

Московский государственный технический университет имени

Н. Э. Баумана

Калужский филиал

И.С. Фатиев , А.Г. Орлик

**Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом
газе**

Лабораторная работа учебно-технологического практикума № 4

(Методические указания)

Калуга 2013

УДК 621.96

ББК 34.63

И24

Данные методические указания издаются в соответствии с учебным планом УТП.
Методические указания рассмотрены и одобрены:

кафедрой «Технологии обработки материалов» (М5-КФ) Протокол № 02 от 11.11.2013.

зав. кафедрой М5-КФ Шаталов В.К

Утверждено на заседании методической комиссии факультета МТК,

декан факультета канд. техн. наук *В. М. Попков*,

«22»ноября 2013г., протокол №3 ,

Председатель методической комиссии

доктор экон. наук О.Л. Перерва

Рецензент: к.т.н., доцент Орлик Г.В.

Авторы: доцент, Орлик А.Г., к.т.н., доцент Фатиев И.С., к.т.н.

Рецензия:

Методические указания предназначены для студентов всех специальностей университета, выполняющих лабораторные работы на сварочном оборудовании в учебной лаборатории сварки.

В указаниях приведены основные сведения по полуавтоматической сварке плавящимся электродом в углекислом газе, термины и определения основных понятий, необходимых для выполнения лабораторной работы. Методические указания прорабатываются студентами до начала выполнения лабораторной работы непосредственно в сварочной лаборатории.

@Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана 2011г.

@ Орлик А.Г., Фатиев И.С.

1. Цель лабораторной работы учебно-технологического практикума:

Ознакомление со сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов. Приобретение навыка управления полуавтоматом и процессом полуавтоматической сварки плавящимся электродом в углекислом газе. Определение коэффициента наплавки.

2. Введение

Полуавтоматическая сварка плавящимся проволочным электродом в углекислом газе относится к группе электродуговых способов сварки в среде защитных газов, в которую входят: автоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе, в инертных газах, в смесях углекислого газа с аргоном с добавками кислорода, и сварка самозащитными порошковыми проволоками. Эти способы сварки находят всё более широкое применение в промышленности, с успехом заменяя ручную электродуговую – электродами с покрытием и автоматическую под флюсом.

2.1. Применимость

Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе и в смесях с кислородом и аргоном применяют при изготовлении изделий из низко - и среднеуглеродистых, низко-среднелегированных и легированных сталей. Благодаря своим преимуществам она успешно заменяет ручную электродуговую сварку электродами с покрытием, как на производстве, так и в строительстве. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа исключительно эффективна при сварке тонколистовых сталей, где газовая и электродуговая сварка широкого применения не находят.

2.2. Преимущества

1. Высокая степень концентрации дуги и низкая погонная энергия вызывают относительно небольшие деформации сварных изделий по сравнению с другими способами сварки плавлением.
2. Возможность визуального контроля и регулирования процесса сварки.
3. Возможность сварки металлов толщиной от 0,5 до десятков миллиметров в различных пространственных положениях.
4. Высокоэффективная защита расплавленного металла сварочной ванны позволяет получать качество сварных швов лучше, чем при сварке покрытыми электродами за счёт меньшего содержания кислорода, азота и водорода в металле шва.
5. Производительность сварки в углекислом газе в 1,4 – 4 раза выше, чем при ручной сварке электродами с покрытиями, и в 1,5 раза выше, чем при сварке под флюсом.
6. Стоимость наплавки 1кг металла в 2 – 2,5 раза меньше чем при ручной сварке, и на 10-20 % меньше чем при автоматической сварке под флюсом.

3. Теоретическая часть

3.1. Определения процессов сварки, физическая сущность и характеристика источника энергии для дуговых способов сварки плавящимся электродом в углекислом газе

Сварка – технологический процесс получения монолитных соединений конструкционных материалов, обеспечивающих эксплуатационные требования, предъявляемые к сварным изделиям.

Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе – процесс сварки, при котором подача сварочной проволоки в зону сварки механизирована, а возбуждение дуги и перемещение газосварочной горелки в направлении сварки и её завершения осуществляются сварщиком вручную.

Источник энергии для дуговых способов сварки в защитных газах - *электрическая сварочная дуга*, представляющая собой мощный, электрический дуговой разряд, характеризующийся стабильностью и возможностью его регулирования по мощности и времени действия. Дуга состоит из столба с температурой плазмы 7000...10000 °С, факела с плазменными потоками, катодного и анодного активных пятен, в которых металл нагревается до температур 2000 и 3000 °С соответственно.

При всех видах дуговой сварки различают полную тепловую мощность дуги Q и эффективную мощность q , которые определяют расчётами по формулам:

$$Q = I \cdot U$$

$$q = \eta \cdot I \cdot U, \text{ Вт,}$$

где I – сила тока в дуге, А; U – напряжение на дуге, В.

Потери тепловой мощности дуги в атмосферу определяют с помощью коэффициента $\eta = 0,6$. – для открытой дуги.

При движении дуги вдоль шва со скоростью сварки $v_{\text{св}}$. количество вводимой теплоты оценивают соотношением $q / v_{\text{св}}$, называемым погонной энергией, а также удельной погонной энергией $q / (v_{\text{св}} \cdot \delta)$, приходящейся на единицу толщины свариваемого металла (высоту шва – δ мм).

Величины q , $v_{\text{св}}$, δ и их отношение $q / (v_{\text{св}} \cdot \delta)$, определяют скорость нагрева металла перед дугой, скорость охлаждения за дугой, ширину зоны нагрева в поперечном сечении соединения, а также время пребывания металла при тех или иных температурах.

3.2. Формообразование сварного шва при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в углекислом газе

При сварке плавящимся электродом дуговой разряд существует между концом непрерывно расплавляемой сварочной электродной проволоки и изделием. Жидкий металл на торце электродной проволоки силами поверхностного натяжения стягивается в каплю, которую, электромагнитные силы переносят в сварочную ванну, как показано на рисунках 1 и 2. Сварка в углекислом газе сопровождается частичным выбросом металла за пределы сварочной ванны. Данное явление называется разбрызгиванием. Брызги в

виде каплей, оседая на прилегающих к шву участках изделия, привариваются к металлу, что требует последующей трудоёмкой операции по их удалению.

