

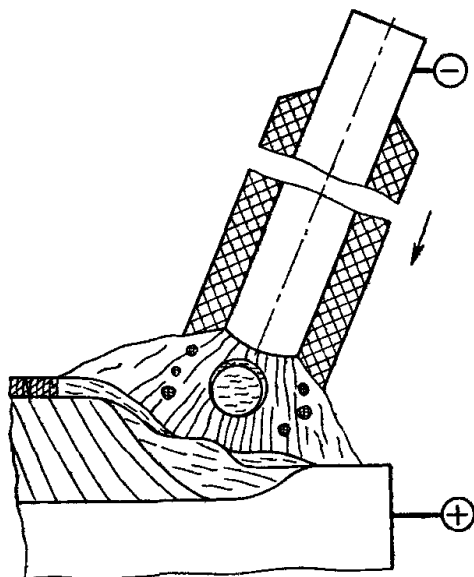
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерный институт

Основы технологии производства машин

Ручная электродуговая сварка

Методические указания по выполнению
лабораторно-практической работы



Новосибирск 2020

Кафедра надежности и ремонта машин

УДК 631.372, 621.43

ББК 39.33

Рецензент: канд. техн. наук, доцент *А.А. Малышко*

Составитель: старший преподаватель *А.П. Илясов*

Основы технологии производства машин. Ручная электродуговая сварка: метод. указания по вып. лабор.-практ. работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост. А.П. Илясов. – Новосибирск, 2020. – 16 с.

В методических указаниях представлены основные термины и определения. Изложены сведения об особенностях технологии ручной электродуговой сварки стали покрытыми электродами, рекомендован выбор режима сварки, а также приведена методика ручной электродуговой сварки покрытыми электродами.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлениям: Агроинженерия; Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; Технология транспортных процессов.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института НГАУ протокол № 6 от 31.01.2017 г.)

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2020

© Инженерный институт, 2020

Лабораторно-практическая работа **Ручная электродуговая сварка покрытыми электродами**

Цель работы: ознакомление с основами технологии ручной электродуговой сварки стали покрытыми электродами, оборудованием и технологией процесса сварки. Получить навыки сварки металлов покрытыми электродами.

Материальное обеспечение лабораторно-практической работы

Оборудование и инструмент:

- Аппарат сварочный;
- Стол сварочный;
- Молоток сварщика;
- Маркер, мелок;
- Линейка;
- Средства индивидуальной защиты.

Материалы:

- Ветошь;
- Сварочные электроды;
- Листовой металл 1; 2; 4; 8 мм.

Задание к лабораторно-практической работе:

1. Изучить технологию ручной электродуговой сварки.
2. Изучить технику безопасности при выполнении работ.
3. Ознакомиться с устройством и принципом работы сварочного аппарата.
4. Ознакомиться с инструментом для ручной электродуговой сварки.
5. Произвести подготовку поверхности и разметку перед сваркой.
6. Произвести настройку сварочного аппарата.
7. Выполнить сварку деталей на различных режимах.
8. Сдать рабочее место учебному мастеру (преподавателю).
9. Составить отчет о работе и сдать преподавателю.

Организация проведения лабораторно-практической работы

40 минут – работа с подгруппой. Вводная информация преподавателя: постановка задачи, ознакомление с общими вопросами по подготовке поверхности, инструменты и материалы, которыми она проводится. Ознакомление с технологиями ручной электродуговой сварки (применяемые оборудование и инструмент).

Пройти и расписаться в журнале инструктажа по охране труда при использовании аппарата ручной электродуговой сварки металла (см. ПРИЛОЖЕНИЕ).

30 минут. Подготовка рабочего места. Подготовка поверхности деталей к свариванию. Выбор режимов и настройка аппарата.

60 минут. Получение навыков по ручной электродуговой сварке.

30 минут. Ответить на контрольные вопросы. Оформить отчет и защитить у преподавателя.

Основные термины и определения

Сварка - это способ создания неразъемного соединения за счет сил межатомного взаимодействия между свариваемыми кромками.

