

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Свердловской области
«Уральский колледж технологий и предпринимательства»
(ГАПОУ СО «УКТП»)

Преподаватель – Югринов Владимир Евгеньевич
Обратная связь осуществляется : +79086330053; yugrinov59@mail.ru
Профессия : **Слесарь санитарно технических систем и
вентиляционного оборудования**

ПМ 03. Специальные дисциплины

МДК 03.01 Технология электродуговой сварки

Тема: **«Сварочные материалы для ручной дуговой
сварки.».**

Вид учебного занятия: Теоретическое изучение.

Дата проведения: **26.11.2022** Группа № 19 Курс 1

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ:

Тема: Ручная дуговая сварка. Сварочные электроды..

Цель работы: Изучить и закрепить знания **Сварочные
материалы для ручной дуговой сварки.**

Вид учебного занятия: Повторение пройденного материала и изучение
нового материала;

Содержание учебного занятия: изучить предлагаемый материал,
выполнить конспект по заданным вопросам .

1. Виды сварочных материалов.
 2. Характеристики электродов
 3. Классификация электродов, типы и назначение
- Повторение пройденного материала.**

Тема : . **Качество сварного шва.**

Ответить на вопросы задания в конспекте.

1. Сущность процесса ММА

2. Требования к условиям на рабочем месте.

3. Род и полярность тока сварки.

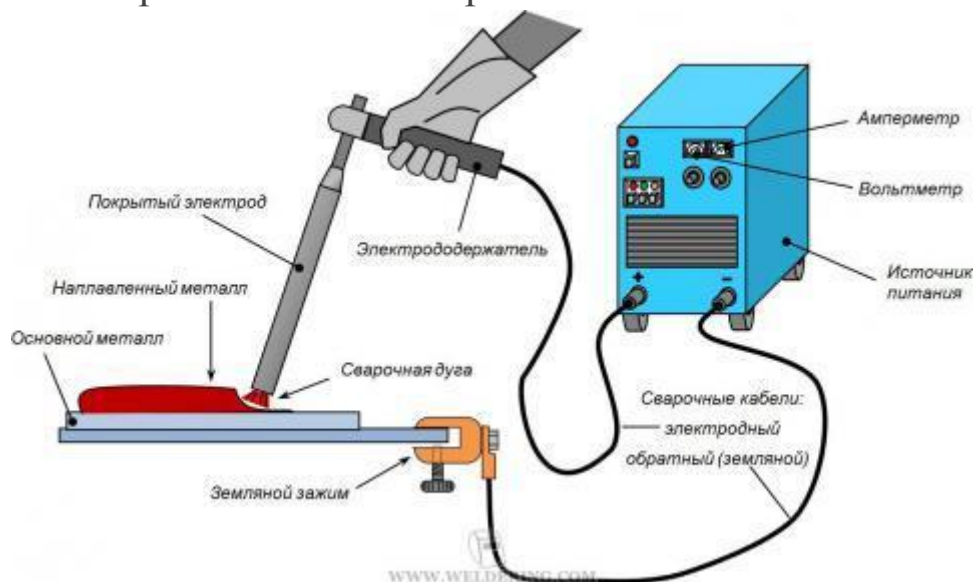
Конспект и ответы на вопросы предоставить преподавателю для проверки на очередном занятии.

Конспект

Сущность процесса ММА

Ручная дуговая сварка (ММА) - это процесс дуговой сварки, при котором используется дуга, горящая между покрытым электродом и сварочной ванной.

Покрытый электрод представляет собой металлический стержень, на который нанесено покрытие.



Дуга при этом способе сварки зажигается быстрым касанием торцом электрода поверхности основного металла, которая под воздействием тепла дуги расплавляется, образуя сварочную ванну. Под действием дуги также происходит плавление электродного стержня, металл которого переходит в сварочную ванну, образуя наплавленный металл сварного шва (при этом часть металла

теряется в виде брызг). При расплавлении покрытия электрода образуются газы и шлак, которые защищают зону дуги и сварочную ванну от вредного воздействия окружающего воздуха. Более того, шлак, покрывающий наплавленный металл, обеспечивает его правильное формирование при кристаллизации. После каждого прохода шлак необходимо удалять. Некоторые марки электродов обеспечивают самоотделение шлаковой корки.

Дуговая сварка покрытыми электродами это типично ручной способ сварки. Электрод имеет ограниченную длину (обычно в пределах 350 ... 450 мм), а это означает, что процесс сварки постоянно прерывается для его смены. Рабочее время используется не эффективно, так как время горения дуги не превышает 25 ... 60% его объема, а производительность, соответственно, оказывается низкой. Остановки и возобновления сварки также повышают вероятность зарождения дефектов в сварном шве.

Покрытые электроды определенного размера и типа позволяют производить сварку на разных токах, но только в пределах определенного указанного изготовителем диапазона в зависимости от диаметра стержня, толщины и состава покрытия, а также [положения сварки](#).

В процессе плавления покрытия электрода на его торце образуется воронка, которая способствует направлению потока образующегося газа в сторону сварочной ванны, который благоприятствует переносу капель расплавленного электродного металла в нее. Поток газа настолько велик, что способен переносить капли снизу вверх, обеспечивая тем самым возможность сварки в потолочном положении.

Применение

Тип и толщина основного металла. Дуговая сварка покрытыми электродами используется, в основном, применительно к нелегированным, низколегированным и высоколегированным

сталям толщиной от 2 до 50 мм и выше, например, для сварки стальных конструкций, сосудов, работающих под давлением, судов и других изделий при единичном или мелкосерийном производстве. При крупносерийном производстве целесообразнее применять механизированные процессы, например, сварку МИГ/МАГ.

При сварке деталей толщиной менее 1,5 мм основной металл будет быстро проплавляться на всю толщину и "проваливаться" еще до образования сварочной ванны, которая должна была бы соединять кромки деталей. В этих условиях сварка покрытыми электродами возможна только при использовании специальных приспособлений.

Хотя для сварки покрытыми электродами нет предела по применимым толщинам основного металла, все же для толщин более 20 мм экономически выгоднее использовать более высокопроизводительные процессы, такие как МИГ/МАГ, FCAW и SAW. Таким образом, сварка ММА чаще всего применяется для толщин от 3 до 20 мм, за исключением случаев единичных швов сложной конфигурации, для которых применение автоматических процессов сварки может оказаться экономически не выгодным. В этом случае сварка ММА может применяться для толщин до 250 мм.