В зависимости от диаметра электродной проволоки и параметров режима сварки изменяется перенос металла и формирование шва. Разновидности переноса металла через дугу показаны на рисунках 1 и 2.

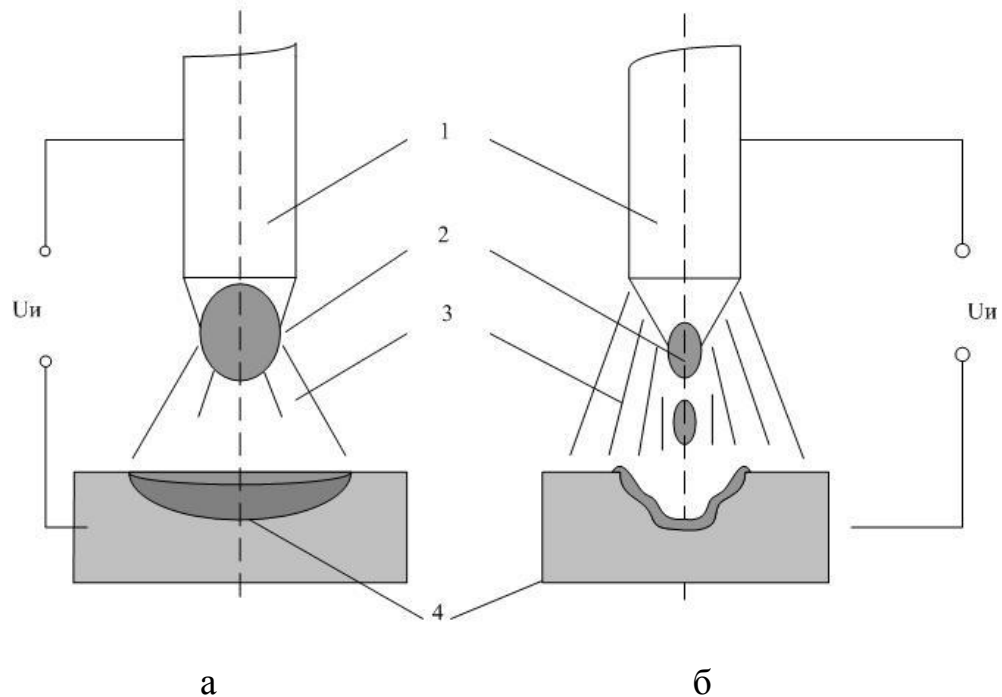


Рис.1. Разновидности переноса металла в дуге: а) крупнокапельный, б) мелкокапельный, 1- сварочная проволока; 2 - капля расплавленного металла; 3 - сварочная дуга; 4 - сварочная ванна.

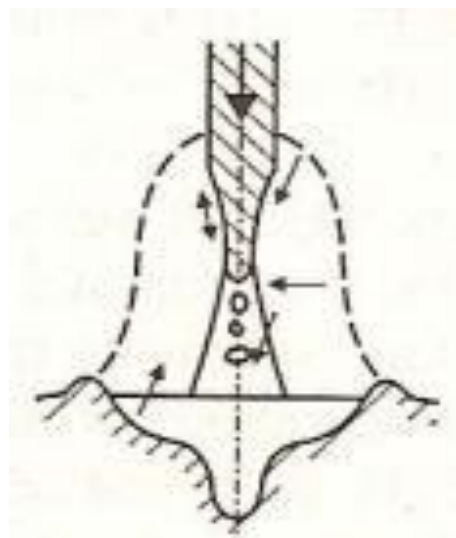
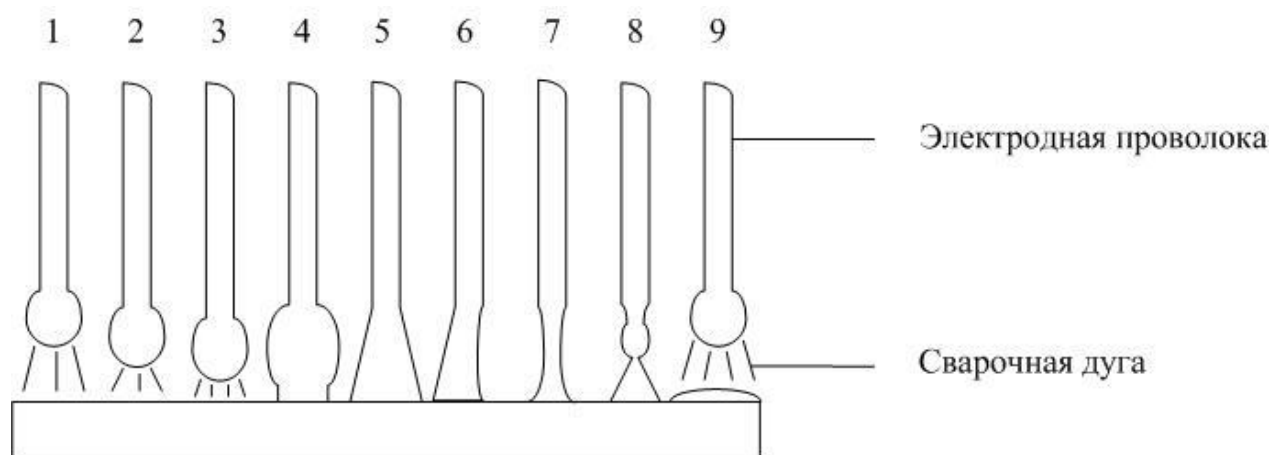
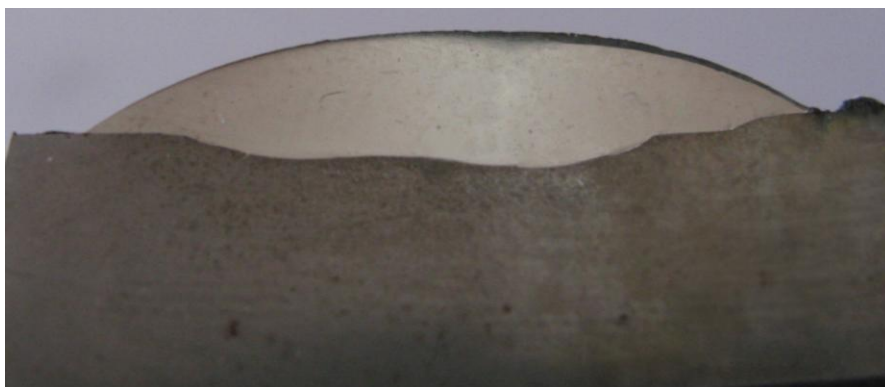


Рис.2 Струйный перенос металла. Пунктиром показана область расплавления электрода теплом дуги, а стрелками – направления электромагнитных сил, формирующих и перебрасывающих мелкие капли в сварочную ванну.