Сварочная дуга – это длительный мощный электрический разряд в ионизированной токопроводящей газовой среде между электродом и свариваемым металлом.

Свариваемость – свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатация изделия.

Общие сведения

Электродуговая сварка

Классификация. Электродуговая сварка классифицируется по следующим признакам:

1) по виду электрода: электрод плавящейся, тогда он и заполняет шов (метод Славянова), рис. 1а; неплавящийся электрод (вольфрамовый или угольный), тогда вводят дополнительный присадочный пруток (метод Бенардоса), рис. 1б;

2) по способу питания дуги: постоянный ток, переменный ток;

3) по способу воздействия дуги на металл: дуга горит между электродом и свариваемым металлом (рис. 1а, б) – прямая (зависимая) дуга; дуга горит между двумя плавящимися или неплавящимися электродами (рис. 1в), а основной металл плавится теплом, излучаемым столбом дуги - косвенная (независимая) дуга;

4) по способу защиты зоны шва от атмосферы; в случае электрода без обмазки, либо с тонкой меловой обмазкой, которая лишь стабилизирует дугу - открытая дуга; защищенная от атмосферы веществами, выделяющимися из толстой качественной обмазки, или специальными защитными газами (углекислым, инертным), или насыпным флюсом – закрытая дуга.

5) по степени автоматизации - ручная, полуавтоматическая, автоматическая сварка.

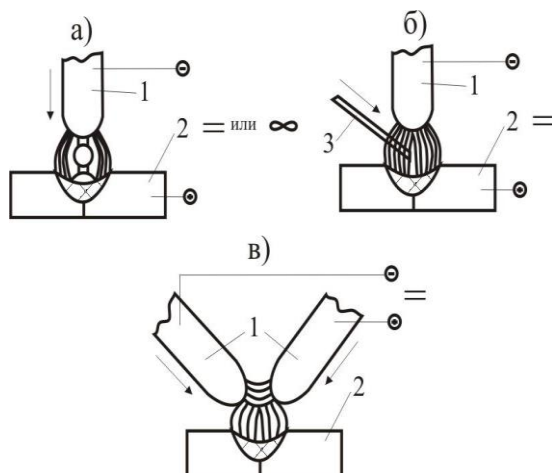


Рис.1. Способы электродуговой сварки:
1 - электрод, 2 - свариваемая деталь, 3 – плавящийся пруток.

Электродуговая сварка имеет ряд достоинств, которые обеспечили ей самое широкое применение:

1. Высокая температура в зоне дуги позволяет сваривать довольно тугоплавкие металлы и обеспечивает глубокое проплавление.

2. Хорошее качество шва.

3. Высокая производительность процесса.

4. Удобство регулирования режима сварки и поддержания стабильной дуги.

Оборудование электродуговой сварки. Сварочный пост (рис. 2) состоит из источника питания дуги, электрододержателя, в

который вставляется электрод, стола с надежным заземлением, щитка, защищающего сварщика от брызг металла и яркого излучения.

В качестве источника питания дуги используется сварочный генератор, если требуется постоянный ток, либо трансформатор, питающий дугу переменным током.

Источники переменного тока более распространены, так как обладают рядом технико-экономических преимуществ по сравнению с источниками постоянного тока.

Сварочные электроды. Электрод, применяемый при ручной сварке, представляет собой металлический стержень, покрытый обмазкой. Длина электродов до 450 мм, диаметр стержня 1-12 мм. Стержень может быть из легированной стали, из цветных металлов и сплавов, электрод для сварки выбирается по составу наиболее близкому по составу к свариваемому металлу.