Положение сварки.

Возможность сварки во всех пространственных положениях является одним из главных достоинств сварки ММА, которое может быть ограничено только в случае, если применяемый электрод не позволяет выполнять сварку в том или ином положении. Таким образом, это недостаток не процесса сварки, а применяемого электрода. Несмотря на то, что сварка ММА может выполняться во всех пространственных положениях, необходимо, по возможности, стремиться выполнять ее в нижнем положении, так как при этом допускается использование менее квалифицированных сварщиков, применение электродов больших диаметров и на большем токе и, соответственно, достигаются более высокие скорости наплавки.

Сварка в вертикальном и потолочном положениях требует от сварщиков более высоких навыков и выполняется электродами меньших диаметров. Форма соединений, подлежащих сварке в вертикальном и потолочном положениях, также может отличаться от таковых для сварки в нижнем положении.

Требования к условиям на рабочем месте. Простота оборудования, используемого при сварке ММА, делает этот процесс "малочувствительным" к условиям на месте применения. Сварка может выполняться как внутри помещений, так и вне их, в цеху, на корабле, на мосту, на каркасе здания, на конструкциях нефтеперерабатывающего завода, на отдаленных трубопроводах или на других подобных объектах. При этом нет надобности в шлангах для подачи газа или воды. Сварочные кабели могут быть довольно большой длины, чтобы позволить удалиться от источника питания на значительные расстояния без существенного ухудшения выходных характеристик системы "источник питания + сварочные кабели", так как внешняя вольтамперная характеристика будет только становиться более и более крутопадающей при увеличении длины кабелей, что, как раз, и необходимо для сварки ММА

Однако, при этом будут увеличиваться и потери энергии из-за нагрева кабелей. В местах, где нет электричества, могут использоваться сварочные генераторы с приводом от двигателей внутреннего сгорания. Несмотря на все эти достоинства, процесс сварки ММА должен выполняться в условиях защиты от ветра, дождя и снега.

Род и полярность тока сварки.

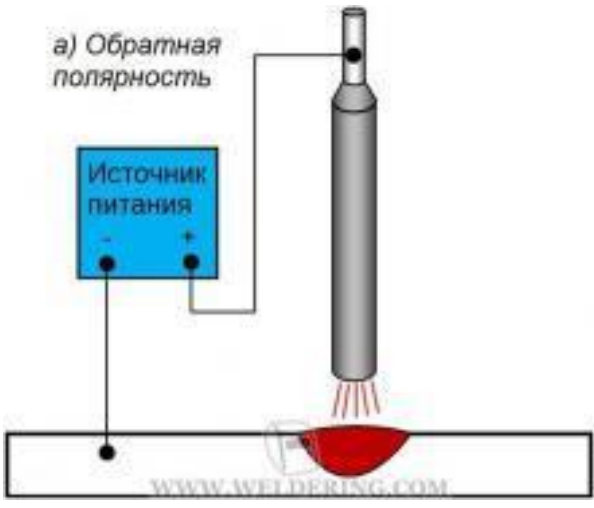
Процесс сварки ММА может выполняться как на переменном, так и на постоянном токе, что определяется только характеристиками применяемого электрода. Некоторые из электродов предназначены только для сварки на постоянном токе, в то время как другие, как на постоянном, так и на переменном токе. Род тока сварки и его полярность влияют на скорость расплавления всех типов покрытых электродов.

Сварочная дуга постоянного тока всегда более стабильна, чем дуга переменного тока. Это обусловлено тем, что при горении дуги постоянного тока не происходит смены полярности, как это имеет место при сварке на переменном токе. Большинство универсальных электродов, предназначенных для сварки, как на постоянном, так и на переменном токе, все же лучше себя ведут на постоянном токе.

При сварке на постоянном токе электроды показывают лучшие оперативные свойства на обратной полярности. И лишь некоторые из них разработаны для сварки на прямой полярности. Имеются электроды, позволяющие сварку на обеих полярностях.

Влияние полярности на характер горения электродов обусловлено тем, что дуга оказывает разное давление на катод и анод. В связи с тем, что позитивные ионы имеют значительно более высокую массу чем электроны, они при столкновении с катодом оказывают больший отталкивающий эффект, чем электроны, достигающие анод. Это обеспечивает более глубокое проплавление в случае, когда катод размещается на изделии (обратная полярность), в то время как прямая полярность обеспечивает более быстрое плавление электрода

В случае, когда глубина проплавления не имеет большого значения (например, при наплавке) представляется довольно соблазнительным повысить скорость расплавления электрода переходом на прямую полярность. Однако, когда электрод становится катодом, давление дуги отталкивает каплю в противоположную сторону от сварочной ванны, что может приводить к чрезмерному разбрызгиванию.

	
Повышенный ввод тепла в изделие. Более глубокое проплавление. Меньшая скорость плавления электрода. Более стабильный характер переноса металла.	Сниженный ввод тепла в изделие. Менее глубокое проплавление. Большая скорость плавления электрода. Низкая стабильность переноса электродного металла с повышенным разбрызгиванием.

Электроды для постоянного тока (обычно это электроды с основным видом покрытия), обеспечивают хороший смачивающий эффект расплавленным металлом, наплавленный металл более высокого качества и равномерное формирования шва даже при низких значениях тока сварки. Последнее объясняет, почему они предпочтительны для сварки изделий малой толщины.

При сварке на постоянном токе магнитных металлов (железо и никель) может возникать такая проблема, как магнитное дутье.