При струйном переносе достигается минимальное разбрызгивание и лучшее формирование шва. Крупнокапельный перенос приводит к усиленному разбрызгиванию металла, ухудшению качества шва и необходимости выполнения специальных мероприятий для исключения приварки брызг к металлу свариваемого изделия. Сварку в углекислом газе сталей толщиной до 3 мм выполняют тонкой проволокой при короткой дуге с периодическими замыканиями. Такой режим называют циклическим. Перенос металла при циклическом режиме сварки с периодическими короткими замыканиями показан на осциллограмме рисунка 3а, а форма образующегося металла шва в поперечном сечении – на рисунке 3б.



а)



б)

Рис. 3 Форма образующегося металла шва в поперечном сечении. а) Осциллограмма циклического режима сварки короткой дугой при сварке электродными проволоками диаметром 0,5 – 1,6 мм с напряжением 15 – 22 В, при токе 100 – 200 А, б) форма металла шва в поперечном сечении.

После возбуждения дуги на стадиях 1, 2 и 3 происходит формирование и рост капли, что создаёт благоприятные условия для плавного объединения капли со сварочной ванной. Во всех стадиях процесса скорость подачи электродной проволоки постоянна, а скорость ее плавления в периоды 3 и 4 уменьшается и становится меньше скорости подачи. Поэтому торец электрода с каплей приближается к сварочной ванне до короткого замыкания 4. При коротком замыкании резко возрастает сварочный ток – до 150 – 200 А и, как результат, увеличивается сжимающее действие электромагнитных сил (6 – 7), которые разрывают перемычку жидкого металла между электродом и изделием (8, 9), частично разбрызгивая его при этом. Далее процесс повторяется с частотой в пределах 90 – 450 замыканий в секунду. Для каждого диаметра электродной проволоки в зависимости от её материала, защитного газа, и т.д. существует диапазон сварочных токов, в котором возможен процесс сварки с короткими замыканиями. При оптимальных параметрах процесса сварки, потери электродного металла на разбрызгивание не превышают 7 %. Циклический режим отличается минимальным тепловложением и используется при сварке сталей толщиной до 3 мм.

Режимы струйного и крупнокапельного переноса применяют при сварке металла толщиной более 3 мм. Они связаны со сравнительно высокой энергией дуги, большим объёмом жидкого металла сварочной ванны, ограничивающим сварку нижним и горизонтальным пространственными положениями.

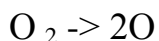
Для защиты сварочной ванны, уменьшения разбрызгивания и улучшения формирования шва при струйном и крупнокапельном режимах, используются смеси углекислого газа с инертными газами и с небольшими добавками кислорода.

Электрическая дуга, одновременно расплавляя проволочный электрод и кромки свариваемых заготовок, образует общую сварочную ванну с жидким металлом. Перемещение дуги вдоль соединения со сварочной скоростью приводит к охлаждению металла в хвостовой части ванны и адгезии (прилипанию) атомов наиболее тугоплавких элементов к её дну и стенкам. От этих атомов, являющихся центрами зарождающихся кристаллитов, растут удлинённые кристаллы. Кристаллизация заканчивается их смыканием, с образующейся зернистой структурой в сварном шве.

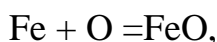
3.3. Процессы взаимодействия углекислого газа с металлом сварочной ванны

Углекислый газ является активным газом. При высоких температурах происходит диссоциация (разложение) его с образованием свободного кислорода: $2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$

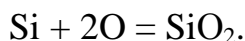
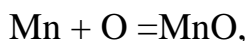
Молекулярный кислород под действием высокой температуры сварочной дуги диссоциирует на атомарный по формуле:



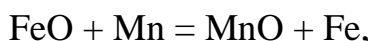
Атомарный кислород, являясь очень активным, вступает в реакцию с железом и примесями, находящимися в стали, по следующим уравнениям:



$\text{C} + \text{O} = \text{CO}$ и $\text{C} + 2\text{O} = \text{CO}_2$ - на защиту металла сварочной ванны от атмосферных газов



Чтобы подавить реакцию окисления углерода и железа при сварке в углекислом газе, в сварочную ванну вводят раскислители (марганец и кремний), которые тормозят реакции окисления и восстанавливают окислы по уровням:



Для удаления кислорода и получения качественного металла в сварном шве необходимо в зоне дуги и в сварочной проволоке иметь достаточное количество раскислителей Si, Mn, Ti и других элементов. Поэтому для сварки в CO_2 разработаны специальные сварочные проволоки с содержанием Si и Mn марок: Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-08ХГС и др.

Благодаря хорошему раскислению металла сварочной ванны качество сварных швов лучше, чем при сварке покрытыми электродами (они содержат меньше кислорода, азота, водорода, а также неметаллических включений). При этом образующиеся оксиды кремния и марганца, не растворимые в

жидкой стали и образуют на поверхности шва тонкую плёнку шлака, легко удаляемую металлической щеткой.

4. Сварочное оборудование

При дуговой сварке в защитных газах плавящимся электродом применяются источники сварочного тока с жесткой характеристикой и эффективным саморегулированием дуги: сварочные выпрямители ВС–200, ВС– 300, ВС– 400, ВДГ–301 с полуавтоматами А547У, А537 и другие отечественного производства. Широкое применение находят полуавтоматы с инверторными выпрямителями САИ – 200, КЕМРПИ Master, MLS 3500 и др.

