



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Машины и Автоматизация Сварочного Производства»

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА В ВАКУУМЕ

Методические указания к лабораторной
работе по дисциплине

«Плазменно-дуговые процессы»

Авторы

Щекин В.А.

Грицына А.Н.

Ростов-на-Дону, 2012





Аннотация

Рассмотрены основные положения применения дуговой наплавки в вакууме. Описаны оборудование и техника наплавки. Приведено рабочее задание и ход выполнения лабораторной работы.

Авторы

к. т. н., проф. В.А. Щекин

к. т. н., доц. А.Н. Грицына





Оглавление

1. Цель работы	4
2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
3. УСТРОЙСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ В ВАКУУМЕ ПОЛЫМ КАТОДОМ	6
4. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ	8
УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ	8
5. ТЕХНИКА НАПЛАВКИ ДРПК В ВАКУУМЕ	11
6. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ	12
7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	12
8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА	12
9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	13
ЛИТЕРАТУРА	13



Плазменно-дуговые процессы

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство оборудования и технику наплавки дуговым разрядом с полым катодом в вакууме

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Процессы наплавки занимают одно из ведущих мест в современной сварочной технике. Они применяются как для восстановления изношенных деталей [1] машин, так и при изготовлении новых. Последнее обусловлено необходимостью придания рабочим поверхностям деталей и изделий определенных свойств: антифрикционных, износостойких и т.д. В связи с этим большое количество изделий в современном машиностроении изготавливается биметаллическими. Основа их состоит из недефицитных и наиболее дешевых материалов (низкоуглеродистых или углеродистых сталей), плакирующий слой наплавляется металлами или сплавами, обладающими особыми физико-химическими и механическими свойствами. Масса металла наплавки в таких изделиях составляет всего несколько процентов от их массы, а работоспособность, как правило, значительно выше, чем у аналогичных изделий из однородных материалов.

В биметаллических конструкциях, изготовленных методом наплавки, получается сварное соединение разнородных материалов. Свойства наплавленного металла и всего изделия в целом в большей мере зависят от глубины проплавления основного материала, перехода элементов основного металла в металл наплавки, образования в зоне соединения и в металле наплавки новых фаз и структурных составляющих в исходном основном и присадочном материалах.

В этой связи для изготовления высококачественных биметаллических деталей и изделий применяют такие способы наплавки, которые обеспечили бы минимальное проплавление или растворение основного металла.

В настоящее время в производстве применяют целый ряд способов наплавки, отличающихся источником нагрева и видом защитной среды. Особое место среди них занимают способы вакуумной сварочной технологии [2]. В этом случае вакуум представляет собой особую технологическую среду, которая способствует улучшению свойств наплавленного металла за счет его давления и рафинирования.

В сварочной технике процесс получения сварного соединения дуговым разрядом в вакууме выполняется как плавящимся, так и неплавящимся электродами. При этом существует несколько модификаций способа сварки неплавящимся электродом - испаряющимся или полым катодом. Полый катод представляет собой тонкостенную танталовую трубку, во внутреннюю полость которой



Плазменно-дуговые процессы

подается плазмообразующий газ - аргон.

Настоящая работа посвящена изучению оборудования и технологии наплавки деталей дуговым разрядом с полым катодом (ДРПК) в вакууме.

Применение дугового разряда с полым катодом в вакууме в качестве источника энергии позволяет изменять в широком диапазоне тепловложение как в основной, так и наплавляемый материал. Таким образом, получение биметаллических соединений с применением ДРПК в вакууме возможно в режиме сварко-пайки, так как изменение химического состава наплавленного материала в этом случае минимально. Свойства наплавленного слоя при этом выше свойств присадочного материала, что объясняется вакуумной обработкой расплава и отсутствием подплавления основного металла.

В настоящее время процесс наплавки с использованием ДРПК в вакууме применяют, например, при изготовлении элементов запорной арматуры, работающей при высокой температуре в агрессивной газовой среде, а также при наплавке режущих кромок инструмента быстрорежущими сталями.



3. УСТРОЙСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ В ВАКУУМЕ ПОЛЫМ КАТОДОМ

Оборудование для наплавки ДРПК в вакууме представляет собой комплекс устройств, выполняющих определенные функции (рис. 1). Вакуумная камера I предназначена для размещения в ней исполнительных механизмов и устройств, необходимых для выполнения процесса наплавки. Корпус камеры представляет собой сварную конструкцию коробчатой формы, позволяет компактно разместить исполнительные элементы и имеет фланцы для подсоединения вакуумной системы откачки, горелки, механизм подачи присадочной проволоки, а также токоподводы, и грибковые вводы для вакуумных ламп. Вход вакуумной камеры выполнен из толстолистовой нержавеющей стали с четырьмя быстродействующими прижимами, смотровыми окнами для наблюдения за процессом наплавки и является передней стенкой камеры.

Система откачки стенда, предназначенная для создания и поддержания остаточного давления в камере в процессе наплавки, состоит из двух последовательно соединенных насосов 7 и 8 типа ВН-4Г и НВБМ-05, соответственно, а также трубопроводов и запорной арматуры - вакуумной задвижки 9 типа ДУ-360 и вакуумного шиберы 10. Контроль за глубиной вакуума осуществляется с помощью вакуумметра 6 тип (ВИТ -1 А).

Механизм перемещения изделия 3 предназначен для фиксации заготовки 4, подачи ее в зону дугового разряда, перемещения ее в зоне наплавки с заданной скоростью, которую обеспечивает реверсивный электромеханизм 13, размещенный вне камеры. Передача движения тележки механизма осуществляется парой винт-гайка 16 через вакуумный ввод.

Механизм подачи присадочной проволоки 5 смонтирован в камере на электрически изолированном от корпуса камеры кронштейне. Вращение ведущего ролика осуществляется реверсивным электромеханизмом, расположенным вне камеры. Кассета с присадочной проволокой, механизм вращения ведущего ролика расположены внутри камеры.

Пульт управления 14 предназначен для размещения управляющих элементов, коммуникационных цепей и приборов, позволяющих выполнять технологический процесс наплавки и контроль за работой исполнительных элементов.