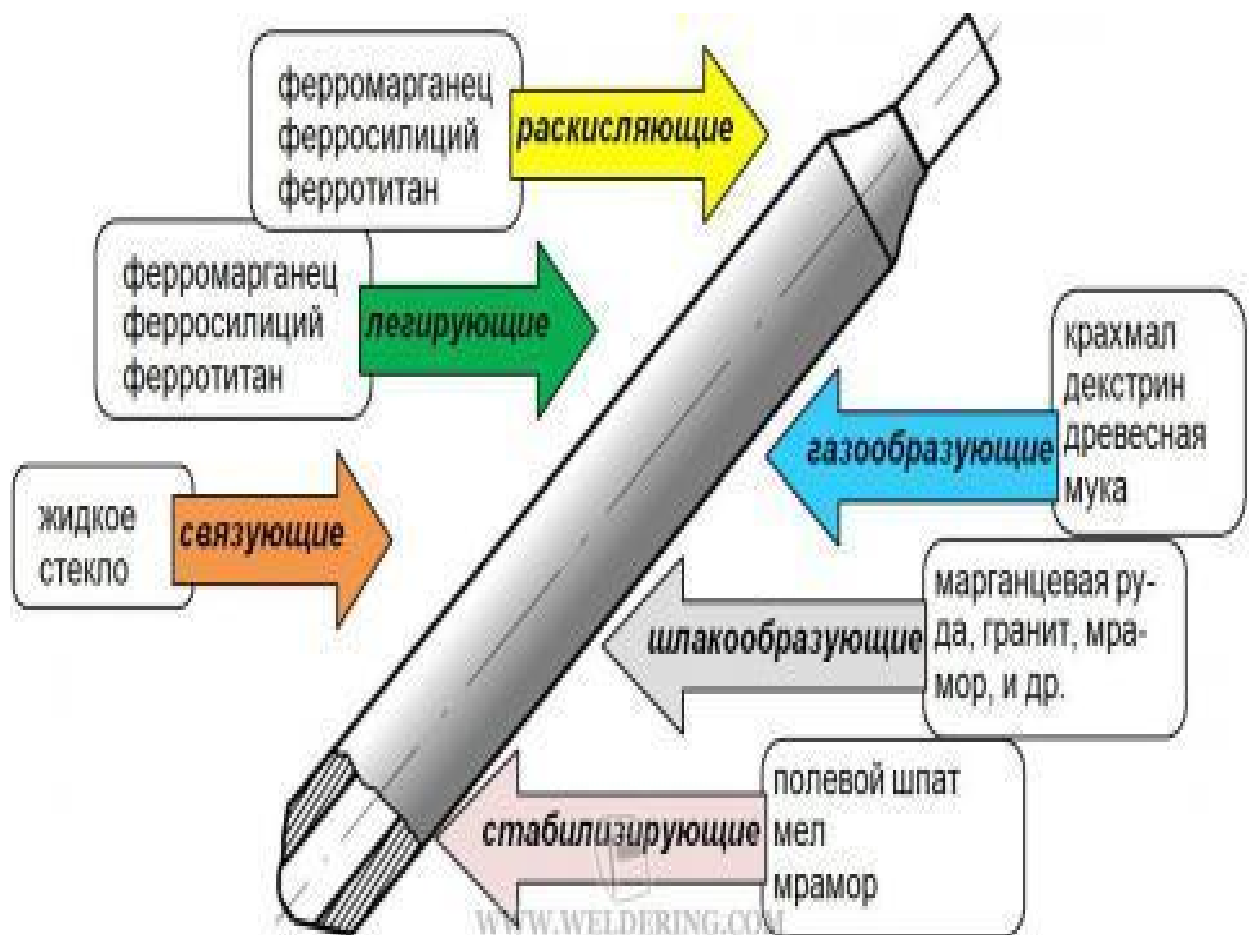
Иногда единственным путем избавиться от нее является переход на сварку переменным током.

Другое **преимущество сварки на переменном токе** связано с источником питания, сварочным **трансформатором, который значительно менее сложен по сравнению со сварочными**

выпрямителями и, соответственно, более надежный и менее дорогой.

Покрытые электроды

Необходимые технологические свойства электродов достигаются подбором материалов металлического стержня и покрытия, в состав которого вводятся стабилизирующие, шлакообразующие, легирующие и связующие вещества.



Основные функции электродного покрытия:

Улучшать стабильность дуги с помощью элементов с низким потенциалом ионизации.

Производить шлак. Расплавленные минеральные составляющие покрытия образуют тонкий слой шлака, обволакивающего каждую каплю расплавленного металла, а также сварочную ванну, защищая их от кислорода, азота и паров воды.

Образовывать защитный газ, который является продуктом горения органических составляющих покрытия, например, целлюлозы, или разложения карбонатов.

Выполнять раскисление, а иногда и легирование металла шва для улучшения его свойств. Тонкий слой шлака, обволакивающего каплю расплавленного электродного металла, способен передавать легирующие элементы в каплю.

В соответствии с национальными стандартами **электроды классифицируются:**

- по назначению;
- по типам и маркам;
- по толщине покрытия;
- по видам покрытия;
- по допустимым пространственным положениям;
- по роду и полярности сварочного тока;
- по качеству электродов.

По назначению электроды подразделяются:

- для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа, условное обозначение У;
- для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву выше 600 МПа, условное обозначение Л;
- для сварки высокопрочных сталей с особыми свойствами, обозначение Т;
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами, обозначение Н.

Тип электрода определяет механические характеристики (временное сопротивление разрыву, относительное удлинение) или особые свойства (теплоустойчивость, износоустойчивость и др.) наплавленного металла, которые обеспечиваются данными электродами. Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей стандартом предусмотрено 9 типов электродов (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60). В обозначение типов электродов этой группы входит буква Э и цифра, указывающая минимальное, гарантируемое временное сопротивление наплавленного металла электродами данного типа (кг/мм^2). Например, электроды типа Э46 (марки ОЗС-4, АНО-3, МР-1) должны обеспечить временное сопротивление разрыву не менее 461 МПа. Буква А означает, что электрод данного типа обеспечивает более высокие пластические свойства наплавленного металла и более высокую ударную вязкость.

Для сварки легированных конструкционных сталей повышенной и высокой прочности предусмотрено 5 типов электродов (Э70, Э85, Э100, Э125, Э150).

Для сварки легированных теплоустойчивых сталей предусмотрено 9 типов электродов: Э-09М, Э-09МХ, Э-09ХІМФ и др.

Для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами стандартом предусмотрено 49 типов электродов. Например: Э-12Х13, Э-07Х2ОН9 и др.

Для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами предусмотрено 44 типов электродов: Э-10Г2, Э-30Г2ХМ и др.

Буквы и цифры входящие в обозначение типов электродов для сварки и наплавки легированных теплоустойчивых и высоколегированных сталей показывают примерный химический состав наплавленного металла. Например: электроды марки ЦЛ-20, типа Э-09ХІМФ дают в наплавленном металле 0,09 % углерода, и 1 % хрома и некоторое количество молибдена и ванадия.

Марка электрода – это промышленное обозначение, которое присваивается разработчиком или изготовителем электродов. Поэтому каждому конкретному типу электродов может соответствовать несколько марок электродов. Например: к типу Э46 относятся электроды марок: АНО-3, АНО-6, МР-1, ОЗС-4 и др.