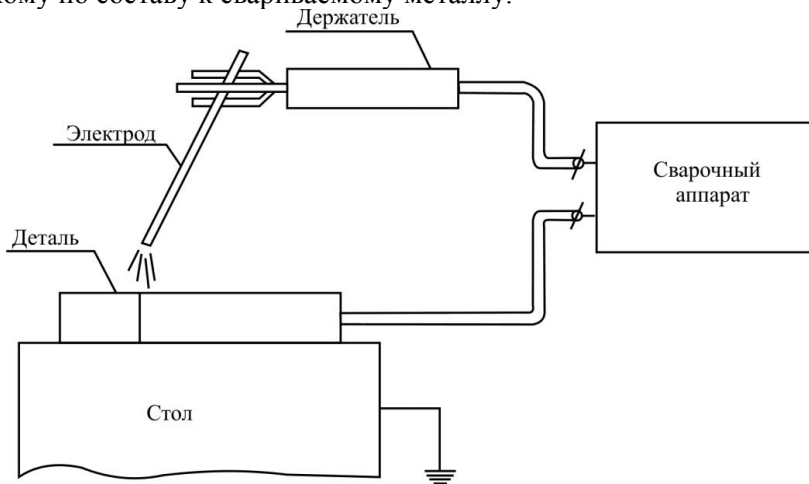


Рис. 2. Пост ручной электродуговой сварки.

Обмазка толщиной 0,1-4,0 мм на сторону состоит из ряда органических веществ, ферросплавов и других соединений и выполняет ряд функций: стабилизирует горение дуги, создает газовую защиту шва от атмосферы, несет в себе раскислители, легирующие, модифицирующие элементы. Электроды маркируются в основном по назначению предприятия, разрабатывающего их, например, ЦМ-7, МР-3, ХГ-3, УОНИ 13/45.

Технология сварки. Технология сварки включает выбор электрического режима дуги, типа и диаметра электрода, длины дуги, угла наклона электрода и целый ряд других параметров. Все они определяются в зависимости от объекта сварки, т.е. от состава, толщины свариваемого металла, типа шва (стыковой, угловой и др.), положения шва (нижний, вертикальный, потолочный), рис. 3, табл. 2.

При толщине металла больше 6 мм, требуется предварительная подготовка кромок (рис. 2.3).

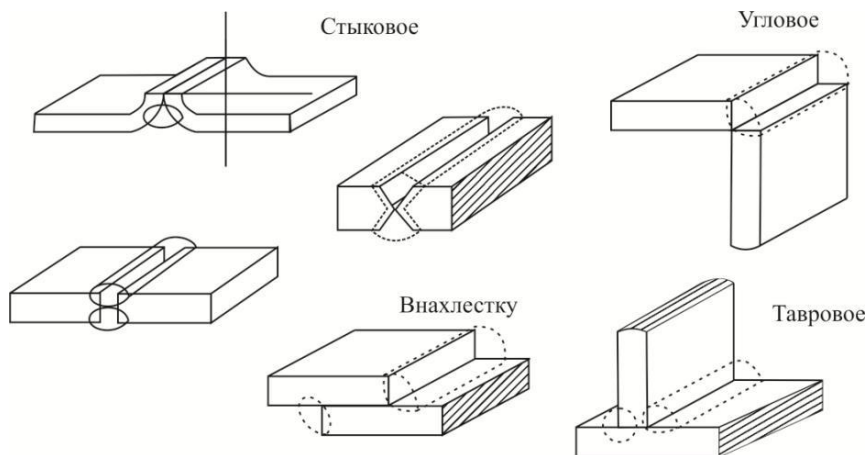


Рис. 3. Виды сварных соединений.

Интенсивность нагрева в зоне дуги определяется силой сварочного тока. Слишком малая величина его не дает достаточно глубокого проплавления, а чрезмерно большой ток может привести к прожогу. В общем виде между силой тока I и диаметром электрода d существует следующая зависимость:

$$I = K \cdot d, \quad (1)$$

где K - коэффициент, равный 45-60 при сварке металлическим электродом деталей из малоуглеродистой стали.

Тип электрода выбирается в зависимости от состава и свойств свариваемого металла.

Сварка стыковых швов. Особенности сварки стыкового шва и подготовки кромок под сварку определяются толщиной основного металла.

При толщине 5 - 6 мм кромки специально не готовятся (лишь подравниваются). При толщине листов, большей 5-6 мм, кромки скашиваются

и шов накладывается в виде одного или нескольких валиков – проходов (табл. 1). Толщина каждого валика 5 - 6 мм.