Плазменно-дуговые процессы

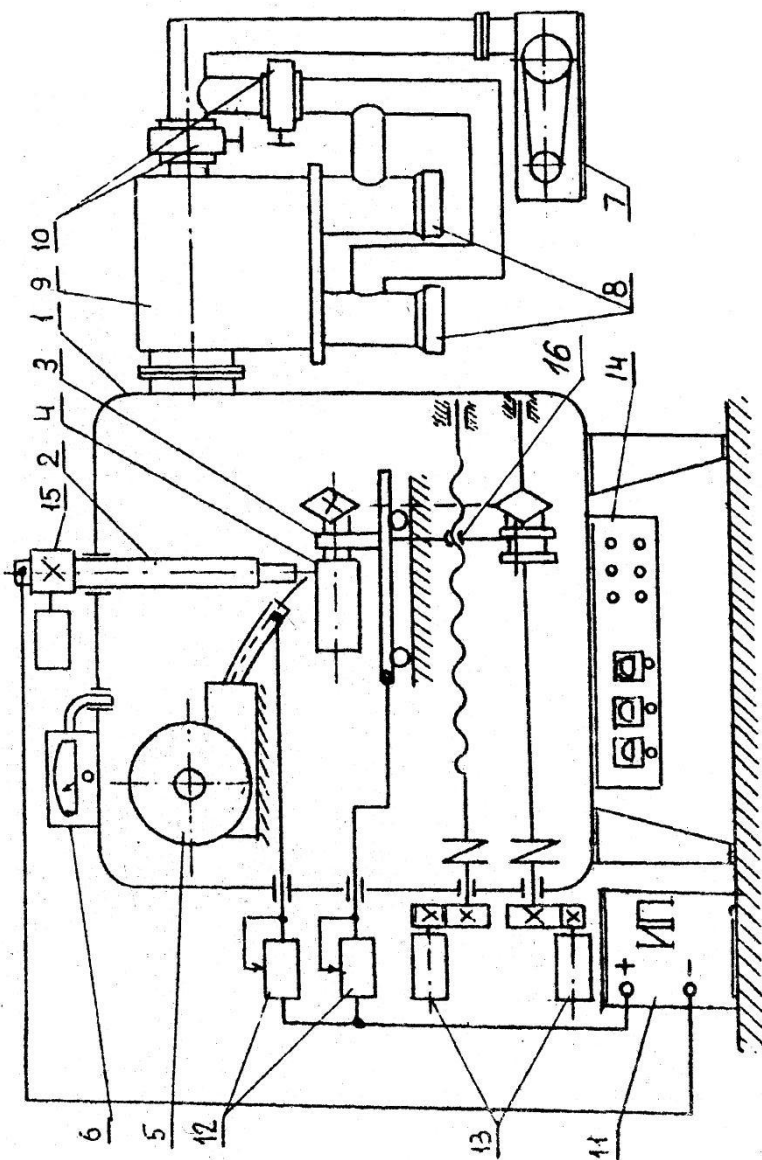


Рис.1. Функциональная схема оборудования для наплавки



Плазменно-дуговые процессы

В качестве источника питания используется сварочный выпрямитель ВДУ-504, настроенный на падающую характеристику с напряжением холостого хода 80-90 В. Настройка режимов наплавки осуществляется с помощью балластных реостатов 12. Настроечное перемещение горелки ДРПК "вверх - вниз" осуществляется с помощью электромеханизма 15. В горелке предусмотрено коммуникационное устройство для подачи ионизационного газа - аргона.

4. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ

Принципиальная электрическая схема установки представлена на рис. 2. Включением рубильника S1 обеспечивается подготовка питания всех систем установки. Затем осуществляется запуск вакуумной системы, для чего вначале запускается двигатель M1 форвакуумного насоса нажатием кнопки S3. При этом и получает питание обмотка реле K1, которая своими замыкающими контактами блокирует кнопку S3 и включает двигатель M1. В цепи двигателя имеется защита от аварийной ситуации в виде теплового реле КТ, которое в случае аварийной перегрузки отключает замыкающий контакт в цепи реле K1 и обесточивает систему питания двигателя. Дополнительная система защиты двигателя осуществляется предохранителями F4...F6, защита остальных систем установки осуществляется предохранителями F1...F13. Отключение двигателя M1 осуществляется кнопкой S2. Затем включаются нагреватели R1 бустерных насосов с помощью рубильников S8, S9. По достижении заданного вакуума $10^{-1} \dots 10^{-2}$ Па установка готова к наплавке. Процесс возбуждения ДРПК осуществляется в две стадии. В начале возбуждается вспомогательная дуга между накаливаемым элементом Rn горелки и корпусом от вспомогательного источника Uвсн. Для этого с помощью кнопки S4 поводится питание на накальный элемент горелки и подаётся разность потенциалов Uвсп между стенкой полого катода и накальным элементом. Нагрев накального элемента обеспечивает мощную термоэлектронную эмиссию с его поверхности. Под действием напряжённости электрического поля, обусловленного разностью потенциалов Uвсп., электроны, двигаясь в направлении к стенкам полого катода (плюс), возбуждают вспомогательный разряд между накальным элементом и полым катодом. Под действием энергии, выделяемой во вспомога-