По толщине покрытия в зависимости от отношения диаметра электрода (D) к диаметру стального стержня (d) электроды подразделяются:

- с тонким покрытием ($D/d 1,20$), обозначение М;
- со средним покрытием ($1,2 D/d 1,45$) - С;
- с толстым покрытием ($1,45 D/d 1,85$) - Д;
- с особо толстым покрытием ($1,80 D/d$) - Г.

По видам покрытия электроды подразделяются следующим образом:

- с кислым покрытием, обозначение А;
- с основным покрытием (Б);
- с органическим (целлюлозным) покрытием (Ц);
- с рутиловым покрытием (Р);
- покрытие с повышенным содержанием железного порошка (Ж);
- с прочими видами покрытия (П);
- с покрытием смешанного вида (соответствующие двойное обозначение).

За рубежом принято следующее обозначение видов электродного покрытия:

- целлюлозное или органическое (буквенное обозначение: С);
- кислое (А);
- рутиловое (R);
- основное (В);
- покрытие с повышенным содержанием железного порошка (RR);
- смешанное (например, AR).

Кислое покрытие (электроды марок ВЭТ-26, ЦМ-7 и др.).

Основные компоненты - руды в виде окислов железа и марганца, которые при плавлении выделяют кислород, способный окислить

металл сварочной ванны и легирующие примеси. Для ослабления действия кислорода в покрытие вводят раскислители в виде ферросплавов. Металл, наплавленный электродами с кислым покрытием, имеет относительно малую вязкость и пластичность. Electrodes с кислым покрытием имеют повышенную токсичность по сравнению с другими покрытиями. Electrodes с кислым покрытием применяют для сварки конструкции из малоуглеродистых сталей, металла малых и средних толщин.

Основное покрытие (электроды марок УОНИ-13/45, АНО-ТМ, ДСК-50, ЦУ-5 и др.). Основные составляющие - плавленый шпат (CaF_2) и мрамор (CaCO_3). Electrodes с основным покрытием обеспечивают получение сварных швов заданного химического состава с хорошими механическими и пластическими свойствами, обеспечивают незначительную склонность металла шва к образованию трещин. Однако эти Electrodes не допускают удлинений дуги, так как при этом может возникать пористость металла шва. Electrodes с основным покрытием целесообразно использовать при сварке металла большой толщины, ответственных изделий из низколегированных и легированных сталей.

Рутиловое покрытие (электроды марок АНО-3, АНО-4, ОЗС-23, ОЗС-6С, АНТ-1к и др.). Такое покрытие имеет в своем составе преобладающее количество рутила (TiO_2 – двуокись титана). Electrodes с рутиловым покрытием обеспечивают получение плотного шва при наличии ржавчины на свариваемых кромках, отличаются незначительным разбрызгиванием, обеспечивают устойчивое горение дуги, как на постоянном, так и на переменном токе. Допускают существенные удлинения дуги без образования пористости сварного шва. Electrodes с рутиловым покрытием пригодны для сварки во всех пространственных положениях. Рекомендуются для сварки в монтажных условиях.

Целлюлозное (органическое) покрытие (электроды марок ВСП-1, ВСЦ-1, ВСП-3 и др.). Такое покрытие содержит органические компоненты в качестве газообразующих и связывающих веществ (целлюлоза, органические смолы).

Электроды с органическим покрытием удобны для сварки в любом пространственном положении, включая вертикальные швы способом сверху - вниз, но дают наплавленный металл пониженной пластичности из-за повышенного содержания водорода в наплавленном металле. Электроды с целлюлозным покрытием рекомендуется применять для сварки низкоуглеродистой стали малой толщины а также для сварки сверху - вниз.

Электроды с покрытием смешанного вида, такие как АНО-6(РА), АНО-29(РЦ), МР-6(РБ) и др., сочетают в себе свойства характерные для соответствующих покрытий.

По допустимым пространственным положениям сварки или наплавки электроды подразделяются на 4 вида:

- все положения, обозначение 1;
- все положения, кроме вертикального сверху - вниз, обозначение 2;
- нижнее, горизонтальное на вертикальной плоскости и вертикального снизу - вверх, обозначение 3;
- нижнее и нижнее в лодочку, обозначение 4.

По роду и полярности сварочного тока, а также по номинальному напряжению холостого хода источника питания, электроды подразделяются на 10 категорий:

- сварка только на постоянном токе обратной полярности, обозначение 0;
- сварка на переменном и постоянном токе любой полярности; напряжение холостого хода не менее 50, 70 и 80 В, обозначение соответственно 1;4;7;
- сварка на переменном токе или постоянной прямой полярности, при напряжении холостого хода не менее 50, 70 и 90 В, обозначение соответственно 2;5;8;
- сварка на переменном токе или постоянном токе обратной полярности, при напряжении холостого хода не менее 50,70 и 90 В обозначение соответственно 3;6;9.

По качеству, т.е. по состоянию поверхности покрытия электрода, механических свойств металла шва, выполненного

данными электродами и по содержанию серы и фосфора в наплавленном металле, электроды делятся на группы 1, 2 и 3. Электроды 1-й группы обеспечивают более высокие свойства шва.

Диаметры электродов выпускаемых промышленностью: 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 мм. В основном применяются электроды диаметром от 3,0 до 5,0 мм. диаметр электрода определяется диаметром металлического стержня.

Длина электродов зависит от их диаметра и степени легирования металлического стержня.

Диаметр электрода, мм		1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0-1 2,0
Длина электрода, мм	Стержень из углеродистой и легированной стали	200 250	250	250 300	300 350	350 450	450
	Стержень из высоколегированной стали	150 200	200 250	250	300 350	350	350 450

Условное обозначение электродов

Для того чтобы использовать электроды в соответствии с их назначением, необходимо знать предусмотренную Стандартом структурную схему обозначений. В технической документации (чертежах, технологических картах и др.) условное обозначение электродов состоит из обозначения марки, диаметра, группы качества.

Например: электроды УОНИ - 13/45-3.0-2.

Условное обозначение электродов, которое указывается на этикетке упаковочной тары, представляет собой группу индексов, разделенных горизонтальной линией и включающих следующие данные:

- над линией: тип электрода, марка, диаметр, назначение, толщина покрытия, группа по качеству изготовления;
- под линией: характеристика металла шва, вид покрытия, допускаемое пространственное положение сварки, индекс рода тока и полярности;
- справа номера ГОСТов, регламентирующих требования к рассматриваемому типу электродов.