Валик (шов) в сечении соответствует примерно сектору круга с радиусом R с центральным углом, равным 60° , что следует учитывать при подсчете площади поперечного, сечения шва (рис. 4).

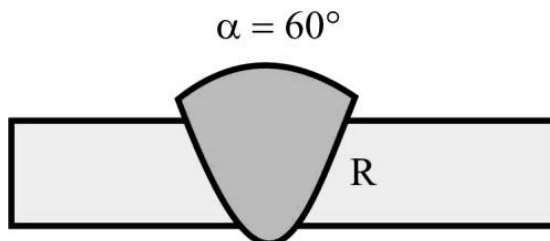
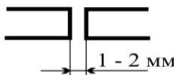
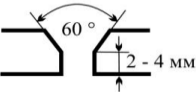
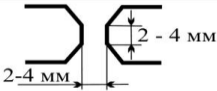


Рис. 4. Вид валика (шва) в сечении.

Таблица 1 - Примерные режимы ручной дуговой сварки стыковых швов.

Толщина металла в мм	Форма разделки свариваемых поверхностей	Число проходов	Диаметр электрода, мм	
			первый проход	последний проход
1 3		1 1	1,5 3	- -
6 10		1 2	5 4	- 5
20		8	5	6

Подсчет объема наплавленного металла ведется по общему сечению шва и длине его без учета числа проходов.

Сварка угловых швов. Обычно наплавленный металл заполняет объем двугранного угла, равного 90° . Размер сечения шва определяется площадью прямоугольного треугольника с катетами K, равными толщине листов. Если толщина свариваемых листов различна, то катет выбирается по меньшей толщине (рис. 5).

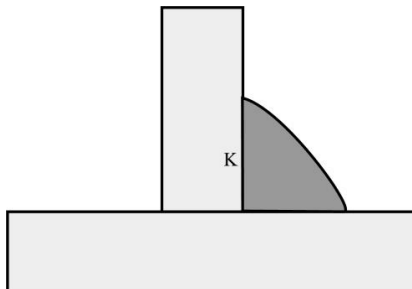


Рис. 5. Вид сварки углового шва.

Разделка кромок при угловых швах применяется редко.

Угловые швы используются при тавровом и нахлесточном соединениях.

Примерные режимы ручной сварки угловых швов и рекомендуемый диаметр электродов (табл. 2)

Таблица 2 - Примерные режимы ручной сварки угловых швов.

Толщина металла или катет шва, мм	Число проходов	Диаметр электрода в мм		Сварочный ток (А)
		первый проход	второй проход	
1	1	2	-	40
2	1	3	-	100
3	1	4	-	160
6	1	5	-	230
10	2	5	5	240
16	4	5	6	270

Общее описание аппарата Ресанта САИ 250

Изделие выполнено в металлическом корпусе. На передней панели имеется регулятор величины сварочного тока (рис.6 поз.2), индикатор "сеть" (рис.6 поз.3), индикатор "перегрев" (рис.6 поз.4), а также силовые разъемы подключения сварочных кабелей (рис.6 поз.5,6). Аппарат оснащен принудительной системой вентиляции, ввиду этого, категорически запрещается закрывать чем-либо вентиляционные отверстия в корпусе.

Аппарат имеет защиту от перегрева - в случае срабатывания защиты (загорится лампочка на передней панели) следует убедиться в отсутствии

замыкания рабочих кабелей и остановить работу, не отключая аппарат, не менее чем на 5 минут.

Аппарат оснащен функциями «ANTI STICK» (антизалипание), и «HOT START» (горячий старт).

При начале сварки требуется произвести поджиг дуги. Нередко это приводит к залипанию электрода на изделии. Инвертор, оснащенный функцией "ANTI STICK", производит автоматическое снижение сварочного тока при "залипании" электрода. В дальнейшем, после отрыва залипшего электрода, инвертор возобновляет установленные параметры сварки.

Для обеспечения оснащенный функцией «HOT START», производит автоматическое повышение сварочного тока. Это позволит значительно облегчить начало сварочного процесса.