4.1. Полуавтомат для сварки плавящимся электродом в углекислом газе.

На рис. 4 приведена схема полуавтомата.

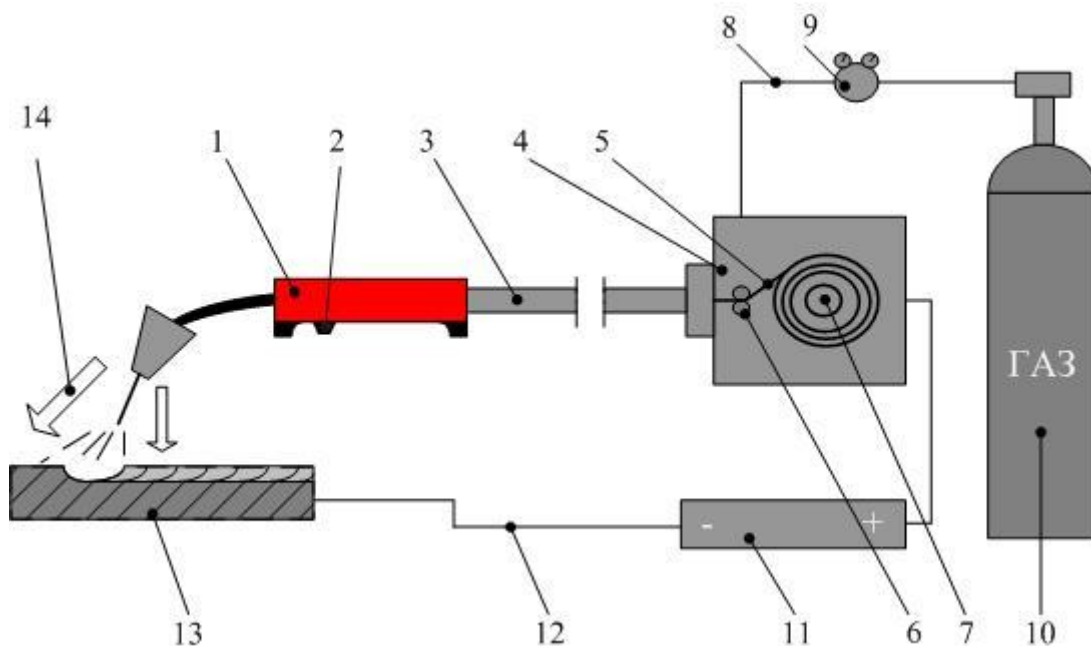


Рис.4. Схема полуавтомата включает: 1 - сварочную горелку с держателем пистолетного типа; 2 - клавишу «пуск»; 3 - гибкий шланг: с проходящими цепями управления, с кабелем, подводящим ток к контактному мундштуку внутри сопла горелки, с трубкой для прохода сварочной проволоки; 4 - проволочноподающий механизм состоит из: сварочной проволоки - 5, подаваемой к месту сварки с помощью роликов - 6, толкающих проволоку к соплу горелки из бухты - 7; 8 – шланг для подвода защитного газа из баллона - 10 через редуктор - 9 в горелку; 11 - сварочный выпрямитель с кабелями -12 для подвода тока к изделию -13; 14 – струя защитного газа, вытесняющая воздух из зоны плавления и кристаллизации металла шва.

Защитный газ, выходя из сопла горелки, вытесняет воздух из зоны сварки, как показано на рисунке 5.

Нажатие сварщиком клавиши «пуск» приводит к вытеснению воздуха из шлангов и горелки защитным газом и образованию защитной струи, истекающей из сопла горелки. При возбуждении дуги с одновременной подачей электродной проволоки и перемещением горелки сварщиком по свариваемым кромкам с заданной скоростью формируется сварной шов.

При отпускании кнопки «пуск» сварщик прекращает перемещение горелки и, пока производится заварка кратера, в течение установленного времени для его кристаллизации, струя углекислого газа продолжает защиту металла от атмосферных газов.