Классификация электродов для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей

Назначение электрода

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

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

Тип электрода

Марка электрода

Диаметр электрода

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

Э42А - УОНИ-13/45 - 5,0 - УД2

Е 41 2(4) - Б20

ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

Индексы, указывающие механические характеристики металла шва.

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

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

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

ГОСТ 9466-75 «Электроды покрытия металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация, размеры и общие технические требования» регламентирует следующие показатели и обозначения электродов:

Назначение электрода, толщина покрытия, вид покрытия, группа качества, допускаемые пространственные положения швов при сварке, рекомендуемая полярность и напряжение холостого хода сварочного трансформатора, диаметр электрода.

ГОСТ 9467-75 «Электроды покрытия металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы» регламентирует:

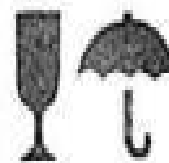
Типы электродов и требования к механическим свойствам наплавленного металла и металла шва.

Пример условного обозначения электродов, которое указывается на этикетке упаковочной тары (электроды марки электродов УОНИ-13/45):



ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Э 42А—УОНИ 13/45 — — УД ГОСТ 9466—75
E412(4)—Б20 ГОСТ 9467—75



Для сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Рекомендуется для сварки конструкций, работающих в условиях пониженных температур.							Влажность электродов перед применением не более 0,3 %
РЕЖИМЫ СВАРОЧНОГО ТОКА, А							Режим повторного прокаливания электродов $T=250-300^{\circ}\text{C}$ в течение 1-го часа
Положение шва	Диаметр электрода, мм						Масса электродов в пачке: $\varnothing 2,0-2,5$ — 3 кг $\varnothing 3,0-6,0$ мм — 5 кг Масса в ящике — 40 кг
	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	
Нижнее	40—60	50—70	80—100	130—150	170—200	210—240	
Вертикал.	35—55	40—65	70—90	130—140	160—180		
Патолочи.	35—55	40—65	70—90	130—140			

Э 42А—УОНИ-13/45—5,0—УД2

E 41 2(4)—Б20

ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

WWW.WELDERING.COM

Тип	Марка	Диаметр, мм	Назначение	Толщина покрытия	Группа качества
Э42А	Уони-13/45	5,0	У	Д	2
Е	41 2(4)	Б	2	0	
Электрод	Механические свойства металла шва	Вид покрытия	Пространственное положение шва	Род тока, полярность, напряжение холостого хода	

Как правильно выбирать покрытые электроды

В первую очередь, при выборе покрытых электродов необходимо проверить будет ли металл шва соответствовать требованиям по механическим свойствам: прочности на растяжение, относительному удлинению и ударной прочности. Применительно к электродами для нелегированных сталей механические свойства могут быть определены по маркировке.

Сварочно-технологические свойства. Сварочно-технологические свойства электродов определяются, в первую очередь, видом его покрытия. Две последние цифры в обозначении электрода дают информацию о стабильности процесса в различных положениях сварки, а также о роде и полярности тока. Электродами рутилового типа выполнять сварку, как правило, легче и поэтому они применяются чаще других типов. Однако этот электродов, также как и электроды с кислым видом покрытия характеризуются достаточно высоким содержанием водорода в металле шва. Электродами с основным видом покрытия выполнять сварку значительно сложнее, так как ими трудно зажигать дугу и, к тому же, ее необходимо поддерживать очень короткой. Однако эти электроды обеспечивают прекрасные механические свойства металла шва.

Легирование металла шва. При сварке легированных сталей выбор электрода, как правило, зависит от требуемого химического состава

металла шва. Обычно стремятся, чтобы металл шва имел тот же химический состав, что и основной металл. При сварке разнородных металлов легирование электрода обычно должно соответствовать менее легированному металлу. Однако, при сварке нелегированной и нержавеющей стали предпочтение должно отдаваться высоколегированным электродам с тем, чтобы снизить склонность к закаливанию металла шва, представляющего собой смесь обоих указанных сталей.

Экономические факторы. При выборе покрытых электродов немаловажным фактором является его скорость наплавки, измеряемая в кг/час. Высокопроизводительные электроды, как правило, более предпочтительные в этом отношении, однако их применение ограничено сваркой в нижнем и, иногда, в горизонтальном положениях. Оценить указанное свойство электродов можно по каталогам, которые предоставляются предприятиями изготовителями. При этом, естественно, необходимо обращать внимание на стоимость электродов от разных производителей.

При сварке покрытыми электродами сварщик должен стремиться использовать электрод полностью, оставляя огарок длиной не более 50 мм. К сожалению, плохой привычкой некоторых сварщиков является выбрасывание всего лишь наполовину использованного электрода, что приводит к неоправданно высокому их потреблению и частым остановкам при выполнении сварки.

Достоинства и недостатки процесса сварки ММА

Сварка ММА, без сомнения, наиболее распространенный процесс сварки, особенно, когда требуется выполнять короткие швы, обслуживание или ремонт, а также при выполнении монтажных работ. По сравнению с другими способами сварки (сварка в защитных газах плавящимся электродом – МИГ/МАГ, сварка ТИГ, сварка под флюсом) сварка ММА характеризуется следующими преимуществами:

- оборудование для ММА простое, недорогое и может быть переносным; не требуется
- дополнительной газовой или флюсовой защиты, так как и то и другое получается из покрытия;
- обеспечивается более надежная защита области сварки от воздействия ветра и сквозняков, по сравнению со сваркой МИГ/МАГ;
- этот способ сварки можно использовать в местах с ограниченным доступом;
- сварка ММА пригодна для сварки большинства черных и цветных металлов и сплавов (углеродистых, легированных и нержавеющей сталей, чугуна, химически разнородных металлов, а также меди, никеля, алюминия и их сплавов) практически любой толщины;
- сварка может выполняться в любом пространственном положении, что благоприятствует применению этого процесса сварки для соединений, которые не могут быть размещены в нижнем положении.

К недостаткам этого способа сварки можно отнести:

- перерывы в работе, связанные с заменой электрода. Как только остаточная длина электрода достигает длины примерно 50 мм, сварщик должен остановить процесс сварки и вставить в держатель вместо огарка новый электрод;
- необходимость удалять шлак после выполнения шва, а также в местах замков шва или перед следующим проходом;
- первые два фактора не позволяют повысить коэффициент использования рабочего времени выше 25%, что значительно ниже по сравнению с процессами сварки, использующими электродную проволоку (например, МИГ/МАГ или сварка порошковой проволокой FCAW);
- из-за наличия огарков и вследствие возможного разрушения покрытия имеет место большие потери электродов. В целом использует не более 65% электрода;
- этот способ не может быть применен для сварки металлов с

низкой температурой плавления, таким как свинец, олово и цинк, а также их сплавам, так как не обеспечивает низкого тепловложения, требуемого в данном случае;

- этот способ не подходит для сварки таких химически активных металлов, как титан, цирконий и тантал, так не обеспечивается требуемой защиты металла шва и околошовной зоны от окисления кислородом;

- в связи с тем, что сварочный ток проходит постоянно по всей длине электрода это ограничивает максимально допустимый ток из-за опасности перегрева электрода и разрушения покрытия с последующим ухудшением стабильности процесса сварки и газовой защиты. В связи с этим, скорость наплавки при сварке ММА, как правило, ниже, чем при сварке МИГ/МАГ или FCAW.

Влияние параметров режима на форму и размеры шва при сварке под флюсом

Форма и размеры шва зависят от многих параметров режима сварки под флюсом: величины сварочного тока, напряжения дуги, диаметра электродной проволоки, скорости сварки и др. Такие параметры, как наклон электрода или изделия, величина вылета электрода, грануляция флюса, род тока и полярность и т.

п. оказывают меньшее влияние на форму и размеры шва.

Влияние параметров режима на форму и размеры шва обычно рассматривают при изменении одного из них и сохранении остальных постоянными. Приводимые ниже закономерности относятся к случаю наплавки на пластину, когда глубина проплавления не превышает 0,7 ее толщины (при большей глубине проплавления ухудшение теплоотвода от нижней части сварочной ванны резко увеличивает глубину проплавления и изменяет форму и размеры шва).

С увеличением силы сварочного тока глубина проплавления возрастает почти линейно до некоторой величины. Это объясняется ростом давления дуги на поверхность сварочной ванны, которым

оттесняется расплавленный металл из-под дуги (улучшаются условия теплопередачи от дуги к основному металлу), и увеличением погонной энергии. Ввиду того, что повышается количество расплавляемого электродного металла, увеличивается и высота усиления шва. Ширина шва возрастает незначительно, так как дуга заглубляется в основной металл (находится ниже плоскости основного металла).

Увеличение плотности сварочного тока (уменьшение диаметра электрода при постоянном токе) позволяет резко увеличить глубину проплавления. Это объясняется уменьшением подвижности дуги. Ширина шва при этом уменьшается. Путем уменьшения диаметра электродной проволоки можно получить шов с требуемой глубиной проплавления в случае, если величина максимального сварочного тока, обеспечиваемая источником питания дуги, ограничена.

Однако при этом уменьшается коэффициент формы провара шва.

Род и полярность тока оказывают значительное влияние на форму и размеры шва, что объясняется различным количеством теплоты, выделяющимся на катоде и аноде дуги. При сварке на постоянном токе прямой полярности глубина проплавления на 40 - 50%, а на переменном - на 15 - 20% меньше, чем при сварке на постоянном токе обратной полярности. Поэтому швы, в которых требуется небольшое количество электродного металла и большая глубина проплавления (стыковые и угловые без разделки кромок), целесообразно выполнять на постоянном токе обратной полярности.

При увеличении напряжения дуги (длины дуги) увеличивается ее подвижность и возрастает доля теплоты дуги, расходуемая на расплавление флюса (количество расплавленного флюса). При этом растет ширина шва, а глубина его проплавления остается практически постоянной. Этот параметр режима широко используют в практике для регулирования ширины шва.

Увеличение скорости сварки уменьшает погонную энергию и изменяет толщину прослойки расплавленного металла под дугой. В результате этого основные размеры шва уменьшаются. Однако в

некоторых случаях (сварка тонкими проволоками на повышенной плотности сварочного тока) увеличение скорости сварки до некоторой величины, уменьшая прослойку расплавленного металла под дугой и теплопередачу от нее к основному металлу, может привести к росту глубины проплавления. При чрезмерно больших скоростях сварки и силе сварочного тока в швах могут образовываться [подрезы](#).

С увеличением вылета электрода возрастает интенсивность его подогрева, а значит, и скорость его плавления. В результате толщина прослойки расплавленного металла под дугой увеличивается и, как следствие этого, уменьшается глубина проплавления. Этот эффект иногда используют при [сварке под флюсом](#) электродными проволоками диаметром 1-3 мм для увеличения количества расплавляемого электродного металла при сварке швов, образуемых в основном за счет добавочного металла (способ сварки с увеличенным вылетом электрода). В некоторых случаях, особенно при автоматической наплавке под флюсом, электроду сообщают колебания поперек направления шва с различной амплитудой и частотой, что позволяет в широких пределах изменять форму и размеры шва. При сварке с поперечными колебаниями электрода глубина проплавления и высота усиления уменьшаются, а ширина шва увеличивается и обычно несколько больше амплитуды колебаний.

Состав и строение частиц флюса оказывают заметное влияние на форму и размеры шва. При уменьшении насыпной массы флюса (пемзовидные флюсы) повышается газопроницаемость слоя флюса над сварочной ванной и, как результат этого, уменьшается давление в газовом пузыре дуги. Это приводит к увеличению толщины прослойки расплавленного металла под дугой, а значит, и к уменьшению глубины проплавления. Флюсы с низкими стабилизирующими свойствами, как правило, способствуют более глубокому проплавлению.

Пространственное положение электрода и изделия при сварке под флюсом оказывает такое же влияние на форму и размеры шва,

как и при [ручной сварке покрытыми электродами \(MMA, SMAW\)](#). Для предупреждения отека расплавленного флюса, ввиду его высокой жидкотекучести, сварка этим способом возможна только в нижнем положении при наклоне изделия на угол не более 10-15°.

Перед началом автоматической сварки под флюсом следует проверить чистоту кромок и правильность их сборки и направления электрода по оси шва. Металл повышенной толщины сваривают многопроходными швами с необходимым смещением электрода с оси шва. Перед наложением последующего шва поверхность предыдущего тщательно зачищают от шлака и осматривают с целью выявления наличия в нем наружных дефектов.

В начале сварки, когда основной металл еще не прогрелся, глубина его проплавления уменьшена, в связи с чем эту часть шва обычно выводят на входную планку. По окончании сварки в месте кратера образуется ослабленный шов, поэтому процесс сварки заканчивают на [выводной планке](#). Входную и выводную планки шириной до 150 мм и длиной (в зависимости от режима и толщины металла) до 250 мм закрепляют на прихватках до начала сварки. После сварки планки удаляют.

КОНСПЕКТ для изучения нового материала

Характеристики электродов

Электрод представляет собой металлический или неметаллический стержень с обмазочным покрытием.

Данный материал является важной составляющей для проведения сварочных работ. Наиболее актуальной классификацией является разделение расходников на марки. Благодаря наличию схожих свойств существует разграничение на типы, каждый из которых имеет собственное назначение использования. В этой статье мы рассмотрим подробности про сварочные электроды: описание и характеристики, которые напрямую влияют на проведение сварочных работ.

Технические характеристики электродов

Электроды и их характеристики представляют собой перечень параметров, каждый из которых напрямую влияет на выбор сварочных материалов. Ниже представлены наиболее весомые свойства.

Химический состав металла

Одним из определяющих факторов при выборе сварочных материалов является химический состав свариваемого металла или сплава. Потому как в зависимости от состава разнятся механические свойства: временное сопротивление разрыву, ударная вязкость, относительное удлинение, угол изгиба. Данные черты определяют «поведение» металла во время сварочных работ. Поэтому перечисленные характеристики необходимо учитывать при выборе конкретной марки электрода, а определяются они в значительной степени видом покрытия.

Химический состав покрытия электродов

Выделяют **четыре основных вида покрытия**, в зависимости от химического состава:

1. **Основой для рутиловых** электродов служит минерал рутил, остальными компонентами являются кремнезем, карбонат магния или кальция, а также ферромарганец.
2. **Целлюлозное покрытие** может включать в состав органические смолы, тальк, целлюлозу и разные ферросплавы.
3. В состав электродов **с основным видом обмазки** входят карбонаты магния и кальция.
4. **Кислое покрытие** включает оксиды железа и марганца.

Химический состав оказывает влияние на следующие важные факторы:

стабильность электрической дуги;
вязкость расплавленного металла и шлака;
особенности поведения металла во время проведения работ.

Коэффициент наплавки при ручной дуговой сварке

Одной из основных характеристик является коэффициент наплавки электродов. Данный параметр выражается в виде величины расплавленного металла электрода, которая пошла на формирование сварного шва, без потерь. Фактически, отвечая на вопрос «что называется коэффициентом наплавки», можно сказать — это величина производительности или эффективности работ.

К сведению!

Данная характеристика помогает грамотному сварщику **выбрать оптимальное пространственное положение для сварки;**

определить, какое количество материалов понадобится для осуществления сварочного процесса, а также заранее знать приблизительное время выполнения определенного объема работ.

Говоря о коэффициенте наплавки невозможно не упомянуть другую индивидуальную характеристику электродов — **коэффициент расплавления**. Это та часть массы прутка, которая под воздействием тока переходит в расплавленный металл за интервал горения дуги в один час. При этом следует учитывать, что не вся масса идет на формирование соединения. Во время сварки происходят такие явления, как **разбрызгивание, испарение** и **выгорание металла**. **Данный параметр зависит от состава обмазки и проволоки, полярности и плотности тока сварного соединения.**

Сварочные электроды «УОНИ-13/55» в упаковке.

Чаще всего сварщиков интересует коэффициент наплавки сварочных материалов УОНИ-13/55. Данная марка является одной из самых востребованных благодаря наличию целого спектра достоинств и оптимальным характеристикам. Также распространенными среди мастеров сварочного дела являются электроды типа Э42. С их помощью можно проводить сварку во всех положениях, что значительно упрощает работу специалиста.

Диаметр

Важной характеристикой при выборе сварочных материалов является диаметр стержня электрода. При определении данного значения нужно, прежде всего, учитывать толщину свариваемых деталей, марку металла и его состав, разновидность сварного соединения, форму кромок и т.д.

Проанализировав предложения производителей и продавцов, можно понять какого диаметра бывают электроды. **Здесь также важна величина длины прутка.** Каждый изготовитель разрабатывает и предлагает свой выбор размеров. Несмотря на общую схожесть, в сетке величин каждого бренда имеются свои нюансы в соотношении. Более того, для избежания возможных проблем во время выполнения работ, следует точно знать

какого диаметра бывают сварочные электроды определенной марки.

В процессе выбора можно ориентироваться на следующие данные:

Расходники диаметром 1 мм. применяются для сваривания изделий толщиной 1,5 мм.;

сила тока не более 25А.

Диаметр 1,6 мм. и длина 20-25 см. предназначены для работы с деталями не более 2 мм.; сила тока — 20-25А.

Прутки диаметром 2 мм. выпускаются длиной 25 или 30 см. используются для сварки конструкций толщиной 2 мм.; сила тока — 70А.

Изделия диаметром 2,5 мм. могут иметь длину 25-30 см. С их помощью варят металл до 3 мм.; сила тока — 70-100А.

Наиболее востребованы расходники диаметром в 3 мм., их длина может составлять 30, 35 и 45 см. Применяются для работы со сталями толщиной до 50 мм.; сила тока — до 140А.

Электроды диаметром 4 мм. подходят как для бытовых сварочных аппаратов, так и для профессионального оборудования; длина — 35 и 45 см. Толщина изделий не должна превышать 1 см.; сила тока — 220А.

Сварочные материалы диаметром от 5 до 12 мм.

применяются исключительно при работе с мощным специализированным оснащением.

Ознакомившись с вышеперечисленными сведениями, специалист любого уровня легко сможет определить какие бывают электроды для сварки и при каких условиях они применяются.

Температура прокалки

Процедура прокаливания представляет собой процесс, главной целью которого является уменьшение количества влаги в обмазке электрода. Прокалка важна для комфортного проведения сварочного процесса и для получения качественного изделия. Проводить её можно несколькими способами.

Большинство мастеров предпочитают использовать печи. В данном случае качество просушки не вызывает нареканий. С помощью термостата, которым оборудована печь, устанавливается точная температура прокалки электродов.

Некоторые специалисты в области сварки выбирают «народные» методы прокаливания. Такие способы используются, когда сварка носит бытовой характер. Потому как при обработке в домашних условиях, сложно настраивается необходимая температура сушки электродов.

Два основных параметра: продолжительность и температура прокаливания электродов — могут значительно различаться, но они всегда указываются на упаковке сварочных материалов.

