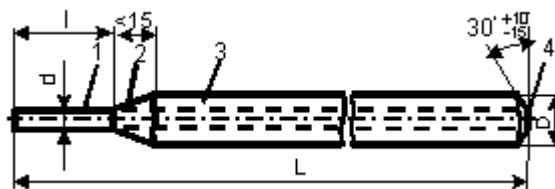




Сварочные материалы

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОДОВ



1 - стержень; 2 - участок перехода; 3 - покрытие; 4 - контактный торец без покрытия.

Рис. Покрытый электрод.

Современные качественные электроды изготавливают на электродных заводах или в специальных электродных мастерских. Стальную электродную проволоку для изготовления электродов правят и рубят на стержни необходимой длины. Обычно операции правки и рубки объединены в одном правильно-рубильном станке. Поверхность проволоки тщательно очищают от ржавчины и других загрязнений. Компоненты обмазки должны быть предварительно тонко измельчены.

В процессе сварки за короткий промежуток времени из составных частей обмазки, часто весьма тугоплавких и трудно растворимых в шлаке, должен образоваться шлак. Полное сплавление и образование шлака нужного состава за такое время может произойти лишь при наличии весьма тонкого измельчения и тщательного перемешивания составных частей обмазки.

Дробление компонентов, поступающих в крупных кусках, производится в две стадии: грубое и тонкое дробление, или размол. Грубое дробление производится различными дробилками. Тонкое дробление, или размол компонентов, чаще всего производится в шаровых мельницах. Молотые компоненты из шаровой мельницы просеиваются на ситах обычно с числом отверстий 1600-3600 на 1 см². Из подготовленных, размолотых и просеянных компонентов изготавливается обмазочная паста для электродов. В настоящее время существует два основных способа производства обмазанных электродов: 1) обмакиванием или окунанием и 2) опрессовкой.

Пасту для обмакивания следует замешивать примерно до сметанообразного состояния. Сначала смешивают сухие компоненты, а потом их замешивают на растворе связующего вещества, обычно на растворе жидкого стекла. При методе обмакивания электродные стержни погружают в ванну с жидкой обмазочной пастой и медленно вытягивают из неё; стержни при этом покрываются равномерным слоем обмазки. Способ обмакивания сохранился лишь для обмазок, непригодных для нанесения опрессовкой, для тонких обмазок и в мелких электродных мастерских, не располагающих обмазочными прессами.

Более совершенный и преобладающий на современных электродных заводах способ нанесения обмазки опрессовкой осуществляется на специальных электродных прессах, работающих при высоких давлениях, 400-800 атм. Обмазочная паста для опрессовки имеет консистенцию влажной земли и при сжатии в руке слипается в комок. Обмазочная паста периодически загружается в цилиндр пресса. Электродные стержни проталкиваются через мундштук цилиндра в количестве от 200 до 600 шт. в минуту и выходят покрытыми плотным слоем обмазки вполне равномерной толщины. По выходе из пресса один конец электрода зачищается для захвата держателем. Современный электродный пресс обеспечивает производительность около 2000 м. электродов в год при односменной работе. Электроды, изготовленные обмакиванием, проходят предварительную сушку при температуре до 40-50° С. Предварительная сушка необходима для устранения растрескивания слоя обмазки, которое получается при слишком форсированной высокотемпературной сушке. Спрессованные электроды ввиду малого содержания влаги в пасте не нуждаются в предварительной сушке и подвергаются сразу окончательной сушке. Окончательная сушка, или прокалка электродов имеет целью удалить по возможности всю влагу из пасты и придать слою обмазки максимальную механическую прочность за счет химических реакций между жидким стеклом и компонентами обмазки.

Окончательную сушку можно вести форсированно, при высоких температурах. Для электродов, не содержащих органических веществ, температуру прокалики можно доводить до 300-400° С, для обмазок с органическими веществами — не выше 150-180° С во избежание разложения органических веществ. По окончании сушки электроды идут на контроль и упаковку. От каждой партии электродов берется проба для выполнения опытной сварки. Электроды следует хранить в сухом отапливаемом помещении во избежание порчи электродов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

На основе химического состава покрытия проведена классификация качественных электродных покрытий:

1. **Руднокислые покрытия** содержат окислы железа и марганца (обычно в виде руд), кремнезем, большое количество ферромарганца; для создания газовой защиты зоны сварки в покрытие вводят органические вещества (целлюлозу, древесную муку, крахмал и пр.), которые при нагревании разлагаются и сгорают с образованием смеси защитных газов. Электроды имеют довольно большую скорость расплавления, коэффициент наплавки 8-11 г/А·ч, пригодны для сварки во всех пространственных положениях на постоянном и переменном токе; наплавленный металл соответствует типу электродов Э42 и содержит <0,12% С; <0,10% Si; 0,6-0,9

Mn; < 0,05% P и < 0,05% S.

При плавлении электрода идет интенсивная экзотермическая реакция марганца и углерода кислородом окислов, разогревающая сварочную ванну и обеспечивающая гладкую поверхность наплавленного металла с небольшой чешуйчатостью. При большом содержании марганцевой руды образующийся дым вреден для сварщика и при недостаточной вентиляции может постепенно отравлять его соединениями марганца. Электроды широко применяются в производстве всевозможных изделий из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, но на ряде предприятий Советского Союза применение этих электродов ограничено или запрещено из-за их токсичности.

2. Рутиловые покрытия получают значительное применение в связи с развитием добычи минерала рутила, состоящего в основном из двуокиси титана TiO_2 . В покрытия, помимо рутила, введены кремнезем, ферромарганец, карбонаты кальция или магния. Покрытия по технологическим качествам близки к руднокислым, дают лучшее формирование, меньшее разбрызгивание и выделение газов, считаются менее вредными для сварщика. Наплавленный металл соответствует электродам типа Э42 и Э46; электроды могут применяться для более ответственных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей.

3. Фтористо-кальциевые покрытия состоят из карбонатов кальция и магния, плавикового шпата и ферросплавов. Покрытия называются также основными, так как дают короткие шлаки основного характера, а электроды с таким покрытием называются также низководородистыми, так как наплавленный металл содержит водорода меньше, чем при других покрытиях.