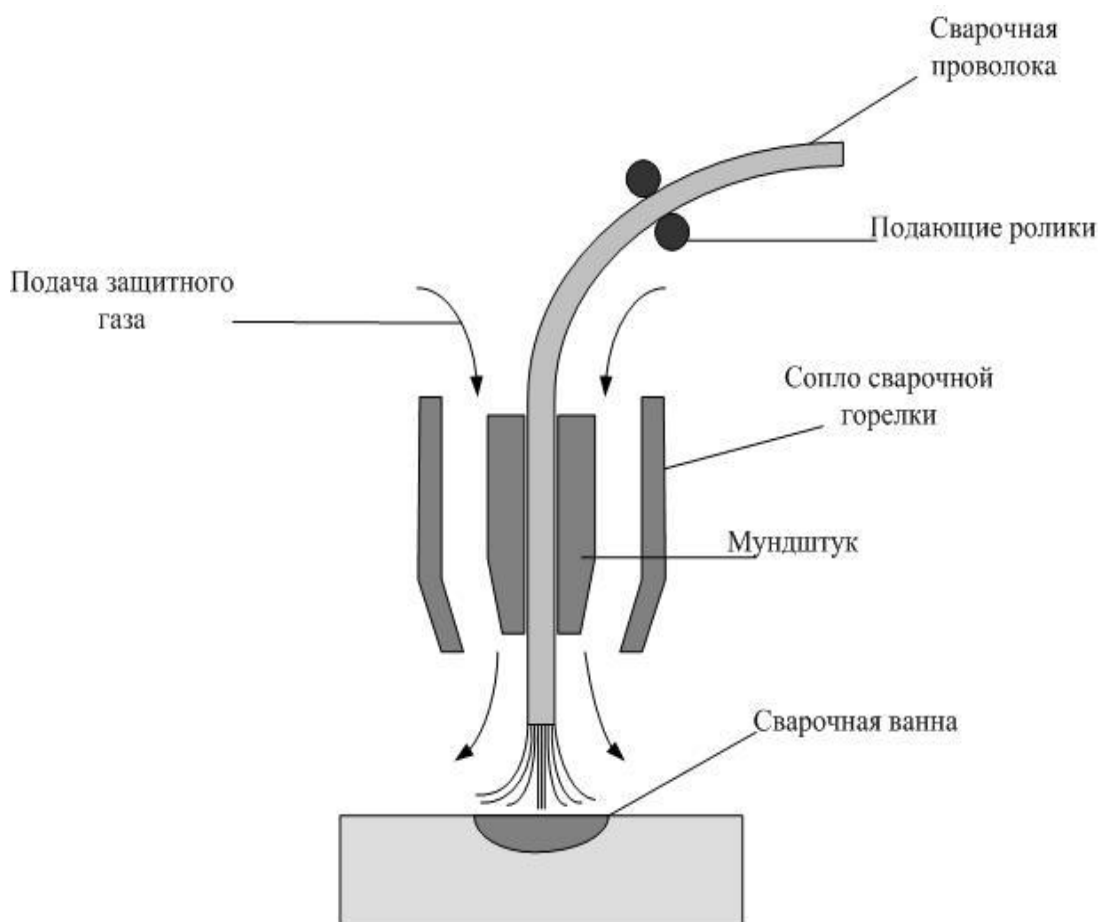


Рис5. Схема подвода защитного газа, сварочной проволоки и сварочного тока к плавящемуся электроду (сменный мундштук).

4.2. Сварочные материалы

1) Для полуавтоматической сварки используется сварочная проволока диаметром $0,5 \div 2,0$ мм. Марка сварочной проволоки выбирается в зависимости от свариваемого материала по таблице 1.

Сварочные проволоки для сварки малоуглеродистых и легированных сталей.

Свариваемый металл	Марки сварочной проволоки
Малоуглеродистые стали	Св-08ГС, Св-08Г2С
Теплоустойчивые стали 15ХМА, 20ХМА	Св-08ХГ2С
Низкоуглеродистые стали	Св-08Г2С, Св-18ХГСА, Св-18ХМА
Сталь 15Х1М1Ф	Св-08ХГСМФ
Сталь 1Х13	Св-08Х14ГТ, Св-10Х17Т
Сталь Х18Н9Т	Св-06Х19Н9Т, Св-07Х18Н9ТЮ
Сталь 20ХМФЛ	Св-08ХГСМФ

2) Защитный газ выбирается в зависимости от свариваемого материала. Используют защитные газы: углекислый газ, смеси его с аргоном и с кислородом. Углекислый газ для сварки поставляется в стальных баллонах черного цвета емкостью 40 литров, под рабочим давлением 20 МПа в жидком виде. При испарении образуется около 13 м³ газа.

4.3. Параметры режима и техника сварки

К параметрам режима сварки в углекислом газе относят: род электрического тока и полярность, силу сварочного тока, напряжение дуги, скорость сварки, расход защитного газа, диаметр электродной проволоки, скорость подачи проволоки, вылеты конца электрода из контактного токоподводящего мундштука и из сопла горелки, наклоны электрода относительно продольной оси шва. При полуавтоматической сварке в углекислом газе обычно применяют постоянный ток обратной полярности, так как сварка током прямой полярности приводит к неустойчивому горению дуги и уменьшению коэффициента наплавки. Диаметр электродной проволоки и параметры режима сварки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла по таблице 2.

Таблица 2

Рекомендуемые параметры режима полуавтоматической сварки в CO₂

Толщина металла, мм	Ø св. прово локи, мм	Сила тока, А	Напря- жение, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин	Вылет электрода , мм
0,5	0,5	60-90	18-19	120-180	6-7	6-10
1,5	0,8-1,0	95-125	19-20	150-200	6-7	6-10
2,0	1,2	130-170	21-21,5	150-250	6-7	10-13
3,0	1,2-1,4	200-300	22-25	380-490	8-11	10-13
4,0-5,0	1,2-1,6	200-300	25-30	490-680	11-16	10-20
6,0-8,0 и более	1,2-1,6	200-300	25-30	500-680	11-16	10-20

С увеличением силы сварочного тока увеличивается глубина провара и повышается производительность процесса сварки. Чем длиннее дуга, тем больше напряжение. Чем короче дуга, тем стабильней процесс сварки, меньше разбрызгивание и выше качество шва. С увеличением напряжения дуги увеличивается ширина шва и уменьшается глубина его провара. Скорость подачи электродной проволоки подбирают так, чтобы обеспечивалось устойчивое горение дуги при выбранном напряжении.

С увеличением вылета электрода из токоподводящего мундштука ухудшается устойчивость горения дуги и формирование шва, а также увеличивается разбрызгивание. При сварке с малым вылетом из сопла горелки затрудняется наблюдение за процессом сварки и подгорает контактный наконечник. При чрезмерном увеличении этого расстояния возможно загрязнение металла шва кислородом и азотом воздуха, и образование в нём пор.

Для получения хорошего качества сварных швов необходимым условием является поддержание постоянной длины дуги.

Рекомендуемые расстояния от сопла горелки до изделия, приведены в таблице 3.

Рекомендуемые расстояния от сопла горелки до изделия в зависимости от диаметра проволоки.

Диаметры проволок, мм	0,5; 0,8	1,0; 1,2	1,6; 2,0
Расстояние от сопла горелки до изделия, мм	от 5 до 15	от 8 до 18	от 15 до 25

Наклон электрода относительно шва оказывает большое влияние на глубину провара и качество шва. В зависимости от угла наклона сварку можно производить углом назад и углом вперед, как показано на рисунке 6.

При сварке углом назад в пределах 5 – 10 град. улучшается видимость зоны сварки за дугой, повышается глубина провара и наплавленный металл получается более плотным.

При сварке углом вперед лучше наблюдать за свариваемыми кромками и направлять электрод точно по зазору. Ширина валика при этом возрастает, а глубина провара уменьшается. Этот способ рекомендуется применять при сварке тонкого металла, где существует опасность сквозного прожога.