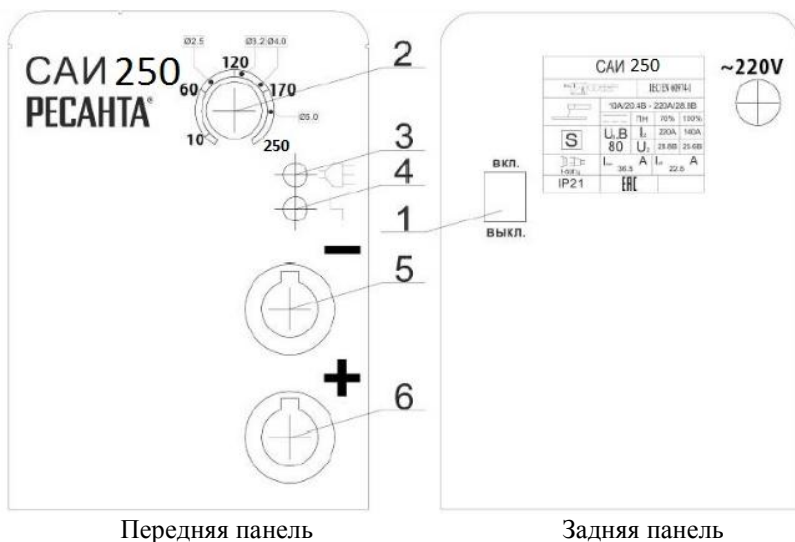


Рис. 6. Расположение элементов управления Ресанта САИ 250:
1 - выключатель "Сеть"; 2 - регулятор сварочного тока; 3 - индикатор "Сеть"; 4 - индикатор "Перегрев"; 5 - силовая клемма "-"; 6 - силовая клемма "+"

Технические характеристики аппарата CUT40(B) приведены в табл.3

Таблица 3 - **Технические характеристики аппарата Ресанта САИ 250**

Тип	CUT40(B)
Диапазон рабочего напряжения, В	140-260
Частота, Гц	50/60
Максимальный потребляемый ток от сети, А	29
Потребляемая мощность, КВт	7,7
Напряжение холостого хода, В	85
Номинальное напряжение дуги, В	30
Диапазон регулирования сварочного тока, А	10-250
Номинальная ПВ, %	70
КПД, %	95
Класс защиты	IP21
Максимальный диаметр электрода, мм	6
Минимальный диаметр электрода, мм	1
Вес, кг	5,2
Габаритные размеры, мм: Д×Ш×В	400×130×250

Порядок выполнения работы

Осмотр и сборка оборудования могут производиться только тогда, когда аппарат отключен от сети.

Подготовка прибора к работе состоит из следующих операций:

1. Присоединить к силовым клеммам (см. рис.6 поз. 5 и 6) аппарата кабель с электрододержателем и кабель заземления в зависимости от требуемой для данной марки электрода полярности. В большинстве случаев кабель с электрододержателем подсоединяется к плюсовой клемме, а кабель заземления (масса) к минусовой клемме.
2. Убедиться в том, что выключатель "Сеть" (рис.6 поз. 1) находится в положении "ВЫКЛ".
3. Подключить аппарат к сети.
4. Убедиться в том, что регулятор (рис.6 поз. 2) находится в положении минимального сварочного тока.
5. Включить аппарат выключателем "Сеть" (рис.6 поз.1).
6. Вставьте необходимый электрод в электрододержатель регулятора величины сварочного тока (рис.6 поз. 2) установить требуемое значение, согласно вышеприведенных таблиц. Рекомендуется всегда следовать инструкциям производителя электродов, так как в ней указаны и полярность подсоединения кабелей, и оптимальный ток сварки.
7. После окончания производства сварочных работ установить регулятор (рис.6 поз. 2) в положение минимального сварочного тока.

8. Выключить аппарат выключателем "Сеть" (рис.6 поз.1).
9. Отключить аппарат от сети.
10. Отсоединить от аппарата кабель с электрододержателем и кабель заземления.