Газовая защита ванны обеспечивается двуокисью и окисью углерода, образующимися при разложении карбонатов под действием высокой температуры. Электроды чаще используются на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

Наплавленный металл по составу соответствует спокойной стали, отличается чистотой, малым содержанием кислорода, азота и водорода; понижено содержание серы и фосфора, повышено — марганца (0,5-1,5%) и кремния (0,3-0,6%). Металл устойчив против старения, имеет высокие показатели механических свойств, в том числе ударной вязкости, и нередко по механическим свойствам превосходит основной металл. Электроды с этим покрытием рекомендуются для наиболее ответственных конструкций из углеродистых и легированных сталей.

Электроды с фтористо-кальциевым покрытием на протяжении многих лет являются наилучшими по качеству наплавленного металла. Чувствительны к наличию окалины, ржавчины, масла на кромках основного металла и в этих случаях дают поры, как и при отсыревании электродов. Свойства наплавленного металла можно менять в широких пределах, меняя количество ферросплавов в покрытии. Широко известен электрод этого типа, маркируемый УОНИ-13; он имеет несколько разновидностей; УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 и т. д.; второе число указывает предел прочности наплавленного металла.

4. Органические покрытия состоят из органических материалов, обычно из оксицеллюлозы, к которой добавлены шлакообразующие

материалы, двуокись титана, силикаты и пр. и ферромарганец в качестве раскислителя и легирующей присадки. Электроды пригодны для сварки во всех пространственных положениях на постоянном и переменном токе; малочувствительны к качеству сборки и состоянию поверхности металла, особенно пригодны для работы в монтажных и полевых условиях. Дают удовлетворительный наплавленный металл, соответствующий электродам типов Э42-Э50. Широко применяются на монтажных работах.

Приведем несколько составов электродных покрытий. Электроды ОММ-5 — рудпоксислого типа, предназначены для сварки низкоуглеродистых сталей. Электроды типа Э42 допускаются для изготовления всевозможных ответственных конструкций из низкоуглеродистых сталей, работающих с приложением статических, динамических и переменных нагрузок при нормальных, повышенных и пониженных температурах. Стержень электрода из проволоки Св-08 или Св-08А. Состав обмазки ОММ-5 приведен ниже.

Компонент обмазки	вес %
Титановый (ильменитовый) концентрат	37
Марганцевая руда (пиролюзит)	21
Полевой шпат	13
Ферромарганец	20
Крахмал	9

Титановый концентрат, т. е. обогащенная руда, состоит главным образом из минерала ильменита, представляющего собой титанат закиси железа $FeO \cdot TiO_2$. **Марганцевая руда** состоит в основном из пиролюзита — перекиси марганца. Полевой шпат — природный минерал — силикат алюминия, натрия и калия. **Ферромарганец**, применяемый для электродных обмазок, в среднем содержит около 70% Mn. Титановая руда, марганцевая руда, полевой шпат и жидкое стекло, сплавляясь и взаимодействуя с металлом и ферромарганцем, образуют при сварке шлак. Двуокись титана из титановой руды делает шлак коротким.

Кислород в закиси железа титановой руды и марганцевой руде окисляет ферромарганец с выделением значительного количества тепла, разогревает и разжижает шлак, заставляет кипеть ванну.

Щелочи полевого шпата и жидкого стекла повышают устойчивость дуги. Окислы марганца в шлаке уменьшают потерю марганца ванной. Ферромарганец раскисляет и легирует наплавленный металл, восполняя потери марганца и несколько повышая его содержание. Крахмал, разлагаясь, образует защитную газовую оболочку вокруг дуги. Приведем **состав покрытия электрода ЦМ-9** рутилового типа:

Компонент обмазки	вес %
Рутил	48
Магнезит	5
Полевой шпат	30
Ферромарганец	15
Декстрин	2

Рутил — природный минерал, состоящий в основном из TiO_2 ; **магнезит** — минерал в основном из $MgCO_3$; **декстрин** — производное крахмала, добавляется в небольшом количестве для повышения пластичности

обмазочной пасты, что облегчает работу обмазочных прессов. Примером электродов фтористо-кальциевого типа могут служить **электроды УОНИ-13**.

Компоненты	УОНИ-13/45	УОНИ-13/55	УОНИ-13/55	УОНИ-13/85
Мрамор	53	54	51	54
Плавиновый шпат	18	15	15.5	15
Кварц	9	9	8	—
Ферромарганец	2	5	7	7
Ферросилиций	3	5	3	10
Ферротитан	15	12	15.5	9
Ферромолибден	—	—	—	5

Механические свойства сварного соединения характеризуются высокой прочностью и вязкостью, например для УОНИ-13/45 и УОНИ-13/55 ударная вязкость составляет 25-30 кГм/см², что является чрезвычайно высоким значением и далеко превосходит значения ударной вязкости основного металла.

Электроды рекомендуются для сварки в нижнем положении, но возможна также сварка в вертикальном и потолочном положениях. Ток постоянный, полярность обратная, т. е. плюс на электроде. При работе на переменном токе необходимо применение осциллятора. Существуют разновидности электродов УОНИ-13, в обмазку которых добавляют сильные ионизаторы, что дает возможность работать на переменном токе без осциллятора. Качество сварки электродами УОНИ-13 следует признать выдающимся, показатели механических свойств сварного шва и наплавленного металла получаются часто выше показателей основного металла.

Назначение отдельных компонентов покрытия УОНИ-13 может быть объяснено следующим образом. Основная составная часть **мрамор СаСО₃** при нагревании разлагается на окись кальция СаО, идущую в шлак, и газ СО₂, частично восстанавливающийся до СО. Двуокись углерода СО₂ производит окисляющее действие и связывает водород, попавший в зону сварки в водяной пар Н₂О. Газы СО₂, и СО практически нерастворимы в металле. СО₂ заполняет зону сварки, вытесняя из нее воздух и создавая защитную атмосферу. Окислительное действие СО₂ на металл компенсируется наличием сильных раскислителей в сварочной ванне. **Плавиновый шпат СаF₂** снижает температуру плавления и вязкость шлака. При нагревании СаF₂ частично разлагается, освобождающийся фтор образует с водородом очень прочный фтористый водород, не растворяющийся в металле.