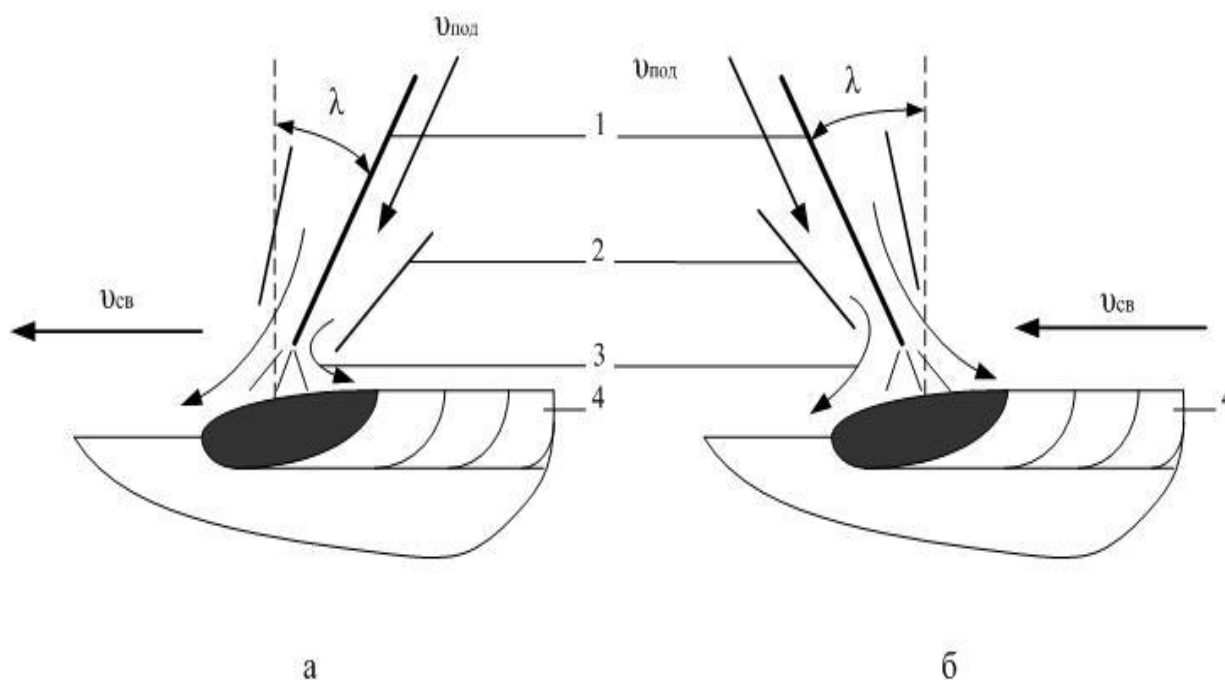


Рис.6 Способы полуавтоматической сварки в углекислом газе: а) углом вперед; б) углом назад; 1-проволока; 2-сопло; 3-защитный газ; 4-сварной шов.

Для увеличения ширины шва, уменьшения его высоты и улучшения плавности перехода от усиления шва к основному металлу перемещение электрода выполняют по схемам, приведенным на рис. 7.

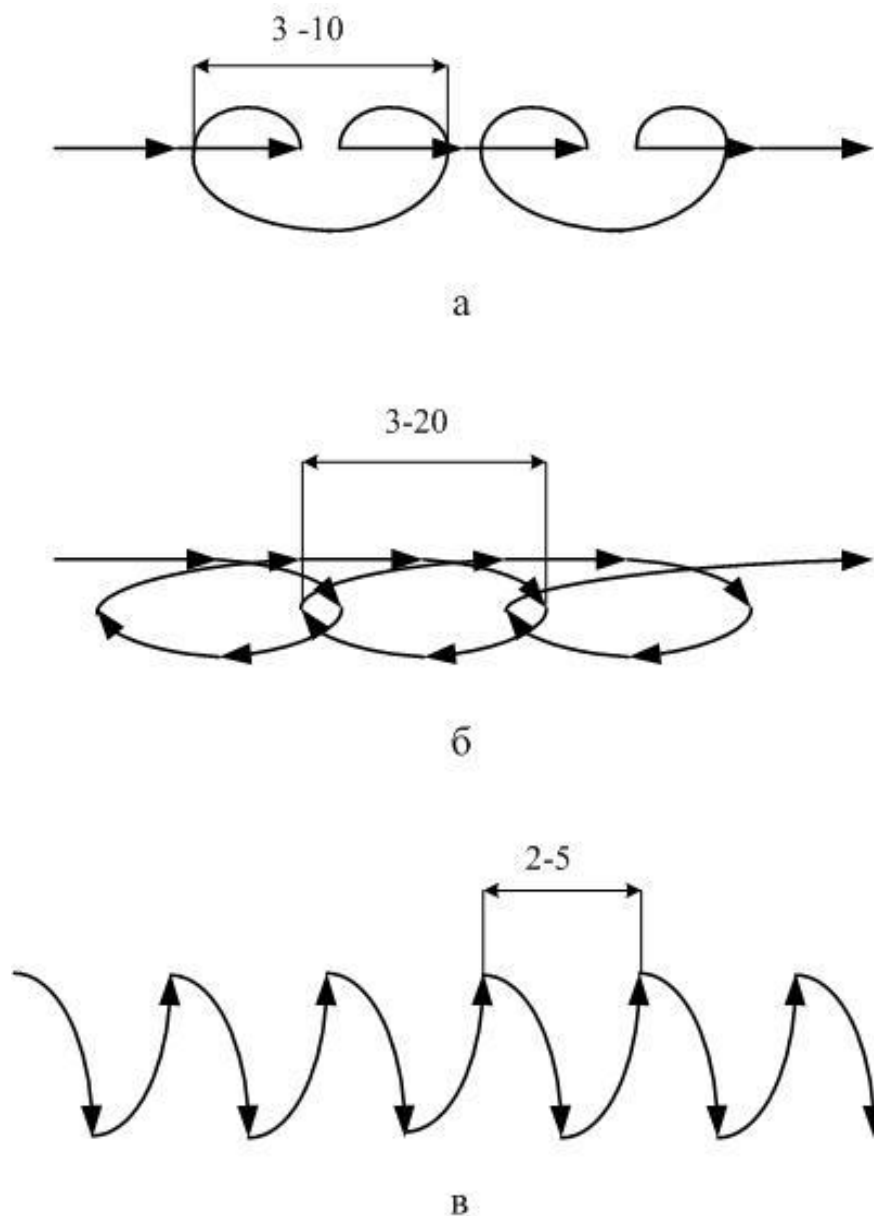


Рис.7. Схемы перемещения электрода при сварке плавящимся электродом в защитных газах для увеличения ширины шва: **а** и **в** – для получения равномерного провара по всей ширине шва, **б** – для получения плавного перехода от усиления шва к основному металлу на одну сторону от его продольной оси.

Чтобы в наплавленном металле не было пор, кромки сварных соединений необходимо зачищать от ржавчины, грязи, масла и влаги на ширину до 30 мм по обе стороны от зазора. Окалина практически не влияет на качество сварного шва, поэтому детали даже после газовой резки могут свариваться сразу после зачистки шлака.

5. Порядок проведения лабораторной работы

1. Перед выполнением лабораторной работы непосредственно на рабочем месте студент (далее - практикант) обязан пройти инструктаж по безопасности работ при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в углекислом газе, пожарной безопасности, безопасной эксплуатации баллона с углекислым газом и поставить свою подпись в журнале по проведению лабораторных занятий по курсу У.Т.П.
2. Одеть предназначенную для сварки одежду, перчатки и защитный сварочный щиток.
3. Ознакомиться с оборудованием и инструментом сварочного поста: с полуавтоматом для сварки плавящимся электродом в защитных газах, баллоном с углекислым газом, с редуктором и газовой аппаратурой, с электрическими коммуникациями полуавтомата и источника тока, с установкой кассеты со сварочной проволокой, с пропуском проволоки через подающий механизм, через шланг и горелку, с выпуском её рабочего конца из сопла горелки на расстояние 5 – 15мм.
3. Проверить наличие инструмента: металлической щётки для зачистки заготовок от ржавчины, устройства для фиксации свариваемых заготовок и надёжности электрического контакта с токоподводом; кусачек, для обрезки выступающей проволоки из токоподводящего мундштука до заданного размера.
4. Включить вентиляцию сварочного помещения.
5. Включить подачу углекислого газа вентилем на баллоне, с помощью редуктора и расходомера установить выбранный расход газа.
6. Включить полуавтомат в сеть питания и установить выбранные параметры режима сварки и расход защитного газа.
7. Освоение сварки выполнять в следующей последовательности:
 - 1) научиться возбуждать дугу короткими замыканиями электрода на металлическую заготовку нажимами кнопки «пуск» на 1 - 2 секунды и отпуская её, не допуская при этом «прилипания» проволоки к заготовке. При «прилипании», необходимо отпустив, кнопку «пуск», отделить проволоку от заготовки быстрыми отламывающими наклонами горелки.
 - 2) после освоения зажигания дуги научиться перемещать её и, начавшийся при этом процесс сварки, вдоль свариваемых кромок «углом вперёд» или «углом назад», не разрывая дугу.

3) при завершении сварочного процесса отпустить кнопку «пуск» и, не перемещая горелку, подождать завершения заварки кратера и его кристаллизации под струей защитного газа.

4) после окончания сварки выключить: электропитание полуавтомата и подачу углекислого газа манометром и вентилем баллона в присутствии мастера.

6. Требования безопасности труда к инструкции в сварочной лаборатории для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в углекислом газе

Электродуговая полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе может сопровождаться рядом следующих вредных и опасных факторов:

- повышенная температура поверхностей оборудования, свариваемых заготовок и воздуха в рабочей зоне;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи;
- газообразные и твёрдые токсичные вещества в составе сварочного аэрозоля;
- интенсивное, опасное излучение сварочной дуги (в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах);
- искры, брызги и выбросы расплавленного металла;
- травмоопасным фактором является рабочий конец сварочной проволоки, выступающий из сопла горелки;
- транспортировка баллонов с давлением газов выше атмосферного и их эксплуатация.

Практикант при выполнении лабораторной работы по полуавтоматической сварке в углекислом газе обязан выполнять следующие требования безопасности:

1. Выполнять только ту работу, которая поручена ему преподавателем или учебным мастером.
2. После получения задания практикант обязан:

- произвести осмотр сварочных проводов, которые должны быть надёжно изолированы, не переплетаться между собой и надёжность соединений подвода углекислого газа от баллона к горелке;

- убедиться в том, что все устройства заземлены и доступны для осмотра и эксплуатации;

- проверить наличие и исправность инструмента (молотка, стальной щётки для удаления шлака, кусачек для отрезки выступающего из сопла горелки конца электродной проволоки длиной более 15мм и ключа для вентиля баллона с углекислым газом);

- проверить надёжность закрепления газового баллона хомутом на рабочем месте;

(хранение пустых или заполненных газом баллонов в помещении, где проводятся занятия со студентами, кроме баллона, установленного и закреплённого на рабочем месте не допускается)

- осмотреть и убрать все воспламеняющиеся и горючие материалы от места сварки в радиусе 3 метров;

- проверить наличие ширм для защиты окружающих от излучения сварочной дуги;

- проверить чистоту свариваемых заготовок от масла, краски и т. п. для предотвращения загрязнения воздуха газами и испарениями;

- опробовать работу местной вентиляции;

3. При включении полуавтомата первоначально следует включить рубильник (магнитный пускатель), а затем – аппаратный ящик. При выключении – наоборот.

4. Шланги для защитного газа и водяного охлаждения у полуавтомата в местах соединения со штуцерами не должны пропускать газ и воду.

5. Опирается или садиться на источник питания дуги и аппаратный ящик запрещается.

6. Намотку сварочной проволоки с бухты на кассету допускается производить только после специального инструктажа.

7. По окончании работы выключить ток, газ, воду.