Масса наплавленного металла при сварке

Масса наплавленного металла — это величина, помогающая определить расход материалов на один метр сварного шва. Рассчитывается данный параметр по следующей формуле:

$$N = G * K,$$

где

N — норма расхода сварочных материалов на один метр сварного шва;

G — масса наплавленного металла сварного шва, длина которого равна 1 метру;

K — коэффициент перехода от массы наплавленного металла к расходу материалов для сварки.

Временное сопротивление разрыву

Временное сопротивление разрыву или предел прочности является одним из механических свойств металла шва, определяется следующим образом — сопротивление материала деформации и разрушению. Воспринимая данное понятие в рамках сварочного процесса, можно сказать, что это свойство металлов воспринимать воздействие электрического тока, не разрушаясь.

Каждый вид материала имеет собственно значение предела прочности, которое прописано в государственных

стандартах. Однако, на практике реальные величины могут иметь другие значения из-за множества факторов. При выборе электродов данный параметр играет немаловажную роль.

Каждый тип расходников предназначен для работы с определенными сталями, которые обладают конкретными величинами прочности. **В качестве примера рассмотрим маркировку электродов типа Э42.** Две стоящие следом за буквой «Э» цифры обозначают минимальное временное сопротивление разрыву, измеряемое в кгс/мм².

Ударная вязкость электродов

Ударная вязкость является ещё одним из механических свойств металла сварного соединения. Ударной вязкостью принято считать способность металлов (или других материалов) поглощать энергию нагрузки, которая на него оказывается. Данная характеристика должна учитываться при выборе сварочных расходников, потому как именно она является одним из показателей прочности всего сваренного изделия. То есть параметр показывает надежность готового изделия.

Относительное удлинение

Относительное удлинение является третьим механическим свойством и характеризует пластические свойства металла при статических нагрузках. При сваривании некоторых типов сталей: Э42А, Э46А и Э50А — к металлу шва

предъявляются повышенные требования по данному параметру. При выборе электрода следует учитывать все перечисленные нюансы.

Материал стержня электрода

Стержень электрода является его основным элементом, на производство которого идет сварочная проволока диаметром от 1,6 мм. до 12 мм. Стержень расплавляется от дуги и заполняет ванну, в результате чего и получается сварной шов.

Марки проволоки делятся на три основные группы:

углеродистая содержит не более 0,12% углерода, предназначена **для сварки низкоуглеродистых**, среднеуглеродистых и некоторых низколегированных сталей;

легированные используются для сварки низколегированных, конструкционных, теплостойких сталей; проволока изготавливается из соответствующих марок легированной стали;

высоколегированные применяются для сварки хромистых, хромоникелевых, нержавеющей и других легированных сталей.

Химический состав сварочной проволоки должен соответствовать составу свариваемого металла.

Плотность

Физические свойства шлаков, образующихся во время сварочных работ, оказывают значительное влияние как на сам процесс сварки, так и на формирование соединения. Во всех электродных покрытиях при их плавлении плотность шлака должна быть ниже плотности металла, что обеспечит его всплывание из сварочной ванны.

Фасовка

В качестве тары для упаковки могут использоваться:

пластмассовые коробки;

коробки из металлических сплавов с функцией герметизации;

картонные коробки; для сохранности стержней данный вид тары упаковывается в полиэтиленовую или термоусадочную пленку;

коробки или пачки из картона также оборачиваются упаковочной или мешочной влагопрочной бумагой;

для повышенной герметичности возможно упаковывание материалов в пачки, завернутые в бумагу, а затем упаковывающиеся в полиэтилен.

Пачки и коробки имеют следующие формы фасовки: 1 кг.; 5 кг. Для них существует несколько вариантов упаковки:

ящики из тарного или гофрированного картона;

ящики из древесноволокнистых плит;

деревянные ящики;

многооборотные ящичные металлические поддоны закрытого типа;

крупногабаритные деревянные ящики.

Каждый параметр расходников влияет на размеры упаковки и на ее вместительность. Также все это зависит ещё и от производителя, который самостоятельно занимается формированием тары.

Важно!

При покупке сварочных электродов необходимо точно рассчитывать то количество прутков, которое понадобится для осуществления определенного объема работ. В случае значительного превышения необходимой величины, некоторое количество электродов останется невостребованным. Их придется долго хранить и, они могут впитать влагу. Тогда придется проводить процедуры прокаливания, количество прокалок ограничено. Срок годности зависит от условий хранения.

Упаковка

Каждая коробка или пачка должна быть снабжена этикеткой или маркировкой, на которой указана следующая обязательная информация:

изображение Государственного знака качества;

наименование (товарный знак) предприятия-производителя;

номер партии и дата изготовления;

тип, марка и диаметр электродов;

масса нетто партии;

марка сварочной проволоки электродных стержней;

рекомендуемые режимы сварочного тока;

фактический химический состав наплавленного металла;

фактические значения показателей механических и специальных свойств металла шва, наплавленного металла или сварного

соединения, являющихся приемо-сдаточными характеристиками электродов конкретной марки.

Данный перечень может включать другие дополнительные сведения.

Внешний вид упаковки может помочь покупателю распознать контрафактные сварочные материалы. Рассмотрим пример упаковки настоящих и поддельных электродов LB-52U.

QR-код оригинальных расходников имеет мелкие элементы, бело-песочного оттенка. В коде содержится техническая информация о данной партии, которая должна совпадать со стоящей на пачке маркировкой.

QR-код поддельных прутков крупный, ярко-белого цвета. В коде нет технических сведений, только ссылка на сайт.

Под QR-кодом расположен логотип, рядом с которым расположена надпись: на оригинальных материалах здесь указано «MADE IN JAPAN»; на поддельных — китайские иероглифы.

После осмотра коробки, открываем упаковку и изучаем внешний вид электродов.

На оригинальных сварочных прутках печать марки хорошо различима, легко читаема и нанесена строго поперек.

Поддельные стержни имеют нечеткие надписи на обмазке, со смещением по окружности.

Маркировка краской находится на одном уровне и выполнена без наплывов, что характеризует оригинальные электроды.

Наплывы и разный уровень маркировки означает, что перед мастером подделка.

Качественная и герметичная упаковка позволяет сохранять электроды от попадания влаги и других отрицательных влияний. При содержании сварочных материалов в оптимальных условиях, срок их годности практически неограничен. Если сварочные материалы подверглись воздействию неблагоприятных факторов, то следует провести необходимую процедуру прокаливания.

Сварка и
сварщик <https://weldering.com/vliyanie-parametrov-rezhima-formu-razmery-shva-svarke-flyusom>