Покрытие негигроскопично, не включает компонентов, содержащих водород, и при изготовлении прокаливается при температуре 300-400° С. В результате содержание водорода в наплавленном металле сводится к минимуму, устраняя источник образования пор и трещин, оно в несколько раз меньше, чем при рудно-кислых покрытиях. Кварц вводят в покрытие для разжижения шлака и уменьшения выгорания кремния в металле.

Ферромарганец и ферросилиций вводят для легирования металла.

Ферротитан с содержанием около 23% Тi вводят как сильный раскислитель

и модификатор наплавленного металла; титан в процессе сварки выгорает почти полностью и в составе наплавленного металла практически не обнаруживается.

Вес приведенных качественных покрытий составляет 30-40% веса электродного стержня. Для составления обмазочной пасты к сухой смеси добавляют 30% водного раствора жидкого стекла плотностью 1,40 или 12-13% в пересчете на сухой остаток.

Существуют специальные электроды, дающие повышенную производительность по наплавленному металлу. Для этой цели в покрытие электродов добавляется железный порошок, изготавливаемый на специальных заводах. Количество вводимого порошка железа меняется в разных электродах от 5 до 50% веса электродного стержня и более; вес покрытия может достигать 100-180% веса стержня. Коэффициент наплавки повышается до 12-20 г/А·ч против обычных значений 8-10 г/А·ч; производительность наплавки может быть увеличена в 1,5-2 раза при том же токе.

ПОКРЫТЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Условное обозначение рода тока:

~ переменный ток

=/+/- постоянный ток обратной полярности

=/-/- постоянный ток прямой полярности

= постоянный ток любой полярности

Одобрено документацией:

Р Сертификат ГОСТ Р

УС Сертификат Укр СЕПРО

МР Допуск Морского Регистра

ЛР Сертификат Ллойд Регист

Тип электрода	Положение сварки	Род тока	d, мм	Назначение и область применения электрода	ГОСТ или/и ТУ, тип по стандарту или наплавленному металлу	Одобрение	Марка проволоки
Электроды для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей							
УОНИ-13/45	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/-	2...5	Сварка особо ответственных конструкций из низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 410 МПа. когда к металлу сварных швов предъявляются повышенные требования по пластичности, ударной вязкости и стойкости к образованию трещин при нормальной и пониженной температурах	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75, Э42А	Р,УС	Св-08, Св-08А
ОЗС-12	все, кроме вертикального(вниз)	=/-/	2...5	Сварка ответственных конструкций из низкоуглеродистых сталей с временным сопротивлением разрыву до 450 МПа, Особенно пригодны для сварки металлоконструкций в труднодоступных местах и неповоротных стыков труб, выполнения швов малой протяженности и постановки прихваток. Электродами малого диаметра возможна сварка от источников питания, включенных в бытовую электросеть	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75, Э46	Р,УС, ЛР,МР	Св-08, Св-08А
ОЗС-6	все, кроме вертикального(вниз)	~, =/-/	3...5	Сварка ответственных конструкций из низкоуглеродистых сталей с временным сопротивлением разрыву до 450 МПа, когда требуется повышенная производительность сварки в нижнем положении шва	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75, Э46	Р,УС, МР	Св-08, Св-08А
ОЗС-12И, ОЗС-4И	все, кроме вертикального(вниз)	~, =	3...5	Сварка ответственных конструкций из низкоуглеродистых сталей с временным сопротивлением разрыву до 450 МПа. Пригодны для сварки влажного, ржавого, плохо очищенного от окислов и других загрязнений металла	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75, Э42А	—	Св-08, Св-08А
УОНИ-13/55К	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/-	2...5	Сварка особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей,	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75,	Р,УС, МР	Св-08А

	ного(вниз)			работающих при знакопеременных нагрузках и пониженных температурах, в частности, в дизелестроении	Э46А		
УОНИ-13/55	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	2...5	Сварка особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 490 МПа. когда к металлу сварных швов предъявляются повышенные требования по пластичности, ударной вязкости и стойкости к образованию трещин при нормальной и пониженной (до минус 40 °С) температурах	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75, Э50А	Р,УС, ЛР,МР	Св-08, Св-08А
ОЗС-33	все, кроме вертикального(вниз)	~, =	3...5	Сварка особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 490 Мпа, когда к металлу сварных швов предъявляются повышенные требования по пластичности, ударной вязкости и стойкости к образованию трещин при нормальной и пониженной (до минус 40 °С) температурах	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75,	УС	Св-08, Св-08А
НИАТ-5	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	2...5	Сварка сталей 3ОХГСА, 3ОХГСНА, разнородных	ГОСТ 10052-75, З- 11Х15Н25М6АГ2 ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св- 10Х16Н25АМ6 (ЭИ395)
ЭА-395/9	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	3...5	Сварка ответственных конструкций из высокопрочных легированных сталей. Применяются при изготовлении емкостного, теплообменного реакторного оборудования, конструкций морских судов, оборудования для пищевой, текстильной промышленности и т.п.	ГОСТ 9466-75, ОСТ В5Р.9374- 81, 08Х16Н26М6АГ2	Р,УС, МР	Св- 10Х16Н25АМ6 (ЭИ395)
ТМЛ-3У	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	3...5	Сварка теплоустойчивых сталей 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ, для монтажа трубопроводов, работающих при температуре до 570 °С	ГОСТ 9467-75, Э-09Х1МФ, ГОСТ 9466-75	УС	Св-08, Св-08А
ЦУ-5	все, кроме	=/+/	2,5	Сварка углеродистых и низколегированных сталей,	ГОСТ 9467-75,	УС	Св-08А