8. О замеченных неисправностях в работе оборудования необходимо немедленно доложить учебному мастеру.
9. Устранять неисправности полуавтомата самому сварщику запрещается.
10. Транспортировка и закрепление баллонов на рабочем месте, включение и выключение подачи защитного газа вентилем на баллоне выполняется только под наблюдением учебного мастера лицами, имеющими допуск к работе с ёмкостями с давлением выше атмосферного.
11. При выполнении сварочных работах следить, чтобы провода сварочной цепи и шланги для подвода защитного газа не подвергались тепловым, механическим и прочим воздействиям, могущим вызвать повреждение изоляции и газовых шлангов.
12. Практикантам запрещается транспортировка баллона для защитных газов.

7. Практическая часть

7.1. Определение коэффициента наплавки

1. После освоения процесса полуавтоматической сварки в углекислом газе наплавить валик на поверхность стальной пластины толщиной 1,5-2 мм, определив силу тока, время горения дуги и длину расплавленной проволоки, предварительно измерив скорость её выхода из сопла горелки при режиме выбранном для наплавки.
2. Рассчитать коэффициент расплавления a_p по формуле:

$$a_p = \frac{m}{I \times t} (z./A \times ч.);$$

где: m – масса расплавленной части электродной проволоки, г.;

I – значение тока сварки, А;

t – время сварки, ч.;

$$m = \rho \times V ;$$

где: ρ – плотность электродной проволоки 7,8г./см³;

V – объем расплавленной части электрода, см^3 ;

$$V = L \times S ;$$

где: L – длина расплавленной части электродной проволоки, см ;

S – площадь поперечного сечения электродной проволоки, см^2 ;

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4} ;$$

где: π – определенное иррациональное число 3,14;

d – диаметр электродной проволоки, см ;

в процессе эксперимента определяются:

- сила сварочного тока $I_{св}$, А ,

- время сварки $t_{св}$, ч .

- длина расплавленной части электродной проволоки L , см ,

- диаметр электродной проволоки d , см ,

По этим данным определить массу расплавленной части электродной проволоки m - в граммах, за время сварки t .

Чем выше α_p , тем качественнее выполнен процесс наплавки, т.е. поддерживалась короткая дуга постоянной длины, горение дуги не прерывалось, свойства и внешний вид наплавки лучше.

3. Рассчитать коэффициент наплавки K_n с учетом потерь металла электрода на разбрызгивание и угар по формуле:

$$K_n = \alpha_p (1-\varphi),$$

где ϕ - потери на разбрызгивание, для полуавтоматической сварки в CO_2 , принимается равным 0,07 от веса расплавленной части электродной проволоки.

8. Содержание отчета

1. Описать физическую сущность и схему процесса сварки.
2. Заполнить таблицу, используя исходные данные и результаты замеров при контрольной наплавке.

Способ сварки	Диаметр сварочной проволоки	K_H	$I_{св}$	$t_{св}$ и скорость подачи эл. проволоки	Длина расплавленной проволоки, см

9. Литература

- 1) Справочник по сварке. Под редакцией И.А. Акулова. Т. 4. М, «Машиностроение», 1971 С 7-222.
- 2) Справочник сварщика. Под Редакцией В.В. Степанова. М., «Машиностроение», 1983 С 222-247.
- 3). Сварка в углекислом газе. А.Г. Потапьевский, М. «Машиностроение», 1984.-240 с.
- 4) Сварка и свариваемые материалы. Технология и оборудование: Справ. Под ред. В.М. Ямпольского.-М.:Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996.-573 с.

10. Контрольные вопросы

1. Определение процесса сварки?
2. Сущность процесса полуавтоматической сварки плавящимся электродом в защитных газах?
3. Виды переноса металла электрода через дуговой промежуток?
4. Почему качество металла шва при сварке в CO_2 выше, чем при сварке электродами с покрытием?
5. Чем объясняется уменьшение сварочных деформаций при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в CO_2 ?
6. Почему производительность полуавтоматической сварки в CO_2 выше, чем при ручной сварке плавящимся электродом с покрытием?
7. Какие металлические материалы сваривают дуговой сваркой в CO_2 ?
8. Параметры режима полуавтоматической сварки в CO_2 ?
9. В каких пространственных положениях возможна полуавтоматическая сварка в CO_2 ?
10. Что входит в состав полуавтомата и сварочного поста?
11. Сварочные материалы?
12. Техника полуавтоматической сварки и наплавки?
13. Какие параметры режима и техники сварки влияют на разбрызгивание электродного металла и качество сварных швов?
14. Что определяет коэффициент наплавки?
15. Температура в столбе дуги, в катодном и анодном пятнах при сварке в CO_2 ?

11. Содержание

1. Цель лабораторной работы учебно-технологического практикума	3
2. Введение	3
2.1. Применимость	3
2.2. Преимущества	4
3. Теоретическая часть	4
3.1. Определения процессов сварки и характеристика источника энергии для дуговых способов сварки плавящимся электродом в углекислом газе	4
3.2. Формообразование сварного шва при полуавтоматической сварке плавящимся электродом в углекислом газе	5
3.3. Процессы взаимодействия углекислого газа с металлом сварочной ванны	9
4. Сварочное оборудование	10
4.1. Полуавтомат для сварки плавящимся электродом в углекислом газе.	10
4.2. Сварочные материалы	11
4.3. Параметры режима и техника сварки	12
5. Порядок проведения лабораторной работы	16
6. Требования безопасности труда к инструкции в сварочной лаборатории для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в углекислом газе	17
7. Практическая часть	19
7.1. Определение коэффициента наплавки	19
8. Содержание отчета	21
9. Литература	21
10. Контрольные вопросы	22

Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов

Методические указания

Редактор С.Н. Капранов

Корректор Т.В. Тимофеева

Технический редактор А.Л. Репкин

Подписано в печать XX.XX.XXXX.

Формат 60×84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура “Таймс”.

Печ. л. 1,5. Усл. п. л. 1,4. Тираж 50 экз. Заказ №XX

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана

107005, Москва, 2-я Бауманская,5

Изготовлено в Редакционно-издательском отделе

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

248000, г.Калуга, ул. Баженова, 2, тел. 57-13-87