Порядок работы состоит из следующих операций:

1. Зачистите свариваемый материал. Металл на расстоянии 10-20 мм от шва должен быть очищен от ржавчины, маслянистой пыли, воды, краски и т.п.
2. Включить аппарат выключателем "Сеть" (рис.6 поз.1).
3. Вставьте необходимый электрод в электрододержатель регулятора величины сварочного тока (рис.6 поз. 2) установить требуемое значение.
4. После зажигания дуги старайтесь сохранять расстояние между рабочей поверхностью и электродом приблизительно равное диаметру самого электрода примерно 3 – 5 мм. Необходимо соблюдать это расстояние постоянно во время сварки. Угол наклона электрода от вертикальной оси должен быть от 20° до 30°.
5. При завершении шва отведите электрод немного назад, чтобы заполнилась сварочная ванна, а затем переместите электрод на верхний край сварочной ванны и быстро отведите от кратера.
6. Удалите шлак и окалину со сварного шва при помощи металлической щетки или молотка с зубилом.
7. Проверьте визуально качество сварочного шва.
8. После окончания сварочных работ установить регулятор (рис.6 поз. 2) в положение минимального сварочного тока.
9. Выключить аппарат выключателем "Сеть" (рис.6 поз.1).

ОТЧЁТ ПО РАБОТЕ

Отчет по работе заполнить в журнале «Отчет по лабораторным работам» (выдается преподавателем перед циклом лабораторно-практических работ в электронном виде).

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОХРАНА ТРУДА НА ПОСТУ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ

- Не допускается входить в аудиторию №123 «Лаборатория сварочных технологий» без прохождения вводного инструктажа по охране труда.
- Не подходить к посту электродуговой сварки без разрешения преподавателя.
- В лаборатории запрещено самовольное перемещение студентов по постам.
- Не настраивать аппарат без разрешения преподавателя.
- Не включать аппарат без разрешения преподавателя.
- Не устанавливать деталь на стол для сварки без разрешения преподавателя.
- Не брать инструмент для выполнения подготовительных работ без разрешения преподавателя.
- Выполнять работы на посту допускается только в спецодежде (маска, перчатки, костюм сварщика).
- **Не надевайте контактные линзы; интенсивное излучение дуги может привести к их склеиванию с роговицей.**
- Студентам, наблюдающим за процессом резки, разрешено смотреть сварочную дугу только в защитной маске на расстоянии 1,5 м от зоны сварки.
- Спецодежда должна быть сухой.
- В процессе сварки металла не наклоняться низко над свариваемыми деталями.
- Прежде чем касаться руками изделий после сварки, дождитесь их полного охлаждения.
- Не касаться рукой сварочного электрода после сварки.
- Электрододержатель класть только на специальную подставку.
- Не покидать рабочее место без разрешения преподавателя.

Составитель: **Илясов Александр Петрович**

Основы технологии производства машин

Ручная электродуговая сварка

**Методические указания по выполнению
лабораторно-практической работы**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка: В.Я. Вульферт

Подписано к печати 27 декабря 2020 г. Формат 60 × 84^{1/16}
Объем 0,9 уч.-изд. л. Изд. №4. Заказ №6
Тираж 20 экз.

Отпечатано в типографии НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

ДЛЯ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

Отчет по лабораторно-практической работе «Ручная электродуговая сварка»

Цель работы:

Перечислите основные виды ручной электродуговой сварки металлов.

Изобразите схемы способов электродуговой сварки.

Перечислите достоинства и недостатки ручной электродуговой сварки металлов покрытыми электродами.

Перечислите факторы, влияющие на качество сварочного шва.

Таблица для заполнения

Материал заготовки	
Толщина материала, мм	
Диаметр электрода, мм	
Эскиз свариваемых деталей и схема подключения (указать направление сварки, расстояние от электрода до детали, угол наклона электрода относительно свариваемых деталей)	

№ Опыта	Величина тока, А	Полярность	Длина шва, мм.	Ширина шва, мм.	Качество шва

Выводы:
