплавленный металл и металл шва: 2 - стойкость против межкристаллитной коррозии при испытании по методу АМ (табл. 12); 0 – требования в отношении максимальной рабочей температуры наплавленного металла и металла шва нет (табл. 13); 7 – максимальная рабочая температура сварных соединений, при которой допускается применение электродов при сварке жаростойких сталей, составляет $910...1000^\circ\text{C}$ (табл. 14); 5 – содержание ферритной фазы в наплавленном металле $2...10\%$ (табл. 15).

Если структура металла не двухфазная (А + Ф), то числовой индекс, характеризующий наплавленный металл, будет содержать только три цифры.

Таблица Наплавленный металл и металл шва не склонны к межкристаллитной коррозии при испытании по ГОСТ 6032

Индекс	0	1	2	3	4	5
По методу	Данные отсутствуют	А	АМ	Б	В	Д

Таблица 13 Максимальная рабочая температура °С, при которой регламентированы показатели длительной прочности наплавленного металла и металла шва

Индекс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T °С	Данные отсутствуют	До 500	510-550	560-660	610-650	660-700	710-750	760-800	810-850	Свыше 850

Таблица Максимальная рабочая температура (°С) сварных соединений, при которой допускается применение электродов для жаростойких сталей

Индекс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T °С	Данные отсутствуют	До 600	610-650	660-700	710-750	760-800	810-900	910-1000	1010-1100	Свыше 1100

Таблица Максимальная доля ферритной фазы в наплавленном металле, %

Индекс	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Доля ферритной фазы	Не нормируется	0,5-4,0	2,0-4,0	2,0-5,5	2,0-8,0	2,0-10,0	4,0-10,0	5,0-15,0	10,0-20,0

Обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами. ГОСТ 10051-75 регламентирует 44 типа электродов для наплавочных работ.

Э-10ГЗ - ОЗН-300У - 4,0 - НД1 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75
Е-300/2-1 - Б40

Принцип обозначения химического состава прежний. В группе индексов характеризующих наплавленный металл (300/2-1) первый индекс (300) указывает среднюю твердость наплавленного металла по Виккерсу; первая цифра после косой черты (2) характеризует твердость HRC (табл. 16). Вторая цифра (1) показывает условия получения регламентируемой твердости: 1 – непосредственно после наплавки; 2 – после термообработки.

Таблица Индексация электродов, регламентированных ГОСТ 10051-75, применяемых для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами, в зависимости от твердости

Индекс	1	2	3	4	5	6	7	8	9
HRC	19...27	28...33	34...38	39...44	45...50	51...56	57...60	61...63	Свыше 63

Международные и национальные системы обозначения электродов. В разных странах используют различные системы обозначения электродов. Классификация электродов может быть по международному ISO; европейскому EN; американскому AWS и немецкому DIN стандартам.

Пример: классификация электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей в соответствии с ISO 2560

E 432 RR 160 4 6

Е 432 – предел прочности 430...510 МПа, минимальное относительное удлинение 20 %, минимальная температура для обеспечения ударной вязкости 28 Дж/см², °С - 20; **RR** – рутиловое покрытие большой толщины; **160** – производительность (переход металла в шов) – 155-165 %; **4** – нижнее положение (стыковые и угловые швы); **6** – обратная полярность, напряжение холостого хода источника питания 70 В.

Электроды для сварки цветных металлов, чугуна и резки. Электроды для ручной сварки меди, алюминия и сплавов изготавливают по стандартам в соответствии со специальными техническими условиями.

Металлические стержни электродов для сварки меди и ее сплавов изготавливают из сварочной проволоки и прутков, состав которых регламентирует ГОСТ 16130-90, или из литых стержней другого состава. Покрытия могут содержать те же компоненты, что и покрытия электродов для сварки сталей (шлакообразующие, раскислители и т. д.). Сухую шихту замешивают на жидком стекле.

Металлические стержни для сварки алюминия и его сплавов получают из сварочной проволоки в соответствии с ГОСТ 7871-75. Основой покрытия служат галоидные соли щелочных и щелочноземельных металлов, а также криолит (минерал, соединение фтористого натрия и алюминия). Сухую шихту замешивают на воде или водном растворе поваренной соли, так как при использовании жидкого стекла замес быстро твердеет, а кремний, восстанавливаясь из жидкого стекла и проникая в металл шва, ухудшает его свойства.

Металлические стержни электродов для сварки чугуна изготавливают из стали или медно-никелевых сплавов. Кроме того, они могут быть комбинированными (медно-стальными, железно-никелевыми). Для покрытия используют те же компоненты, что и для стальных электродов. Применяют и металлические стержни, которые изготавливают из чугуна, отлитого в кокиль или песчаную форму. Сухие покрытия замешивают на жидком стекле.

Для дуговой резки, строжки, прошивки отверстий, удаления дефектных участков сварных соединений и отливок, разделки свариваемых кромок и корня шва при изготовлении, монтаже и ремонте деталей конструкций из сталей всех марок, чугуна, меди, алюминия и их сплавов применяют специальные электроды (ОЗР-1 и ОЗР-2), обеспечивающие получение чистого реза (без грата и натеков) со скоростью 12 м/ч.

Самостоятельная работа:

Выполнить конспект в тетради со всеми таблицами и примерами.

Задание:

По выданной этикетке расшифровать обозначение электрода, заполнив таблицу в тетради:

Электрод:	Условное обозначение или величина	Расшифровка условного обозначения
Тип		
Марка		

Диаметр		
Назначение		
Толщина покрытия		
Качество		
Вид покрытия		
Допустимое простран- ственное положение		
Род и полярность тока		
Характеристики наплав- ленного металла:		

Домашняя работа:

1. Изучить конспект.

2. По описанию составить структурную схему электрода марки ЦЛ-9 (типа Э-10Х25Н13Г2Б). По паспорту наплавленный металл и металл шва не склонны к межкристаллитной коррозии при испытании по методу АМ. Данные по длительной прочности на эти электроды в паспорте отсутствуют. Эти электроды могут быть применены для выполнения сварных жаропрочных сталей, работающих при температуре до 1000⁰ С. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле 3,0-10,0 %. Диаметр электрода – 5,0 мм. Покрытие основное, толстое. Электрод относится к первой группе качества. Сварку выполняют в нижнем положении, источник питания – сварочный трансформатор.

Тема 1.3 ФЛЮСЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ И ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКИ

1.3.1 Назначение, классификация и характеристика флюсов

Флюс – это неметаллический материал, вводимый в зону сварки, наплавки и пайки.

Сварочные флюсы применяют при механизированной сварке под флюсом, по флюсу и при электрошлаковой сварке.

Назначение флюсов:

- защита расплавленного металла и зоны дуги от действия кислорода и азота воздуха;
- стабилизация горения сварочной дуги;
- легирование металла шва;
- раскисление расплавленного металла;
- формирование шва;
- уменьшение потерь тепла;
- уменьшение потерь электродного металла на угар и разбрызгивание.