	вертикального(вниз)			элементов поверхностей нагрева котлоагрегатов, корневых швов стыков трубопроводов, работающих при температуре до 400 °С	ГОСТ 9466-75, ОСТ 24.948.01-90		
ТМУ-21У	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3...5	Углеродистые и низколегированные стали 15ГС, 16ГС. 09Г2С. для ответ	ГОСТ 9467-75, ГОСТ 9466-75, Э50А	—	Св-08, Св-08А
ЦЛ-39	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	2,5	Сварка теплоустойчивых сталей 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 12Х2МФСР работающих при температуре до 570 °С.	ГОСТ 9467-75, Э-09Х1МФ	Р,УС	Св-08, Св-08А
Электроды для сварки высоколегированных сталей							
ОЗЛ-36	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3...5	Сварка коррозионностойких сталей 08Х18Н10, 08Х18Н10Т	ГОСТ 10052-75, Э-04Х20Н9, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-01Х19Н9
ОЗЛ-8	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	2...5	Сварка сталей марок 08Х18Н10,12Х18Н9, 08Х18Н10Т. когда к металлу шва не предъявляют жесткие требования стойкости к МКК. Применяются для изготовления емкостного, реакторного, колонного оборудования, оборудования для пищевой, текстильной промышленности и т.п.	ГОСТ 10052-75, Э-087Х20Н9, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-04Х19Н9 Св-01Х19Н9
ЦЛ-11	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	2...5	Сварка коррозионностойких сталей 08Х18Н10, 08Х18Н10Т при жестких требованиях к стойкости швов против МКК. в т.ч. для оборудования для пищевой промышленности	ГОСТ 10052-75, Э-08Х20Н9Г2Б, ГОСТ 9466-75	Р,УС, ЛР	Св-07Х19Н10Б
ОЗЛ-7	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	2...5	Сварка коррозионностойких сталей 08Х18Н10, 08Х18Н10Т при жестких требованиях к стойкости швов против МКК. в т.ч. для оборудования для пищевой промышленности	ГОСТ 10052-75, Э-08Х20Н9Г2Б, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-01Х19Н9 Св-02Х19Н9
ЦТ-15	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	2...5	Сварка ответственных конструкций из сталей Х18Н9Т, Х20Н12Т Х16Н13Б.12Х18Н9Т при изготовлении емкостного, теплообменного, реакторного оборудования, оборудования для	ГОСТ 10052-75, Э-08Х19Н10Г2Б, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-07Х19Н10Б

				пищевой, текстильной промышленности, работающей при температуре до 650 °С			
ЭА-400/10У	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	2...5	Сварка ответственных конструкций из сталей типа 10Х17Н13М2Т, 08Х18Н10Т при изготовлении емкостного, теплообменного, реакторного оборудования, работающего в агрессивных средах при температуре до 350 °С	ОСТ 5Р.9370-81 08Х18Н11М3Г2Ф	Р,УС, МР,ЛР	Св-04Х19Н11М3
ЭА-400/10Т	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	2...5	Сварка ответственных конструкций из сталей типа 10Х17Н13М2Т, 08Х18Н10Т при изготовлении емкостного, теплообменного, реакторного оборудования, работающего в агрессивных средах при температуре до 350 °С	ОСТ 5Р.9370-81 08Х18Н11М3Г2Ф	Р,УС	Св-04Х19Н11М3
НЖ-13	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	3...5	Сварка ответственного оборудования из сталей марок 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х21Н6М2Т и им подобных, работающего при температуре до 350 °С. Применяются при изготовлении ёмкостного, теплообменного, реакторного оборудования, оборудования для пищевой, текстильной промышленности т.п.	ГОСТ 10052-75, Э-09Х19Н10 Г2М2Б, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св- 06Х19Н10М3Т Св-04Х19Н11М3
ОЗЛ-17У	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	3;4	Сварка коррозионностойких сплавов 06ХН28МДТ(ЭИ943), 03ХН28МДТ(ЭП516), стали 03Х21Н21М4ГБ(ЗИ35) для серной фосфорной кислот	ТУ-14-4-715-76, 03Х23Н27 М3Д3Г2Б, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св- 01Х23Н28М3Д3Т (ЭП516)
ОЗЛ-37-2	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	3;4	Сварка коррозионностойких сплавов 06ХН28МДТ(ЭИ943), 03ХН28МДТ(ЭП516), стали 03Х21Н21М4ГБ(ЗИ35) для серной фосфорной кислот	ТУ-14-4-1276-84, 03Х24Н26 М3Д3Г2Б, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св- 03ХН25МДГБ (ЭЛ976) Св- 03Х19Н11МДГ (ЭП979)
ОЗЛ-6	все, кроме вертикального(вниз)	=/+/	3...5	Сварка ответственного оборудования из сталей марок 20Х23Н13, 20Х23Н18, работающих в окислительных средах при температуре до 1000 °С, а также для сварки разнородных сталей. Применяются	ГОСТ 10052-75, Э-10Х25Н13Г2, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-07Х25Н13

				при изготовлении различных видов оборудования для предприятий химической, энергетической, пищевой, текстильной и других отраслей промышленности			
ОЗЛ-9А	нижнее, потолочное, вертикальное(вверх)	=/+	2,5...5	Сварка жаростойких сталей марок 12Х25Н16Г7АР, 45Х25Н20С2, Х18Н35С2, работающих в окислительных средах при температуре до 1050 °С и в науглероживающих средах при температуре до 1000 °С. Используются для изготовления ответственного оборудования в различных отраслях промышленности	ГОСТ 10052-75, Э-28Х244Н16Г6, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-30Х25Н16Г7
ЦТ-28	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3;4	Сварка коррозионностойких жаропрочных сплавов ХН78Т(ЭИ435), ХН70ВМЮТ(ЭИ765) разнородных	ГОСТ 10052-75, Э-08Х14Н65 М15В4Г2, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-06Х15Н60М15 (ЭП367)
АНЖР-1	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3...5	Сварка разнородных сталей(высоколегированных жаропрочных с низколегированными теплоустойчивыми), а также для сварки закаливаемых сталей при изготовлении и ремонте ответственных конструкций, работающих при температуре до 600 °С	ТУ-14-4-568-74, 80Х2444Н60 М10Г2, ГОСТ 9466-75	Р,УС,МР	Св-08Х25Н60М10 (ЭП606)
АНЖР-2	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3...5	Сварка разнородных сталей(высоколегированных жаропрочных с низколегированными теплоустойчивыми), а также для сварки закаливаемых сталей при изготовлении и ремонте ответственных конструкций, работающих при температуре до 550 °С	ТУ-14-4-598-75, 08Х24Н40 МОЗН67Г2, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-08Х25Н40М7
ОЗЛ-25Б	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3;4	Сварка коррозионностойкого жаропрочного сплава ХН78Т(ЭИ435), хладостойких, разнородных сталей	ГОСТ 10052-75, Э-10Х20Н70 Г2М2Б2В, ГОСТ 9466-75	Р,УС	Св-ХН78Т (ЭИ435)
ОЗЛ-8С	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3;4	Сварка конструкций из коррозионностойких хромоникелевых сталей широкого назначения марок 08Х18Н10, 12Х18Н9, 08Х18Н10Т и им подобных: ёмкостей, хранилищ, объектов пищевой, текстильной промышленности	ГОСТ 9566-75, ТУ 1273-092-00187197-97	—	Св-08А

НИИ-48Г	все, кроме вертикального(вниз)	=/+	3...5	Сварка низколегированных высокомарганцовистых типа 110Г13Л разнородных сталей	ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10052-75, Э-10Х20Н9Г6С	Р, УС	Св-08Х21Н10Г6
Электроды для наплавки							
ЭН-60М	нижнее, вертикальное(вверх)	=/+	2,5...5	Наплавка штампов всех типов, а также быстроизнашивающихся деталей станочного оборудования, направляющих, эксцентриков, шестерён и др. Обеспечивают твёрдость 53-60 HRC на пятом слое	ГОСТ 10051-75, Э-70Х3СМТ, ГОСТ 9466-75	Р, УС	Св-08, Св-08А
ЦН-6Л	нижнее	=/+	4;5	Наплавка уплотнительных поверхностей деталей арматуры котлов, работающих при температуре до 570 °С и давлении до 78 МПа	ГОСТ 10051-75, Э-08Х17Н8С6Г, ГОСТ 9466-75	Р, УС	Св-04Х19Н9С2
ЦН-12М	нижнее	=/+	4;5	Наплавка уплотнительных поверхностей арматуры энергетических установок, работающих при высоких давлениях и температурах до 600 °С	ГОСТ 10051-75, Э-13Х16Н8 М5С5Г4Б, ГОСТ 9466-75	Р, УС	Св-07Х19Н10Б
ЦНИИН-4	нижнее	=/+	4	Наплавка и заварка дефектов литья железнодорожных крестовин и других деталей из высокомарганцовистой стали марки 110Г13Л. Обеспечивают твёрдость наплавленного металла в исходном состоянии 25-37 HRCэ	ГОСТ 10051-75, Э-65Х25Г13Н3, ГОСТ 9466-75	Р, УС	10Х14Г14Н4Т (ЭИ711)
ОЗН-300М	нижнее	~ =/+	4;5	Наплавка деталей из углеродистых и низколегированных сталей, работающих в условиях трения металла по металлу. Обеспечивают твёрдость наплавленного металла 250-350 НВ на пятом слое	ТУ 14-16 8-68-88, 11Г3С, ГОСТ 9466-75	Р, УС	Св-08, Св-08Г2С
ОЗН-400М	нижнее	~ =/+	4;5	То же. Обеспечивают твёрдость наплавленного металла 350-450 НВ на пятом слое	ГОСТ 9466-75, ТУ 14-168-67-88, 15Г4С	Р, УС	Св-08, Св-08Г2С
Т-590	нижнее, угловое и тавровое	~ =/+	4;5	Наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания. Обеспечивают твёрдость 58-64 HRCэ	ГОСТ 10051-75, Э-320Х25С2ГР, ГОСТ 9466-75	Р, УС	Св-08, Св-08А
ОЗН-6	нижнее	~	4;5	Наплавка деталей, работающих при ударных	ГОСТ 9466-75,	Р, УС	Св-08,

		=/+/		нагрузках. Обеспечивают твёрдость 53-61 HRCэ на пятом слое	ТУ 14-168-69-88, 90X4Г2С3Р		Св-08Г2С
ОЗШ-8	нижнее	=/+/	3;4	Наплавка супертяжелонагруженной кузнечно-штамповой оснастки горячего деформирования. Обеспечивают твёрдость 51-67 HRCэ на пятом слое	ГОСТ 9466-75, ТУ 1272-083-00187197-96 11Х31ГСМ3ЮФ	Р,УС	Св-07Х25Н13
Электроды для сварки цветных металлов							
ОЗА-1	нижнее, вертикальное(вверх)	=/+/	4;5	Сварка и наплавка деталей и конструкций из технического алюминия марок А0, А1, А2, А3	ТУ 14-4-614-75	Р,УС	Св-А5
ОЗБ-2М	нижнее, потолочное, вертикальное(вверх)	=/+/	3;4	Сварка и наплавка бронз, наплавка на сталь и бронзу и для заварки дефектов бронзового и чугунного литья	ТУ 1272-082-00187197-96	Р,УС	Бр0Ф 6.5-0.4
АНЦ/ОЗМ-3	нижнее	=/+/	4;5	Сварка и наплавка без подогрева или с малым предварительным подогревом изделий из меди технических марок	ТУ 14-4 1270-84	Р,УС	М1,МТ
Комсомолец-100	угловое, тавровое, нижнее	=/+/	3...5	Сварка и наплавка технически чистой меди марок М1, М2, М3 и сварка меди со сталью	ТУ 14-4-644-75	Р,УС	М!,МТ
Электроды для холодной сварки и наплавки чугуна							
МНЧ-2	нижнее, потолочное, вертикальное(вверх)	=/+/	3...5	Сварка без подогрева, заварка брака литья и наплавка деталей из серого, высокопрочного и ковкого чугуна. Предпочтительны для сварки соединений, к которым предъявляют повышенные требования по чистоте поверхности после обработки. Наплавленный металл-сплав монель	ТУ 14-4-780-75	Р,УС	НМжМц 28-2.5-1.5
ЦЧ-4	нижнее	~ =/+/	3...5	Холодная сварка деталей из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и серого чугуна с пластинчатым графитом, а также их сочетаний со сталью. Наплавленный металл-модифицированная сталь	ТУ 14-4-831-77	Р,УС	Св-08, Св-08А

ОЗЧ-6	нижнее, вертикальное(вверх)	=/+	3...5	Сварка без подогрева конструкций из серого и ковкого чугуна. Предпочтительны для ремонта сквозных дефектов, особенно, в тонкостенных деталях. Наплавленный металл-сплав на медной основе	ТУ 1272-091-00187197-96	Р,УС	М1,МТ
Электроды для резки							
ОЗР-1	все, кроме вертикального(вверх)	~ =/+	3...5	Резка сталей любых марок(в том числе арматурных, высоколегированных), чугуна, медных сплавов	ТУ 14-4-321-73	Р,УС	Св-08
ОЗР-2	все, кроме вертикального(вверх)	~ =/+	3...5	Резка сталей любых марок(в том числе арматурных, высоколегированных), чугуна, медных сплавов	ТУ 1272-090-00187197-96	Р,УС	Св-08

ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА И ФЛЮСЫ СВАРОЧНЫЕ

Основные преимущества порошковых проволок в сравнении с другими сварочными материалами в том, что необходимые механические свойства сварного соединения, прочностные и пластические характеристики швов гарантируются без дополнительной термической обработки, за счет оптимального подбора сердечника, исходя из конкретной технической задачи.

Кроме того, благодаря использованию порошковых проволок, достигается:

- повышение производительности сварочных работ в 2-5 раз
- возможность проведения сварочных работ без газа и флюса
- малые потери металла на разбрызгивание
- оптимальная форма швов
- простота в эксплуатации и хорошие оперативные свойства
- лучшие санитарно-гигиенические характеристики
- возможность применения в монтажных полевых условиях

Область применения порошковых проволок:

- особо ответственные металлоконструкции с тяжелым режимом работы
- мостовые сооружения
- резервуары и технологические емкости химических и нефтехимических объектов
- ребра жесткости корпусов судов, барж, платформ, балок эстакад
- строительные конструкции высотных зданий и промышленных объектов
- технологические и магистральные трубопроводы кожухи, воздухонагреватели доменных печей

Таблица 1. Порошковая проволока с принудительным и полупринудительным формированием металла шва

Марка проволоки	Диаметр,мм	Область применения
ПП-АН-19	2.4	Неповоротные стыковые соединения труб, трубопроводных систем и магистральных трубопроводов
ПП-АН-19Н	3.0	Корпуса судов, строительные металлоконструкции, резервуары, контейнеры, стальные мостовые сооружения
ПП-АН-19С	3.0	Строительные листовые металлоконструкции, сферические резервуары
ПП-АН-19НА	3.0	Соединения арматуры, рельсы
ПП-АН-24С	2.0, 2.4	Неповоротные стыковые соединения труб
ПП-АН-30	2.4	Неповоротные стыковые соединения труб
ПП-АН-32	2.4, 3.0	Корпуса судов, стальные мостовые сооружения, резервуары

Таблица 2. Самозащитная порошковая проволока

Марка проволоки	Диаметр,мм	Область применения
ПП-АН-3	2.8, 3.0	Строительные металлоконструкции высотных и промышленных объектов, строительное и горное оборудование
ПП-АН-7	2.0, 2.4	Каркасы, колонны, соединения балок, сборочные сварки
ПП-АН-7У	2.4	Строительные металлоконструкции, арматура, соединения рельс
ПП-АН-11	2.0	Трубные конструкции, строительные металлоконструкции высотных объектов, корпусная сборочная сварка
ПП-АН-33	1.2, 1.4	Сварка при производстве конструкций общего назначения
ПП-АН-45	2.4	Сварка ребер жесткости корпусов судов, барж, сборочная сварка пластин и секций
ПП-АН-46	2.0	Сварка при производстве конструкций общего назначения
ПП-АН-47	2.0, 2.4	Однопроходная высокоскоростная сварка прямых и круговых нахлесточных и Т-образных соединений

Таблица 3. Порошковая проволока для сварки в среде защитных газов

Марка проволоки	Диаметр,мм	Область применения
-----------------	------------	--------------------

ПП-АН-8	2.2, 2.8	Строительные металлоконструкции высотных и промышленных объектов, строительное и горное оборудование
ПП-АН-9	2.2, 2.4	Каркасы, колонны, соединения балок, сборочные сварки
ПП-АН-21	1.0, 1.2, 1.6	Строительные металлоконструкции, арматура, соединения рельс
ПП-АН-25	1.2, 1.4	Трубные конструкции, строительные металлоконструкции высотных объектов, корпусная сборочная сварка
ПП-АН-26	1.2, 1.4, 1.6, 2.0	Сварка при производстве конструкций общего назначения
ПП-АН-29	1.2, 1.6, 2.2	Сварка ребер жесткости корпусов судов, барж, сборочная сварка пластин и секций
ПП-АН-57	1.2, 1.6	Сварка при производстве конструкций общего назначения
ПП-АН-59	1.2, 1.4, 1.6, 2.0	Судостроение и строительство
ПП-АН-61	1.2, 1.4, 1.6, 2.0	Буровые платформы, морские суда и агрегаты для химической промышленности
ПП-АН-63	1.2, 1.4, 1.6, 2.0	Судостроение, стальные мостовые сооружения и резервуары, строительные металлоконструкции
ПП-АН-69	1.2, 1.6	Соединения в машиностроении, строительстве, сварка деталей кранов и грузоподъемных механизмов
ПП-АН-70М	1.2, 1.4, 1.6	Сварка соединений низкоуглеродистых низколегированных сталей

Таблица 4. Флюс для сварки и наплавки

Марка	Область применения
АН-348А	Сварка углеродистых и низкоуглеродистых сталей
АН-348В	Сварка и наплавка углеродистых и низкоуглеродистых сталей
АН-72	Наплавка проволокой и лентой из легированных и высоколегированных сталей и никелевых сплавов
АН-60	Сварка и наплавка углеродистых и низкоуглеродистых сталей, а также наплавка электродной лентой из средне- и высоколегированных сталей
АН-60СМ	Сварка и наплавка углеродистых и низкоуглеродистых сталей, а также наплавка электродной лентой из средне- и высоколегированных сталей
АНК-40	Сварка и наплавка низкоуглеродистых сталей

ЗАЩИТНЫЕ ГАЗОВЫЕ СМЕСИ ДЛЯ СВАРКИ

- 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.

Защитные сварочные газовые смеси для легированных сталей.

Легированные стали содержат разное количество легирующих добавок, которые придают им различные улучшающие эксплуатационные свойства. Выбор защитных газовых смесей во многом зависит от марки выбранной стали, предназначенной для сварки. Применение легированной стали в качестве конструкционного материала растет, следовательно, растет необходимость в ее соединении. Двумя главными процессами сварки в защитных газовых смесях являются электрогазосварка плавящимся и не плавящимся (вольфрамовым) электродом. В обоих процессах выбор защитного газа влияет на качество и продуктивность сварки и, таким образом, влияет на стоимость сварки.

Преимущество защитных газовых смесей.

- небольшое разбрызгивание металла;
- превосходная глубина проплавления;
- незначительность деформации (искривления) металла при сварке;
- меньшее потребление сварочной проволоки;
- высокая степень скорости сварки;
- наибольшая эффективность с точки зрения уменьшения общих затрат на сварку.

Защитные газы для сварки плавящимся электродом легированных конструкционных сталей.

- Газовая смесь НП-1. (Helishield H1): Это смесь **85% гелия**, **13,5% аргона**, **1,5% двуокиси углерода**. Данная смесь дает великолепные чистые швы с гладким профилем, окисление поверхности отсутствует либо незначительно. Идеально подходит для тонких материалов, где высокая скорость прохода дает низкий уровень деформации металла.
- Газовая смесь НП-2. (Helishield H7): Это смесь **55% гелия**, **43% аргона**, **2% двуокиси углерода**. Придает низкий уровень сварочному армированию и обеспечивает высокую скорость сварки. Смесь хорошо подходит для автоматического вида сварки и для применения в роботах-сварщиках с использованием широкого спектра толщин свариваемых материалов.

- Газовая смесь НП-3. (Helishield H101): Это смесь **38% гелия, 60% аргона, 2% двуокиси углерода**. Придает стабильность дуге, что обеспечивает низкий уровень разбрызгивания и снижает вероятность появления дефектов шва. Газовая смесь НП-3 рекомендуется для сварки материалов толщиной свыше 9 мм.

Защитные газовые смеси для сварки неплавящимся вольфрамовым электродом.

Для сварки неплавящимся электродом рекомендуются смеси НН-1, НН-2, НН-3. Это инертные газовые смеси, состоящие из гелия и аргона, имеющие содержание **30%, 50%, 75% гелия** соответственно (**Helishield H3" Helishield H5" Helishield H2**). Они подходят для сварки всех марок легированных сталей с использованием вольфрамового электрода. Эти газовые смеси применимы как для ручной, так и для автоматической сварки.

Защитные газовые смеси для сварки алюминия.

Это ряд газов, основанных на смесях гелия с аргоном, где гелий содействует высокой энергии в дуге, улучшению поверхности сварного шва и продуктивности процесса сварки. Для сварки сплавов на основе алюминия рекомендуется использовать только инертные газовые смеси. Они заменяют чистый аргон, так как при их использовании достигается наилучшее качество шва.

- Газовая смесь НН-1. (Helishield H3): Это инертная газовая смесь, состоящая из **30% гелия и 70% аргона**. Дает более эффективный нагрев, чем аргон. Увеличивается проплавление и скорость сварки. Более ровная поверхность шва и, следовательно, меньшее использование сварочной проволоки.
- Газовая смесь НН-2. (Helishield H5): Это инертная газовая смесь, состоящая из **50% гелия и 50% аргона**. Наиболее универсальная газовая смесь, подходит для сварки материалов практически любой толщины.
- Газовая смесь НН-3. (Helishield H2): Это инертная газовая смесь, состоящая из **75% гелия и 30% аргона**. Высокое содержание гелия предоставляет более продуктивную сварочную дугу. Использование этой смеси для сварки тонких материалов может существенно сократить пористость, увеличить скорость сварки и уменьшить (возможно, полностью устранить) необходимость подогрева.

Рекомендуемые защитные газовые смеси в зависимости от типа и толщины материала

1. Сварка плавящимся электродом

Исходный материал	Толщина, мм	Рекоменд. смесь	Диаметр сварочной проволоки, мм	Скорость сварки, мм/мин	$I_{св}$, А	$U_{д}$, В	Скорость подачи проволоки, м/мин	Расход газа, л/мин
Углеродистые конструкционные стали	1.0	К-3.1	0.8	350-600	45-65	14-15	3.5-4.0	12
	1.6	К-3.1	0.8	400-600	70-80	15-16	4.0-5.3	14
	3.0	К-3.2	1.0	280-520	120-160	17-19	4.0-5.2	15
	6.0	К-3.2	1.0	300-450	140-160	17-18	4.0-5.0	15
	6.0	К-3.2	1.2	420-530	250	26	6.6-7.3	16

					270	28		
	10.0	К-3.2	1.2	300-450	140-160	17-18	3.2-4.0	15
	10.0	К-2	1.2	400-480	270-310	26-28	7.0-7.8	16
	>10.0	К-2	1.2	300-450	140-160	17-18	3.2-4.0	15
	>10.0	К-3.3	1.2	370-440	290-330	28-31	10-12	17
	1.6	НП-1	0.8	410-600	70-85	19-20	6.5-7.1	12
	3.0	НП-2	1.0	400-600	100-125	16-19	5.0-6.0	13
Легированные стали	6.0	НП-2	1.0	280-520	120-150	16-19	.0-6.0	14
	6.0	НП-2	1.2	500-650	220-250	25-29	7.0-9.0	14
	10.0	НП-3	1.2	250-450	120-150	16-19	4.0-6.0	14
	10.0	НП-3	1.2	450-600	260-280	26-30	8.0-9.5	14
	>10.0	НП-3	1.2	220-400	120-150	16-19	4.0-6.0	15
	>10.0	НП-3	1.2	400-600	270-310	28-31	9.0-10.5	15
	1.6	НН-1	1.0	450-600	70-100	17-18	4.0-6.0	14
	3.0	НН-1	1.2	500-700	105-120	17-20	5.0-7.0	14
Алюминий и его сплавы	6.0	НН-1	1.2	450-600	120-140	20-24	6.5-8.5	14
	6.0	НН-2	1.2	550-800	160	27	8.0-10.0	14

					200	30		
	10.0	НН-2	1.2	450-600	120-140	20-24	6.5-8.5	16
	10.0	НН-2	1.6	500-700	240-300	29-32	7.0-9.0	16
	>10.0	НН-2	1.2-1.6	400-500	130-200	20-26	6.5-8.0	18
	>10.0	НН-3	1.6-2.4	450-700	300-500	32-40	9.0-14	18

2. Сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом

- При сварке неплавящимся электродом конструкционных углеродистых сталей применяют инертные смеси аргона с гелием или аргон высокой чистоты;
- При сварке ферритных и мартенситных легированных сталей применяют смеси аргон-гелий;
- При сварке аустенитных легированных сталей можно применять смеси аргон-гелий, можно применять смеси аргона с небольшим количеством водорода (1-5%);
- При сварке алюминия используются инертные смеси аргон-гелий.

Сварочные смеси на основе аргона.

- Применение той или иной газовой сварочной смеси на основе аргона предопределяется толщиной свариваемого металла, степенью его легирования и требованиями к качеству металла сварного шва и сварного соединения в целом;
- Для сварки металлоконструкций в газовой сварочной смеси на основе аргона, приемлемо использование отечественных сварочных полуавтоматов. Для обеспечения стабильности процесса сварки необходимо создать условия равномерной подачи сварочной проволоки в зону сварки;
- С учетом снижения стоимости газовой сварочной смеси на основе аргона целесообразно использовать аргон-сырец при содержании кислорода в пределах 2-3%, а также вредных примесей (азот, водород) на уровне, не определяющих качество металла шва и сварного соединения;
- Эффективность применения газовой сварочной смеси на основе аргона базируется на высокой культуре производства и квалификации сварщика.

Приложение №1

Эффективность предлагаемого технологического процесса сварки в защитных газовых смесях на основе аргона отличается от аналогичного процесса с применением двуокиси углерода:

- количество наплавленного металла за единицу времени Q , кг/ч;
- коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание Y , %;
- коэффициент набрызгивания, $a_{нб}$, %.

Таблица 1. Характеристики процесса сварки

Защитный газ	Iсв, А	Uд, В	Q, кг/ч	Y, %	a _{нб} , %
CO ₂	200-210	22-23	2,3	4,7	1,5
	300-310	30-33	4,3	6,7	2,0
97%Ar +3% O ₂	200-210	21-22	3,0	1,4	0,2
	300-310	29-30	4,3	0,5	-
82%Ar + 18% CO ₂	200-210	24-25	3,7	3,8	0,3
	300-310	30-31	6,0	2,9	0,3
78%Ar + 20% CO ₂ + 2% O ₂	200-210	25-26	3,7	3,2	0,2
	300-310	30-31	6,0	2,9	0,2
86%Ar + 12% CO ₂ + 2% O ₂	200-210	21-22	3,1	1,4	0,2
	300-310	29-30	4,4	0,5	-

(*) В таблице приведены средние значения коэффициентов по данным трех замеров;

(**) Сварка образцов произведена проволокой типа Св-10ГСМТ.

Таблица 2. Механические свойства наплавленного металла

Защитный газ	s _r , МПа	s _b , МПа	d, %	Y, %	КСУ, Дж/см ²	
					+20°C	-40°C
CO ₂	401	546	27,0	62,4	14,1	8,4
97% Ar +3% O ₂	385	590	28,0	60,0	20,0	12,0
82% Ar + 18% CO ₂	395	580	30,0	65,0	24,0	16,0
78% Ar + 20% CO ₂ + 2% O ₂	392	583	29,5	63,5	23,5	15,3
86% Ar + 12% CO ₂ + 2% O ₂	390	585	29,0	63,0	24,0	15,8

(*) В таблице приведены средние значения коэффициентов по данным трех замеров;

(**) Сварка образцов произведена проволокой Св-10ГСМТ, Ж 1,4 мм;

(***) $I_{св}=250-260A$; $U_{д}=23-25B$

Приложение № 2

Таблица 3. Обозначения газовых смесей, принятые в Европе

Наименование смеси	Состав	Классификация BS EN 439	Примечание(соответствие обозначения в тексте)
Argoshield 5	Ar + 5%CO ₂ + 2%O ₂	M14	К-3.1
Argoshield TC	Ar + 12%CO ₂ + 2%O ₂	M24	К-3.2
Argoshield 20	Ar + 20%CO ₂ + 2%O ₂	M24	К-3.3
Pureshield Argon	Ar	I1	-
Pureshield P1	r + 1.5%H ₂	R1	-
Pureshield P2	Ar + 35%H ₂	R2	-
Pureshield P3	Ar + 20%CO ₂	M21	К-2
Pureshield P4	Ar + 5%H ₂	R1	-
Pureshield P5	Ar + 2.5%N ₂	SI + 2.5%N ₂	-
Helishield H1	He + 13.5%Ar + 1.5%CO ₂	M12(3)	НП-1
Helishield H2	Ar + 75%He	I3	НН-3
Helishield H3	Ar + 30%He	I3	НН-1
Helishield H4	Ar + 11%He + 4%H ₂	R1(1)	-
Helishield H5>	Ar + 50%He	I3	НН-2
Helishield H7	Ar + 55%He + 2%CO ₂	M12(2)	НП-2
Helishield H101	Ar + 38%He + 2%CO ₂	M12(2)	НП-3
Carbon dioxide	CO ₂	C1	-

Приложение № 3

Газовые смеси, используемые для электродуговой сварки для защиты металла сварного шва от воздействия внешних факторов и других технических целей.

Таблица 4. Компонентный состав и нормы для характеристик газовых смесей

№ п/п	Компонентный состав (*)	Ед. физической величины	Номинальное значение или диапазон	Пределы допускаемого отклонения, ± % (**)
1	CO ₂ + Ar	%	1 ÷ 100	0,5
2	CO ₂ + N ₂	%	1 ÷ 100	0,5
3	CO ₂ + O ₂	%	1 ÷ 100	0,5
4	O ₂ + N ₂	%	1 ÷ 100	0,5
5	He + Ar	%	1 ÷ 60	0,5
6	He + CO ₂ + Ar	%	1 ÷ 10 1 ÷ 50	0,5
7	O ₂ + CO ₂ + Ar	%	1 ÷ 10 1 ÷ 50	0,5

(*) последний компонент неопределяемый;

(**) пределы допускаемого отклонения:

- при содержании определяемого компонента до 5% ± 0,5%;
- свыше 5% ± 10% от номинального значения.

Приложение № 4

Таблица 5. Перечень исходных газов, используемых для получения газовых смесей.

№ п/п	Наименование газа	Сорт (марка)	НТД
1	Кислород газообразный технический	второй	ГОСТ 5583-78
2	Азот газообразный	особой чистоты, второй сорт	ГОСТ 9293-74
3	Двуокись углерода	высший, первый	ГОСТ 8050-85
4	Аргон чистый		ТУ 6-5761810-01-92
5	Гелий очищенный	марка Б	ТУ 51-940-80