Плазменно-дуговые процессы

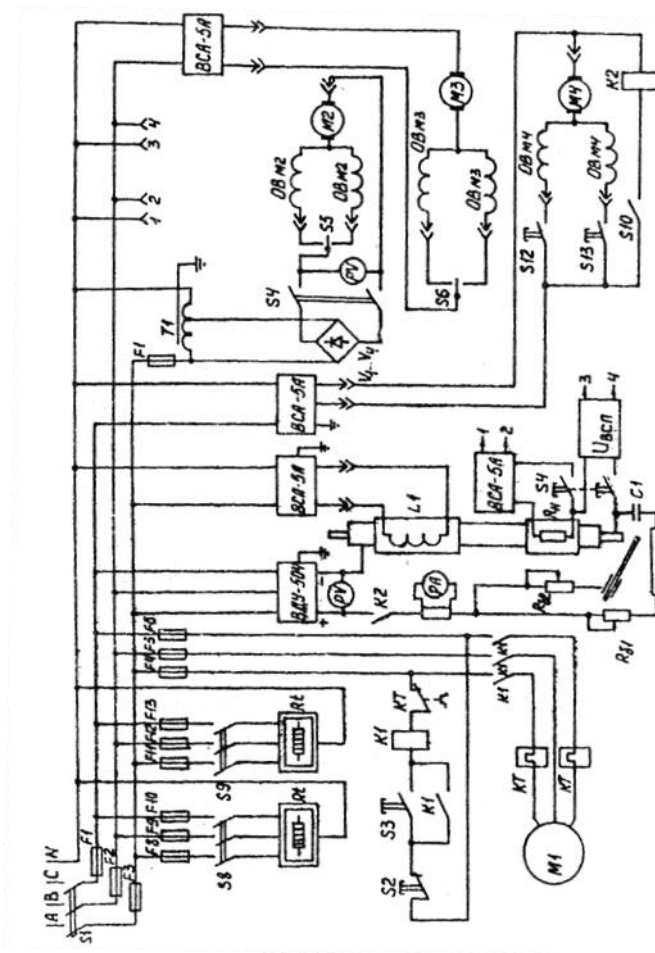
разогреваясь, также имитирует термоэлектроны, которые обеспечивают возникновение рабочего дугового разряда между полым катодом, изделием и присадочной проволокой. Положительный полюс сварочной цепи подключен к наплавляемой заготовке 3 через регулировочный балластный реостат R61 и к присадочной проволоке через балластный реостат R62. С помощью этих реостатов можно регулировать раздельно тепловложение в заготовку и в наплавляемый металл. После возбуждения основного ДРПК накальный элемент и вспомогательная дуга отключаются от питания отпусанием кнопки S4. Отключение и включение питания основного ДРПК осуществляется тумблером S10. Для включения питания контакты тумблера S10 замыкаются, получает питание обмотка силового контактора S2, который своими контактами замыкает силовую сварочную цепь.

Питание двигателя M2 перемещения стола, на котором крепится заготовка, осуществляется от трансформатора T1, выпрямителя VI. ..V4 и контактора S4. Реверсирование его выполняется переключателем S5, регулировка частоты вращения - резистором R1.



Плазменно-дуговые процессы

Включение и реверсирование двигателя подачи проволоки МЗ осуществляется трехпозиционным тумблером S6, Перемещение горелки "вниз -вверх" осуществляется кнопками S12 и S10 и



S13 соответственно.

Рис. 2. Принципиальная электрическая схема установки



5. ТЕХНИКА НАПЛАВКИ ДРПК В ВАКУУМЕ

Схема наплавки приведена на рис. 3. Техника наплавки аналогична технике сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой. Отличие заключается в том, что на присадочную проволоку 1 подается положительный потенциал от источника питания 2 вакуумной дуги 3. Таким образом, дуга горит между полым катодом 4, закрепленным в горелке 5, изделием 6 и присадочной проволокой. Величина тока в цепи изделия $I_{изд.}$ и в цепи проволоки $I_{пр.}$ регулируется раздельно балластными реостатами R_1 и R_2 соответственно, а общий ток наплавки равен сумме $I_n = I_{изд.} + I_{пр.}$. Присадочная проволока подается в зону горения дуги с заданной скоростью $V_{пр.}$, где она, расплавляясь, стекает в расплавленную ванну.

Раздельное регулирование тока позволяет перераспределять тепловложение между присадочной проволокой и изделием, добиваясь при этом минимального подплавления основного металла, осуществляя наплавку в режиме сварке - пайки.

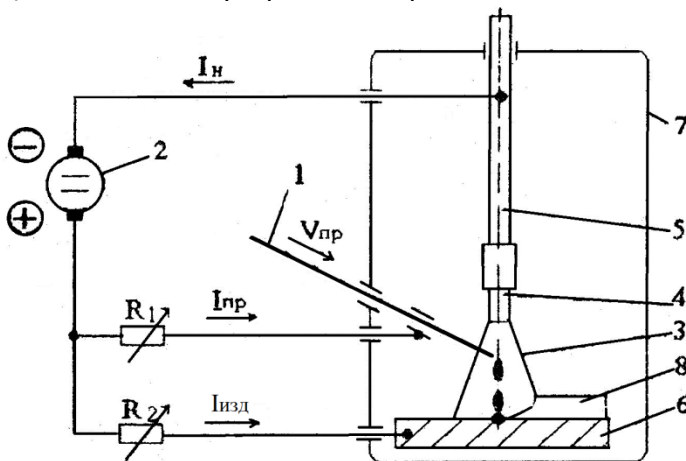


Рис. 3. Схема наплавки ДРПК в вакууме: 1-присадочная проволока;

2 - сварочный источник питания; 3 - ДРПК; 4 - полый катод; 5 - сварочная горелка; 6 - обрабатываемое изделие; 7 - вакуумная камера.

Параметры режима наплавки: разрежение в камере, Па; рас-



Плазменно-дуговые процессы

ход плазмообразующего газа, л/мин.; сила тока наплавки, А; напряжение на дуге, В; длина лугового промежутка, мм; диаметр полого катода, мм; диаметр присадочной проволоки, мм.

6. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

- 6.1. Изучить устройство оборудования для наплавки ДРПК в вакууме.
- 6.2. Начертить функциональную схему оборудования и дать краткое описание.
- 6.3. Произвести наплавку ДРПК в вакууме и зафиксировать режимы наплавки.
- 6.4. Выполнить макроисследования шлифа наплавленного образца, измерить геометрические параметры наплавленного слоя и сделать заключение

7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Объем и порядок выполнения работы определены целью работы и заданием. Под руководством преподавателя или лаборанта студенты, используя методические указания, изучают натурную установку для наплавки ДРПК в вакууме. Изучают принципиальную электрическую схему и контрольно-измерительные приборы для фиксации параметров режимов наплавки. Подготавливают газовакуумную установку к работе. Запускают механический насос ВН-4Г для получения в камере предварительного вакуума. Включают нагреватель высоковакуумного агрегата и получают высокий вакуум. Затем лаборант выполняет наплавку образца ДРПК в вакууме, а студенты регистрируют показания приборов и записывают в отчет параметры режима наплавки.

По окончании наплавки и остывания образца камеру разгерметизируют, изготавливают темплет макрошлифа и выполняют макроанализ наплавленного шва. По результатам работы оформляют отчет в соответствии с рабочим заданием.

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 8.1. Наименование и цель работы.
- 8.2. Рабочее задание.
- 8.3. Функциональная схема оборудования для наплавки ДРПК в вакууме и ее описание.
- 8.4. Параметры режима наплавки.
- 8.5. Эскиз и описание макро-шлифа наплавленного образца.



9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. Соблюдайте правила электробезопасности и вакуумной гигиены.

9.2. Перед пуском установки устранить все неплотности, убедиться в наличии

электроизоляционного коврика. Проверить заземление установки и закрепление

баллона с газом в устойчивом положении. Открыть вентиль подачи

охлаждающей воды на установку.

9.3. Для открытия вентиля баллона с плазмообразующим газом пользуйтесь специальным ключом. Перед открытием вентиля баллона выверни

до отказа нажимной винт редуктора.

9.4. Применяйте светозащитные стекла при возбуждении дугового разряда и сварке (наплавке) металлов.

9.5. При снятии замеров с электроприборов не прикасайтесь к клеммным зажимам

ЛИТЕРАТУРА

1. Ремонт машин / Под ред Тельнова Н.Ф.- М.; Агроиромиздаг. 1992.- 560 с

2. Ямпольский В.М. Исследование особенностей вакуумного дугового разряда

с полым катодом сварочного типа. - Изв. вузов. Машиностроение. 1973, №3.