Классификация флюсов:

1. По назначению в зависимости от их преимущественного применения флюсы делятся на три группы:
 - для сварки углеродистых и легированных сталей

- для сварки высоколегированной стали
 - для сварки цветных металлов и сплавов
2. По химическому составу:
- Окислительные флюсы (кислые), содержащие в основном MnO и SiO_2 . Для получения необходимых свойств флюса в него вводят и другие составляющие, например плавленый шпат, весьма прочные оксиды CaO , MgO , Al_2O_3 , которые в сварочных условиях почти не реагируют с металлами. Чем больше во флюсе содержится MnO и SiO_2 , тем сильнее он может легировать металл кремнием и марганцем и в то же время тем значительнее он окисляет металл. Чем сложнее легирована сталь, тем меньше должно содержаться во флюсе MnO и SiO_2 , в противном случае недопустимо возрастает окисление легирующих элементов в стали; нежелательным может быть и дополнительное легирование металла кремнием и марганцем. Поэтому окислительные флюсы применяют при сварке углеродистых и низколегированных сталей.
 - Безокислительные (основные) флюсы практически не содержат оксидов кремния и марганца, или эти компоненты присутствуют в небольшом количестве. Во флюсы данной группы входят CaF_2 и прочные оксиды металлов. Их используют в основном для сварки высоколегированных сталей.
 - Бескислородные флюсы целиком состоят из фторидов и хлоридов металлов, а также составляющих, не содержащих кислород. Их используют для сварки химически активных металлов (алюминий, титан и др.).
3. По степени легирования металла шва:
- Пассивные, практически не вступающие во взаимодействие с металлом шва;
 - Активные, которые могут быть:
 - а) слабо легирующими (плавленные флюсы)
 - б) сильно легирующими (большинство керамических флюсов)
4. По способу изготовления:
- Плавленные флюсы - ГОСТ 9087-81, регламентирует химический состав 21 марки, указывает цвет, строение и размеры зерен (табл. 17), даны рекомендации в отношении области их применения (табл. 18). Плавленные флюсы получают путем сплавления в электрических и пламенных печах шихты определенного состава с последующей грануляцией расплава мокрым способом в воде, сухим дроблением застывшего шлака или распылением жидкой струи расплава воздушным потоком для получения крупинок требуемого размера.
- Флюс представляет собой сплав оксидов и солей металлов. Плавленный флюс не содержит легирующих элементов в чистом виде, так как в процессе выплавки они неизбежно окисляются. Раскисление и легирование металла сварного шва плавленным флюсом происходит путем восстановления элементов из находящихся в нем оксидов.
- Неплавленные флюсы изготавливают без расплавления шихты. К ним относятся:

а) флюсы, получаемые путем измельчения минералов, как, например, флюс БКФ, состоящий только из крупинок плавленого шпата

б) флюсы-смеси, получаемые путем смешивания крупинки нескольких материалов. Они просты в изготовлении, но в связи с наличием в них материалов с различной удельной плотностью при транспортировке и в процессе сварки происходит их сепарация, что меняет степень легирования отдельных участков наплавки.

в) керамические флюсы – это механическая смесь тонкоизмельченных природных минералов, ферросплавов и искусственных силикатов, сцементированных жидким стеклом, гранулируемых на крупинки определенных размеров и последующей прокалкой при соответствующих температурах.

Для сварки конструкций из низкоуглеродистых сталей применяют флюсы марок АНК-3, АНК-35 (высококремнистые), для сварки конструкций из низколегированных сталей высокой прочности – АНК-30, АНК-47, для сварки конструкций их высоколегированных аустенитных сталей – ФЦК и ФЦК-С.

- Плавлено-керамические флюсы – в них плавленый флюс служит шлакообразующей основой керамического флюса, что позволяет повысить стабильность горения дуги, уменьшить газовыделение, улучшить формирование наплавленного металла и отделяемость шлаковой корки.

5. По строению крупинки (зерен):

- Стекловидные плавленые флюсы – это прозрачные зерна, окрашены в зависимости от состава флюса в различные тона от светло синего до темно бурого. Для его получения жидкий флюс при температуре 1200-1250⁰ С тонкой струей льют в бак с проточной водой. Плотность такого флюса 1,2-1,6 г/см³
- Пемзовидный плавленый флюс – это крупинки пенистого материала различных оттенков. Для его получения расплав температурой 1550-1600⁰ С выливают в воду. Пары воды вспенивают расплавленную массу, образуя пемзовидный флюс плотностью 1,0 г/см³. Пемзовидный флюс обеспечивает более качественное формирование шва, чем стекловидный, но качество защиты зоны сварки хуже.

6. По характеру зависимости вязкости шлаков от температуры:

- Длинные шлаки – вязкость с понижением температуры возрастает медленно (вязкость флюса-шлака меняется в широком диапазоне температур)
- Короткие – вязкость шлаков с понижением температуры возрастает быстро (вязкость флюса-шлака меняется в коротком диапазоне температур).

Маркировка флюсов. В связи с широким применением плавленных флюсов введен в действие ГОСТ Р 52222-2004 на плавленные сварочные флюсы для автоматической сварки.

Марка флюса обычно включает в себя наименование разработчика и порядковый номер флюса (серии АН и ФЦ) или индексы, характеризующие состав флюса, например ОФ-6 и –10 (основной флюс), КФ-16 (кислый флюс), НФ-17 (нейтральный флюс).

Флюсы разных марок отличаются также *размером зерна*. Так, например, флюсы АН-348-А, АН-20С, АН-26П и ОСЦ-45 имеют размер зерен 0,35...3,0 мм; АН-348-АМ, ОСЦ-45-М и ФЦ-9 – 0,25...1,6 мм; АН-8, АН-22 и АН-26С – 0,35...4,0 мм; флюс АН-26-СП – 0,25...4,0 мм.

В обозначении марки флюса буквы обозначают: М – мелкий; С – стекло-видный; П – пемзовидный; СП – смешанный.

Пример:

Флюс АН-348-АМ - ГОСТ 9087-81.

При сварке и наплавке высоколегированных сталей и сплавов применяют главным образом безокислительные и безкислородные флюсы.

При механизированной сварке меди и ее сплавов успешно используют обычные марки флюсов (ОСЦ-45, АН-348-А, АН-20, АН-26), широко применяемые для сварки сталей.

При сварке алюминия и его сплавов используют безкислородные флюсы. В состав которых входят, преимущественно фтористые и хлористые соединения. Первые могут реагировать с оксидами титана и растворять их, поэтому для обеспечения необходимых технологических свойств флюсов в них вводят хлористые соединения (NaCl, KCl).

Для электрошлаковой сварки применяют флюсы общего назначения – АН-8 и АН-25. Содержание в этих флюсах оксидов титана обеспечивает их высокую электропроводность в твердом состоянии, что важно в начале процесса. Флюсы не должны быть слишком тугоплавкими или короткими. Если это требование не выполняется, то происходит отжимание ползунов от свариваемых кромок, которое ведет к вытеканию сварочной ванны и прекращению процесса сварки. При возбуждении дуги для создания исходного объема шлаковой ванны, лучшим с технологической точки зрения является флюс АН-8.

Технологические свойства сварочных флюсов. Эти свойства в основном определяются их физическими характеристиками.

Вязкость в расплавленном состоянии – важная физическая характеристика флюса. От вязкости зависят характер формирования шва, глубина проплавления основного металла и выход газов из зоны плавления. Кислые флюсы АН-348-А и ФЦ-6 имеют длинные шлаки. Наиболее короткие шлаки – у основного флюса АН-22.

Температура плавления сварочных флюсов-шлаков должна быть несколько ниже температуры плавления металла. Например, при сварке сталей оптимальной считается разница температур, составляющая 200...300⁰ С.

Плотность и газопроницаемость. При меньшей плотности шлак легче удаляется из металла сварочной ванны, всплывая на ее поверхность. Это способствует получению сварных швов, не содержащих неметаллических включений.

От газопроницаемости флюсов зависит количество газов и паров в зоне плавления. Высокая газопроницаемость флюса ухудшает его защитные свойства, но способствует лучшему удалению газов, выделяющихся в сварочной ванне при кристаллизации. Газопроницаемость флюсов-шлаков зависит от их плотности, гранулометрического состава и строения частиц (пемзовидные, стекло-видные или кристаллические). Лучшей защитной способностью обладают стекло-видные флюсы с плотным строением частиц мелкой грануляции и смесь частиц

разного гранулометрического состава, обеспечивающего их плотную укладку. Эффективная защита сварочной ванны от атмосферного воздействия осуществляется лишь при определенной толщине флюса.

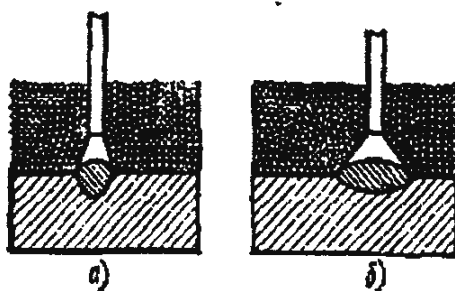
Электропроводимость флюса в жидком состоянии – еще одна физическая характеристика. При дуговой сварке под флюсом шунтирование тока через жидкий флюс составляет 2...5 %. Повышенная электропроводность жидкого шлака может усилить эффект шунтирования, что вызовет нарушение дугового процесса.

Устойчивость горения дуги при сварке под флюсом повышают, добавляя в его состав вещества-стабилизаторы с низким потенциалом выхода электронов (соединения щелочных и щелочно-земельных металлов). Благодаря этому облегчается ионизация газа в столбе дуги и увеличивается ее длина (при неизменном напряжении), что способствует получению высококачественных швов с необходимыми геометрическими параметрами.

Отделяемость шлаковой корки определяется как прилипанием шлака к поверхности металла шва, так и заклиниванием шлака между кромками сварного соединения. При правильном выборе флюса шлаковая корка должна легко отделяться от поверхности сварного шва. В случае механического заклинивания легче дробить и удалять шлаки с низкой прочностью. Чем ниже основность шлака, тем больше его прочность, поэтому кислые шлаки удаляются из разделки кромок труднее. Шлак прочно удерживается на поверхности металла шва в том случае, если эта поверхность окислена, а в составе шлака имеются соединения, которые прочно сцепляются с оксидами. Хорошей отделяемостью шлаковой корки способствует отсутствие оксидного слоя на поверхности шва.

Влияние неметаллических и стекловидных флюсов на геометрические параметры шва. При сварке под флюсом большое внимание уделяется форме и внешнему виду сварных швов. Выполнение этого требования в большей мере зависит от сварочно-технологических свойств, которые в свою очередь определяются составом сварочного флюса.

На форму поперечного сечения шва, или, как говорят, на коэффициент формы шва, существенное влияние оказывают стабилизирующие свойства флюса, его насыпная масса и гранулометрический состав. Изменяя длину дуги и глубину ее погружения в основной металл, можно изменять коэффициент формы шва. Так использование флюса с низкими стабилизирующими свойствами приводят к уменьшению длины дуги и получение узкого шва с большой глубиной провара (малый коэффициент формы шва). Флюс с высокими стабилизирующими свойствами способствует удлинению дуги и, как следствие, получение сварных швов с повышенным коэффициентом формы шва.



**Рисунок 6 Сечения сварных швов в процессе сварки
под стекловидным (а) и пемзовидным (б) флюсами**

Влияние насыпной массы флюса наиболее четко проявляется при сравнении швов, выполненных под стекловидными и пемзовидными флюсами идентичного химического состава (рис.6).

На плавление стекловидного флюса требуется вдвое больше энергии, чем на плавление пемзовидного флюса с насыпной массой вдвое меньше. В результате напряжение при использовании стекловидного флюса больше, а дуга короче, чем в случае применения пемзовидного флюса.

При использовании флюса мелкой фракции получаются более узкие швы, с большой глубиной провара и с завышенным коэффициентом формы по сравнению со швами, выполненными под флюсом крупной фракцией.

Таблица Строение и цвет зерен плавляемых флюсов

Марка флюса	Строение зерен	Цвет зерен	Размер зерен, мм	Насыпная плотность, г/см ³
АН-348-А	Стекловидное	Всех оттенков от желтого до коричневого	0,35...4,00	1,3...1,8
АН-348-АМ			0,25...1,60	
АН-348-П	Пемзовидное		0,35...4,00	
АН-42	Стекловидное	От светло-коричневого до темно-Коричневого	0,25...2,5	1,4...1,8
АН-42М		От темно-коричневого до черного с оттенками		1,1...1,3
АН-47				

Таблица Назначение сварочных флюсов автоматической и механизированной дуговой сварки сталей

Марки флюсов	Назначение
АН-348А, ОСЦ-45, АНЦ-1А	Сварка конструкций из углеродистых и низколегированных сталей широкого профиля с температурой эксплуатации до – 40 ⁰ С
АН-42, АЕ-42М, АН-47	Сварка конструкций из углеродистых и низколегированных сталей с температурой эксплуатации до – 60 ⁰ С
АН-348-П, АН-47П, АН-60, ФВТ-1	Дуговая автоматическая сварка на повышенной скорости (до 150 м/ч) конструкций из углеродистых и низколегированных сталей
ФЦ-11, ФЦ-16, ФЦ-16А, ФЦ-22	Автоматическая сварка и наплавка изделий из теплоустойчивых низко- и среднелегированных сталей в атомном и энергетическом машиностроении
АН-15М, АН-18	Сварка низко- и среднелегированных высокопрочных сталей
АН-20С, АН-20П, АН-47, АН-26, АН-26С, АН-26СП, ФЦ-17	Автоматическая сварка и наплавка конструкций из высоколегированных коррозионно-стойких сталей
ФЦ-18	Дуговая наплавка ленточными электродами из высоколе-

	гированной коррозионно-стойкой стали в энергетике и нефтехимии
ФЦ-19	Дуговая сварка и наплавка из высокохромистых коррозионно-стойких сталей в химическом и энергетическом машиностроении

Самостоятельная работа:

1. Составить конспект в тетради по указанным вопросам:

- 1) Назначение флюсов.
- 2) Классификация флюсов.
- 3) Маркировка флюсов.
- 4) Технологические свойства флюсов.
- 5) Влияние различных флюсов на геометрические параметры шва.

2. Проверить себя, ответив на вопросы:

- 1) Что такое флюс?
- 2) Для чего применяют флюсы?
- 3) От чего флюс должен защищать расплавленный металл?
- 4) Какие функции должен выполнять флюс?
- 5) Какие элементы входят в состав окислительных флюсов?
- 6) Чем основной флюс отличается от кислого?
- 7) Как влияет большое количество оксидов марганца и кремния на сварку высоколегированных сталей?
- 8) Для каких сталей используют основные флюсы?
- 9) Какие флюсы используют для сварки активных металлов?
- 10) Какие флюсы называют пассивными?
- 11) Как подразделяются активные флюсы?
- 12) Почему керамические флюсы называют сильно легирующими?
- 13) Какие флюсы по способу изготовления регламентирует ГОСТ?
- 14) Какие качества флюса регламентирует ГОСТ 9087-81?
- 15) Как получают плавные флюсы?
- 16) Каких элементов в чистом виде нет в плавных флюсах?
- 17) Почему в плавном флюсе титан, марганец, кремний и др. химические элементы используют только в соединениях?
- 18) Как происходит раскисление металла при использовании плавного флюса?
- 19) Какие флюсы относятся к неплавленным?
- 20) Почему использование флюсов-смесей приводит к неравномерному легированию наплавленного металла?
- 21) Из чего состоят керамические флюсы?
- 22) Чем характерны плавлено-керамические флюсы?
- 23) Дайте характеристику стекловидных плавных флюсов
- 24) Опишите пемзовидный плавный флюс.
- 25) Какой флюс обеспечивает качественное формирование шва, но хуже его защищает и почему?
- 26) Чем длинные шлаки отличаются от коротких?
- 27) Что обозначают буквы в марках флюса: АН-348; АН-26-СП?

- 28) Почему при сварке алюминия применяют бескислородные флюсы?
- 29) Зачем оксид титана вводят во флюс, предназначенный для электрошлаковой сварки?
- 30) Почему для ЭШС выбирают флюсы не тугоплавкие и не короткие?
- 31) Что такое вязкость флюса?
- 32) На что влияет вязкость флюса?
- 33) Какой должна быть температура плавления флюса?
- 34) Как влияет плотность шлака на его удаление?
- 35) При какой плотности шлака в сварном шве нет неметаллических включений?
- 36) На что влияет высокая газопроницаемость флюса?
- 37) От чего зависит газопроницаемость флюса?
- 38) Какие флюсы обладают лучшими защитными свойствами?
- 39) Как повысить устойчивое горение дуги?
- 40) На что влияет процесс устойчивого горения дуги?
- 41) Чем определяется отделяемость шлаковой корки?
- 42) Как должна отделяться шлаковая корка и почему?
- 43) Что необходимо сделать перед сваркой, чтобы не ухудшить отделяемость шлаковой корки?
- 44) Когда шлак прочно удерживается на поверхности сварочной ванны?
- 45) Почему кислые шлаки удаляются хуже, чем основные?
- 46) Как зависит форма шва от стабилизирующих свойств флюса?
- 47) Как влияет количество насыпной массы флюса на форму шва?
- 48) Какую фракцию флюса нужно использовать, чтобы получить узкий шов и большую глубину провара?

Задание 1

1. Определите – какие флюсы содержат в основном MnO и SiO_2 ?
2. Какие флюсы применяют при сварке углеродистых и низколегированных сталей?
3. Какие флюсы содержат CaF_2 ?
4. Какие флюсы используют для сварки химически активных металлов?
5. Какие флюсы применяют для сварки высоколегированных сталей?
6. Какие флюсы не содержат кислород?

Ответы: А – окислительные;
 Б – безокислительные;
 С – бескислородные.

Форма ответа:

1	2	3	4	5	6

Задание 2

Выберите правильный ответ:

1. Кислые флюсы имеют ...
 - а) длинные шлаки;
 - б) короткие шлаки.
2. Короткие шлаки – это шлаки, у которых вязкость с понижением температуры ...
 - а) быстро возрастает;
 - б) возрастает медленно.
3. Температура плавления флюса должна быть на $200...300^{\circ}\text{C}$...
 - а) больше температуры плавления металла;
 - б) меньше температуры плавления металла.
4. Высокая газопроницаемость флюса ...
 - а) не влияет на защитные свойства;
 - б) ухудшает защитные свойства, но газы удаляются из сварочной ванны лучше;
 - в) улучшают защитные свойства, но газы из сварочной ванны удаляются хуже.
5. Основные шлаки удаляются из разделки кромок ...
 - а) легче кислых;
 - б) труднее кислых.

Форма ответа:

1	2	3	4	5

Домашнее задание.

1. Изучить конспект.
2. Выписать в словарь и дать определение следующим терминам: *флюс, флюс-паста, керамический флюс, плавеный флюс, пензовидный флюс, бескислородный флюс, бура, глубина проплавления, коэффициент формы шва, длинный шлак, короткий шлак, вязкость, активный флюс.*

Тема 1.4 ЗАЩИТНЫЕ ГАЗЫ

1.4.1 Защитные газы, применяемые при электрической сварке плавлением

Защитные газы подразделяются на две группы: химически **инертные** (благородные), не взаимодействующие с расплавленными металлами и практически не растворяющиеся в них, с замкнутыми наружными электронными слоями и **активные**, которые защищают зону сварки от воздуха, но при этом всту-

пают в химическое взаимодействие с жидким металлом и могут растворяться в нем.

К химически **инертным** газам, используемым при сварке, относятся *аргон* и *гелий*.

Аргон, так же как и гелий, является одноатомным инертным газом, он бесцветен, не имеет запаха и вкуса, не взрывоопасный, нетоксичный и почти в 1,5 раза тяжелее воздуха, что обеспечивает хорошую защиту сварочной ванны. Может накапливаться в плохо проветриваемых помещениях у пола, в приятках, вызывая кислородную недостаточность и удушье.

В промышленности аргон добывается при получении кислорода и азота из воздуха, массовая доля в котором составляет 1,28 %.

Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется ГОСТ 10157-79 и в зависимости от содержания и назначения делится на три сорта:

- аргон высшего сорта (не менее 99,992 % Аг) предназначен для сварки титановых сплавов, циркония, молибдена и других активных металлов и их сплавов, а также особо ответственных изделий из нержавеющей сталей;
- аргон первого сорта (не менее 99,987 % Аг) предназначен для сварки плавящимся и неплавящимся электродом алюминиевых и магниевых сплавов;
- аргон второго сорта (не менее 99,95 % Аг) предназначен для сварки изделий из чистого алюминия, нержавеющей сталей и жаропрочных сплавов.

Смеси аргона с другими газами в определенных процентных отношениях поставляются по особым ТУ.

Гелий – инертный газ без цвета и запаха, невзрывоопасен, дорогой, значительно легче воздуха, в 10 раз легче аргона, что усложняет защиту сварочной ванны и приводит к повышенному расходу газа. Чаще используется для образования смесей.

Получают из природных газов методом фракционной конденсации. Природный газ, содержащий гелий, подвергают неоднократному сжатию и охлаждению, при этом примеси, имеющие более высокую, чем гелий, температуру сжижения, превращаются в жидкость. Гелий, температура сжижения которого равна -269°C , остается при этом в газообразном состоянии. После химической очистки и пропускания гелия через активированный уголь он поступает в баллоны.

Гелий для сварки поставляется по ТУ 51-689-75 трех марок:

- А (с объемной долей чистого гелия 99,995 %),
- Б (99,985 %);
- В (99,800 %).

Гелий значительно дороже аргона, поэтому его применяют в особых случаях при сварке химически чистых и активных металлов и сплавов. Для сварки в гелии характерны большая глубина проплавления (благодаря высокому значению потенциала ионизации) и особая форма шва.

Инертные газы надежно защищают зону дуги от соприкосновения с азотом и кислородом воздуха и сами не вступают в реакцию с расплавленным металлом.

К **активными** газам, используемым при сварке относятся *углекислый газ*, *азот* и *водород*, *кислород*.

Углекислый газ в нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с едва ощутимым запахом, не ядовит, тяжелее воздуха в 1,5 раза, хорошо растворяется в воде. Однако его содержание в воздухе более 5 % (92 г/м³) может вызвать кислородную недостаточность и удушье.

При повышенном давлении и низкой температуре углекислота переходит в жидкое или твердое состояние. Под давлением 528 кПа и при температуре минус 56⁰ С углекислота может находиться во всех трех состояниях (так называемая тройная точка)

Плотность жидкой кислоты сильно изменяется с изменением температуры. Так, масса 1 л жидкой углекислоты при температуре +20⁰ С равна 0,77 кг, а при температуре ниже 11⁰ С жидкая углекислота становится тяжелее воды. Поэтому она поставляется не по объему, а по массе. При испарении 1 кг жидкой углекислоты образуется 509 л углекислого газа.

В промышленном масштабе углекислоту можно получить следующими способами:

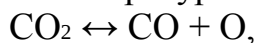
- 1) из известняка, в котором содержится до 40 % CO₂, кокса или антрацита путем их обжига в специальных печах;
- 2) на установках, работающих по сернокислому методу за счет реакций взаимодействия серной кислоты с эмульсией мела;
- 3) из газов брожения гидролизной, сахарной промышленности;
- 4) из выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания.

Углекислый газ, предназначенный для сварки, должен соответствовать ГОСТ 8050-85, который в зависимости от содержания CO₂ предусматривает три сорта сварочной углекислоты: первый сорт с содержанием CO₂ не менее 99,5 %, второй сорт – 99,2 % и высший сорт с содержанием CO₂ не менее 99,8 %.

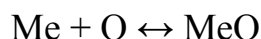
В связи с тем, что последние порции газа, выходящие из баллона, могут содержать повышенное количество паров воды, не следует использовать для сварки углекислоту при давлении в баллоне менее 0,4 МПа. Применение такой углекислоты может вызвать образование пор и снижения пластических свойств металла шва. Именно поэтому дефекты при сварке чаще всего появляются в начале и в конце отбора газа из баллона. Для устранения избытка влаги на пути газа ставится осушитель.

Сварочную кислоту не разрешается заливать в баллоны из-под пищевой (98,5 % CO₂ не менее) и технической (98 % CO₂ не менее) углекислоты.

Углекислый газ – активный газ и в процессе сварки он взаимодействует с металлом шва. Сначала при высокой температуре он диссоциирует:



затем окисляет металлы:



В результате этой реакции идет выгорание Сг, Ti, Al, V, Si.

Особенно сильно металлы выгорают при сварке плавящимся электродом, так как капля находится на торце электрода и в ванне, а при сварке неплавящимся электродом – только в ванне. (Дуговой промежуток имеет более высокую температуру и поверхность капли больше контактирует с газом)

Чтобы этот процесс был менее активным, применяют проволоку содержащую кремний и марганец (Св-12ГС, Св-08ГС).

Азот – (с греческого – безжизненный) газ без цвета, без запаха, без вкуса, легче воздуха; при температуре -196°C превращается в жидкость. Азот является нейтральным по отношению к меди, а при высоких температурах ряд металлов с азотом образует нитриды (титан, молибден и др.). Азот используют для составления смесей: $\text{Ag} + (10 \dots 30 \%) \text{N}_2$ – для сварки меди и аустенитных сплавов. Добавка азота способствует повышению проплавляющей способности дуги.

Получают азот из атмосферного воздуха, путем его сжижения с последующей ректификацией. Газообразный азот применяется для сварки меди, аустенитных сталей и плазменной резки. Технический газообразный азот должен соответствовать требованиям ГОСТ 9293-74, регламентирующего три состава азота: 1) электровакуумный, не менее 99,9 % азота; 2) первый сорт – не менее 99,5 % азота; 3) второй сорт – не менее 99,0 % азота, остальное – допустимое содержание кислорода.

Водород – горючий газ, в чистом виде представляет собой газ в 14,5 раза легче воздуха, не имеющий цвета, запаха и вкуса, в смеси с воздухом взрывоопасен.

Для промышленных нужд водород производится следующими способами:

- 1) электролизом дистиллированной воды, при котором получают водород, кислород и некоторые примеси;
- 2) железопаровым способом, основанном на пропускании через горячее восстановленное железо пара, в результате проходящей реакции образуется водород, окись железа и некоторые примеси;
- 3) электролизом раствора хлористых солей, при этом получается водород, хлор и некоторое количество примесей.

ГОСТ 3022-80 предусматривает четыре марки технического водорода:

- А – 99,8 % H_2 ;
- Б – 98 % H_2 ;
- В - первого сорта – 98,5 % H_2 , второго сорта – 97,5 % H_2 ;
- Г - первого сорта – 97,5 % H_2 , второго сорта – 95 % H_2 .

Применяют для образования плазмообразующих смесей при плазменной резке и сварке. Часто используют смесь ($75 \% \text{H}_2 + 25 \% \text{N}_2$), так как в присутствие водорода снижается азотирование металла. Водород хорошо удаляет окислы с поверхности сварочной ванны, поэтому шов содержит минимальное количество шлаковых включений.

Кислород – бесцветный газ, без запаха, без вкуса. Химически наиболее активный (после фтора) неметалл, вызывает окисление других элементов. Кислород нетоксичен, негорюч и невзрывоопасен, но, будучи сильным окислителем, резко увеличивает способность других материалов к горению.

По ГОСТ 6583-78 кислород выпускают трех сортов: высшая категория качества – 1 сорт с содержанием чистого кислорода 99,7 %, первая категория качества: 2 сорт с содержанием чистого кислорода 99,5 %, 3 сорт – 99,2 %.

При дуговой сварке применяют технический кислород для составления защитных смесей при сварке конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей.

При достаточно высоком содержании элементов-раскислителей в переплавляемом дугой металле кислород может вводиться в зону сварки для уменьшения вредного воздействия водорода, улучшения переноса электродного металла и формирования металла шва. Как поверхностно-активный элемент кислород уменьшает поверхностное натяжение жидкого металла, способствуя образованию на конце электрода более мелких капель и их более равномерному направленному (струйному) переносу в сварочную ванну.

Смеси газов. Для расширения технологических возможностей дуговой сварки используют смеси защитных газов.

- Газовая смесь К-2 (Pureshield P3): Это наиболее универсальная из всех смесей для углеродисто-конструкционных сталей. Состоит из **82% аргона** и **18% двуокиси углерода**. Подходит практически для всех типов материалов.
- Газовая смесь К-3.1. (Argoshield 5): Эта смесь состоит из **92% аргона**, **6% двуокиси углерода**, **2% кислорода**. Разработана для листовых и узких профильных (сортовых) сталей. Дает устойчивую дугу с низким уровнем разбрызгивания, небольшим усилением и плоским гладким профилем сварного шва. Смесь превосходна для глубокого провара и идеально подходит для сварки листового металла.
- Газовая смесь К-3.2. (Argoshield TC): Это смесь **86% аргона**, **12% двуокиси углерода**, **2% кислорода**. Дает устойчивую дугу с широкой зоной нагрева и хорошим проваром профиля, подходит для глубокого провара, сварки коротких швов и для наплавки. Может использоваться для сварки во всех положениях. Идеально подходит для ручной, автоматической и сварки с применением робота-автомата.
- Газовая смесь К-3.3. (Argoshield 20): Это смесь **78% аргона**, **20% двуокиси углерода**, **2% кислорода**. Специально разработана для глубокого провара широкого ассортимента профилей. Смесь идеально подходит для наплавки, что делает ее идеальной для сварки толстых прокатных (сортовых) сталей.
- $\text{Ar} + 10...20 \% \text{H}_2 \rightarrow$ применяют при микроплазменной сварке; наличие водорода обеспечивает сжатие столба плазмы и восстановительную атмосферу в зоне сварки.

При отсутствии готовых газовых смесей смешивание газов можно осуществлять на сварочном посту. Расход каждого газа регулируется отдельным редуктором и измеряется ротаметром.

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Заполнить таблицу (последнюю колонку не заполнять):

Защитный газ	Свойства	Способ получения	ГОСТ или ТУ	Сорт	Область применения	Особенности сварки	Способ хранения и поставки

3. Проверить себя, ответив на следующие вопросы:

- 2) Какие виды защитного газа применяются при сварке?
- 3) Как иначе называются инертные газы и почему?
- 4) Почему активные газы так называют?
- 5) Перечислите инертные газы.
- 6) Какой инертный газ может вызвать удушье?
- 7) Как получают аргон?
- 8) Какой сорт аргона используют при сварке активных металлов?
- 9) Для чего применяют аргон первого сорта?
- 10) Какие металлы сваривают аргоном второго сорта?
- 11) Какой документ регламентирует поставку смеси аргона с другими газами?
- 12) Какой инертный газ легче воздуха?
- 13) Какие марки гелия вы знаете?
- 14) Для сварки каких металлов используют гелий и почему?
- 15) Почему при защите сварочной ванны гелием получается большая глубина проплавления?
- 16) Какие защитные газы относятся к активным?
- 17) Какой защитный газ хорошо растворяется в воде?
- 18) Какую опасность представляет содержание более 5 % углекислого газа в воздухе?
- 19) Что такое "тройная точка"?
- 20) Почему жидкая углекислота поставляется не по объему, а по массе?
- 21) Почему давление в баллоне с углекислотой не должно быть ниже 0,4 МПа?
- 22) Какая углекислота при сварке может вызвать образование пор в сварном шве?
- 23) Когда наиболее часто образуются дефекты в сварном шве при использовании углекислого газа?
- 24) Какой прибор используют для удаления влаги из углекислого газа?
- 25) Почему сварочную кислоту нельзя заливать в баллоны из-под пищевой и технической углекислоты?
- 26) Напишите реакцию диссоциации углекислого газа и окисления алюминия.
- 27) Что происходит с металлами сварочной ванны при окислении их кислородом?

- 28) Почему расплавленный металл при сварке плавящимся электродом выгорает особенно активно?
- 29) Что необходимо предпринять для уменьшения выгорания металла сварочной ванны?
- 30) Какой металл не вступает в реакцию с азотом?
- 31) Какая защитная газовая смесь применяется при сварке меди и аустенитных сталей?
- 32) Как влияет добавка азота на технологические свойства дуги?
- 33) Какой защитный газ в 14,5 раз легче воздуха?
- 34) Назовите марки водорода.
- 35) Для чего применяют водород при сварке?
- 36) Как влияет водород на сварной шов при его добавлении к азоту?
- 37) Как водород влияет на количество шлаковых включений на поверхности сварочной ванны?
- 38) Назовите свойства кислорода.
- 39) Для чего в сварке применяют технический кислород?
- 40) Какое действие оказывает кислород при добавлении его к аргону в количестве 1..5 %?
- 41) Какие газовые смеси применяются при электросварке?
- 42) Для каких металлов используют смеси аргона с азотом, с кислородом?
- 43) Какое действие оказывает углекислый газ при его добавлении к аргону?
- 44) К чему приводит использование тройной смеси защитных газов?
- 45) Как получают смеси защитных газов при отсутствии готовых?

Задание 1

Выбрать ответы к вопросам из приведенных ниже защитных газов:

- 1) К инертным газам относятся ...
- 2) Инертный газ в 1,5 раза тяжелее воздуха - ...
- 3) Инертный газ, полученный методом фракционной конденсации - ...
- 4) К активным газам относятся ...
- 5) Газ, который может одновременно находиться в трех физических состояниях.
- 6) Выгорания легирующих элементов происходит при сварке в защитном газе – ...
- 7) Для меди инертным защитным газом является - ...
- 8) Для образования плазмообразующих смесей при резке и сварке применяют газы - ...
- 9) Повышает устойчивое горения дуги и улучшает качество шва защитная смесь аргона и ...
- 10) Нерастворимый в жидком металле гидроксид и водяной пар образуется при использовании в качестве защитной смеси газов ...

Защитные газы: O₂, H₂, N₂, CO₂, Ar, He.

Форма ответа:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Задание 2

Ответьте на вопросы теста:

1. Аргон высшего сорта применяется для сварки:

- а) алюминиевых и магниевых сплавов;
- б) чистого алюминия, нержавеющей стали и жаропрочных сталей;
- в) титановых сплавов, циркония, молибдена.

2. Смеси аргона с другими газами поставляются по ...

- а) ГОСТ;
- б) ТУ;
- в) ОСТ.

3. Большая глубина проплавления и особая форма шва характерна для сварки в среде ...

- а) гелия;
- б) аргона;
- в) углекислого газа.

4. Сварочную проволоку Св-12ГС, Св-08ГС при сварке в углекислом газе применяют для ...

- а) легирования металла шва марганцем и кремнием;
- б) предотвращения выгорания легирующих элементов сварочной ванны.

5. Азотирование металла шва при сварке в азоте уменьшается при добавлении к нему ...

- а) кислорода;
- б) водорода;
- в) углекислого газа.

Форма ответов:

1	2	3	4	5

Домашнее задание:

Выписать в словарь и дать определения следующим терминам: *защитный газ, аргон, азот, гелий, кислород, углекислый газ, водород, баллон для газов, газовая защита, жидкая углекислота.*

1.4.2 Способы хранения и транспортировки сварочных материалов

Присадочные материалы, флюсы. Качество сварочной проволоки других присадочных материалов зависит от тщательности упаковки, правильного хранения и транспортирования. Применение сварочных материалов без сертификата завода-изготовителя запрещается.

Сварочные материалы следует хранить преимущественно в отапливаемых помещениях при температуре не ниже 15°C в условиях предохраняющих от их загрязнения, увлажнения, ржавления и механических повреждений.

Электроды и проволоку сплошного сечения следует хранить в упаковке завода-изготовителя.

Порошковая проволока должна быть уложена в герметизированные жестяные банки отдельными мотками массой 10...35 кг. К мотку привязывают бирку, на которой указывают марку порошковой проволоки, номер партии и дату изготовления. Мотки упаковывают в мешки из полиэтиленовой пленки.

Флюс должен быть упакован в пятислойные бумажные мешки или полиэтиленовые мешки из пленки толщиной не менее 0,15 мм. Условия транспортировки и хранения флюса не должны допускать увлажнения до уровня выше 0,1 %, а также загрязнения посторонними сыпучими и жидкими материалами. Каждая упаковочная единица должна быть снабжена ярлыком, содержащим наименование и товарный знак предприятия-изготовителя, марку флюса, массу нетто, номер партии, обозначение стандарта или технических условий на данную марку флюса.

Сварочные электроды, флюсы и порошковую проволоку непосредственно перед их выдачей в производство необходимо сушить (прокаливать). Электроды с целлюлозным покрытием, доставленные к месту работ в неповрежденной герметичной упаковке (жестяные банки или картонные коробки с герметизирующей пленкой), разрешается использовать по назначению без предварительной сушки. Порошковая проволока со следами ржавчины не подлежит использованию при сварке.

Электроды, флюсы и порошковая проволока используется после сушки (прокалики) в сроки, указанные в таблице 19. Дальнейшее их применение разрешается только после проведения повторной сушки. При температуре окружающего воздуха ниже 5°C электроды с основным покрытием, предназначенные для сварки корневого шва, непосредственно после сушки рекомендуется хранить в термопеналах.

Таблица Сроки хранения распакованных сварочных материалов

Сварочные материалы	Срок годности при хранении в сухих помещениях, сутки
Электроды с покрытиями основного типа	2
Порошковая проволока	2
Электроды с целлюлозным покрытием	5
Флюсы	15

Сварочные материалы (электроды, флюсы, порошковая проволока, проволока сплошного сечения) следует выдавать сварщику в количестве, необходимом для односменной работы. Неиспользованные за смену электроды с основ-

ным покрытием и порошковую проволоку следует хранить в сушильных шкафах при температурах 135...150⁰ С, флюс – в закрытой таре. При правильном хранении прокаленных электродов и флюсов срок их годности неограничен. Флюс, оставшийся после сварки, должен быть возвращен на участок подготовки, где его очищают от шлаковых включений, металлических примесей и других загрязнений.

Сварочную проволоку сплошного сечения перед выдачей на участок сварки следует очистить от ржавчины, загрязнений и масел.

Защитные газы. Защитные газы хранятся и транспортируются преимущественно в баллонах емкостью 40-50 л при давлении 15 МПа, а жидкая углекислота под давлением до 6 МПа.

Для предохранения от коррозии и быстрого опознания, баллоны, согласно требованиям ГОСТ 949-73, окрашиваются в разные цвета и имеют соответствующие надписи (таблица 20).

Таблица Характеристика стальных баллонов для сжатых и сжиженных газов вместимостью 40 дм³ и массой 58,5 кг

Тип газа	Давление, МПа		Состояние газа в баллоне	Количество газа в баллоне, дм ³	Цвет окраски баллона	Надпись на баллоне	Цвет надписи	Цвет полосы
	рабочее	испытательное						
Азот	15	22,5	Сжатый	5700	Черный	Азот	Желтый	Коричневый
Аргон	15	22,5	Сжатый	6200	Серый	Аргон	Зеленый	Зеленый
Водород	15	22,5	Сжатый	6000	Темно-зеленый	Водород	Красный	-
Воздух	15	22,5	Сжатый	6000	Черный	Сжатый воздух	Белый	-
Гелий	15	22,5	Сжатый	6000	Коричневый	Гелий	Белый	-
Кислород	15	22,5	Сжатый	6200	Голубой	Кислород	Черный	-
Сварочный диоксид углерода	7,5	9,5	Сжиженный	12600 (25 кг)	Черный	Диоксид углерода	Желтый	-

Углекислый газ транспортируется к месту потребления в основном в жидком виде в баллонах. В стандартные баллоны емкостью 40 л летом заливается 25 л углекислоты, при испарении которой образуется 12600 л газа, зимой – 30 л углекислоты при испарении которой образуется 15120 л газа. Этот способ удобен там, где не требуется большого расхода СО₂, а также для рампового питания небольших цехов или участков.

При газификации углекислоты в баллонах, могут иметь место прекращение поступления газа по следующим причинам:

- 1) образование в баллоне сухого льда вследствие превышения количества потребляемого газа по сравнению с его количеством, образующимся в баллоне;

- 2) образование в редукторе пробок из твердого CO_2 и водяного пара происходит вследствие того, что в процессе дросселирования при резком снижении давления заметно падает температура.

Образование пробок из сухого льда можно предотвратить, если дросселировать не насыщенный пар, а перегретый, который после дросселирования будет иметь плюсовую температуру. Для этого между баллоном и редуктором устанавливают подогреватель.

Питание цехов углекислым газом или аргоном при большом их расходе может осуществляться от специальных рамп, обеспечивающих бесперебойное поступление газа к сварочным постам.

В промышленности применяют следующие системы обеспечения производств защитными газами: индивидуальную; централизованную с питанием от рампы баллонов и подачей защитного газа к сварочным постам по трубопроводу; централизованную с питанием от изотермической емкости и подачей газа по трубопроводу; централизованную с питанием от заводской станции защитного газа и подачей газа по трубопроводу.

При индивидуальной системе каждый сварочный пост питается от одного или нескольких баллонов с защитным газом, которые располагают у сварочного поста. Если сварочный пост подвижный, то баллоны перемещают вместе с постом.

В комплект газовой аппаратуры при индивидуальной системе питания газом входят: баллон с запасом защитного газа, перед —редукторный подогреватель газа (только при сварке в углекислом газе), понижающий редуктор, расходомер и газовый клапан. В отдельных случаях, например при использовании пищевого неосушенного углекислого газа, в комплект вводят осушитель газа.

При централизованном питании от рампы с баллонами сварочные посты питаются газом от цехового трубопровода, подключенного к группе баллонов. В комплект системы входят: две группы баллонов, перепускная рампа с редукторами, понижающими давление газа от высокого в баллонах до установленного рабочего в трубопроводе, цеховой трубопровод, понижающие редукторы на каждом сварочном посту, расходомеры и газовые клапаны также на каждом сварочном посту.

При централизованном питании от изотермической емкости сварочные посты питаются газом от цехового трубопровода, подключенного к изотермической емкости с газификационной установкой. В комплект системы входят: стационарная изотермическая емкость, газификационная установка, цеховой трубопровод, понижающие редукторы, расходомеры и газовые клапаны на каждом сварочном посту.

При централизованном питании от заводской станции защитного газа сварочные посты питаются от цехового трубопровода, подключенного к магистральному трубопроводу, идущему от станции. В комплект данной системы входят: собственно станция защитного газа, промежуточное хранилище газа, магистральный трубопровод, понижающие редукторы, расходомеры и газовые клапаны на каждом посту.

Таблица Условия хранения сварочных материалов

Сварочный материал	Требования по условиям хранения	Гарантийный срок хранения
Сварочный флюс	В крытых неотапливаемых помещениях в бумажных мешках или в специальных контейнерах	2 года
Покрытые электроды	В сухих отапливаемых помещениях при температуре не ниже 15°C в условиях. Предохраняющих их от загрязнения, увлажнения и механических повреждений	6 мес. (в герметичной упаковке), 3 мес. (в картонной упаковке)
Порошковая проволока	По группе хранения 1(Л) ГОСТ 15150	8 месяцев
Сварочная проволока	В сухом закрытом помещении, защищенном от воздействия атмосферных осадков и почвенной влаги, в условиях, предохраняющих проволоку от коррозии, загрязнения и механических повреждений	-
Аргон, кислород, углекислый газ	Баллоны с газом должны храниться в специальных помещениях или на открытых площадках под навесом, защищающим от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей	-

Самостоятельная работа:

1. Прочитать обучающий материал.
2. Составить конспект, заполнить последнюю колонку таблицы (см. выше);
3. Проверить себя, ответив на вопросы:
 - 1) В каком случае запрещено применять сварочные материалы.
 - 2) Какие помещения используют для хранения сварочных материалов?
 - 3) Как хранят порошковую проволоку?
 - 4) Как упаковывают флюс?
 - 5) Что написано на ярлыке с упаковки флюса?
 - 6) Зачем сварочные материалы прокаливают перед сваркой?
 - 7) Какие электроды можно использовать без предварительной сушки?
 - 8) Какую порошковую проволоку нельзя использовать для сварки?
 - 9) Какие электроды после сушки хранят в термопеналах?
 - 10) Сколько электродов выдают сварщику?
 - 11) Как следуют хранить неиспользованные в смену электроды?
 - 12) Что необходимо сделать с флюсом, оставшимся после сварки?
 - 13) Как подготавливают сварочную проволоку сплошного сечения перед выдачей на участок сварки?
 - 14) В чем хранят и транспортируют защитные газы?
 - 15) Назовите цвет баллонов и надписи на них для хранения азота, аргона, водорода, воздуха, гелия. Кислорода, сварочной углекислоты.
 - 16) Назовите рабочее давление в газовых баллонах для кислорода, для углекислого газа?

- 17) Зачем баллоны окрашивают в разные цвета?
- 18) Для транспортировки каких газов применяют танки-газификаторы?
- 19) Как транспортируют углекислый газ?
- 20) Назовите причины, при которых может прекратиться подача углекислого газа в зону сварки?
- 21) Как предотвратить образование пробок из сухого льда при сварке в углекислом газе?
- 22) Какой прибор устанавливают между баллоном с углекислым газом и редуктором?
- 23) Для чего используют специальные рампы?
- 24) Как хранят баллоны с защитными газами?
- 25) Почему баллоны с защитными газами нельзя оставлять под прямыми солнечными лучами?

Задание:

Ответьте: как надо действовать если ...

- 1) на сварочный материал утерян сертификат завода-изготовителя;
- 2) флюс сильно увлажнен;
- 3) утеряна бирка от мотка с порошковой проволокой;
- 4) упаковка на электродах с целлюлозным покрытием повреждена;
- 5) порошковая проволока покрыта ржавчиной;
- 6) после сушки электродов прошло более двух суток;
- 7) отсутствуют термопеналы для хранения прокаленных электродов;
- 8) порошковую проволоку, оставшуюся после сварки не положили в сушильный шкаф;
- 9) сварочная проволока поступила на участок сварки со следами загрязнений;
- 10) баллон с защитным газом имеет неопределенный цвет, надпись не читается;
- 11) сварочная проволока механически повреждена;
- 12) нет специального помещения для хранения баллонов с газом.

Домашнее задание:

Выписать в словарь и дать определение следующим терминам и понятиям: *танк-газификатор, подогреватель углекислого газа, сухой лед, рамповое питание, дросселирование.*

Контрольная работа

1. Определите примерный химический состав сварочных материалов:

Св-08ХГ2С;

Нп-25;

Св-А97;

МСр1

БрОЦ4-3

2. Выберите марки электродов

УОНИ13/45, Э42А, Э-08М, АНО-5, ЦУ-2М, Э100А

3. Если диаметр стержня электрода 3 мм, а диаметр стержня с покрытием 8 мм, то толщина покрытия обозначается ...

- а) М;
- б) С;
- в) Д;
- г) Г.

4. Определите вид покрытия, в состав которого входят марганцевая руда, кремнезем, гематит, большое количество ферромарганца:

- а) А;
- б) Р;
- в) Б;
- г) Ц.

5. Расшифруйте условное обозначение сварочного материала:

Э60 - ВСЦ-60 - 4,0 – ЛС2 ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
Е - 11ГНМ – 3 – Ц14

6. По условным обозначениям определите вид сварочных материалов и их назначение:

Св-08А, ПП-АН120, Нп-25, Аг, БрХ-0,7; ЭВЛ, АН-348А.
Нп-30Х10Г10Т, Л63, Э09Х1МФ.

7. Ответьте на вопросы:

- 1) Какие элементы вводят в состав электродных покрытий для предупреждения выгорания легирующих элементов сварочной ванны?
- 2) Для чего в электродные покрытия вводят органические вещества, такие как крахмал, декстрин, древесную муку?

8. Как классифицируют флюсы по назначению?

9. Выберите тип электродов для сварки теплоустойчивых сталей:

Э-09Х1МФ, Э50А, Э85, Э-09ХМ.

10. Выберите строку, в которой перечислены только инертные газы:

- а) углекислый газ, кислород, аргон;
- б) кислород, азот, водород;
- в) аргон, гелий, азот;
- г) аргон, гелий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышов Г. Г. Технология электрической сварки плавлением: - М.: Издательский центр "Академия", 2012.
2. Сварка и резка металлов: Учебное Пособие / М. Д. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин и др.; Под ред. Ю. В. Казакова. – М.: Издательский центр "Академия", 2016.
3. Солнцев Ю.П. Материаловедение: учебник для студ. учреждений сред. проф. обр.- М.: Издательский центр "Академия", 2017.
- 4.ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75 , ГОСТ 949-73, , ГОСТ 2246-70
- 5.http://www.scmetal.ru/scmp/additions/steel_book/books/v/_u_/steel_books/wire_2
- 6.<http://tutmet.ru/omednennaja-svarochnaja-provoloka-sv08g2s-tehnicheskie-harakteristiki.html>
7. <http://www.osvarke.com/provoloka.html>