

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра технического сервиса

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ  
ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА**

Учебно-методические указания к лабораторной работе

Для студентов Института механизации и технического сервиса обучающихся по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Техносферная безопасность» и «Наземные транспортно-технологические средства»

Казань, 2017

УДК 631.3.004.67 (075.8)  
ББК 40.72

Составители: Вагизов Т.Н., Шайхутдинов Р.Р., Ахметзянов Р.Р.

Рецензенты: доцент кафедры «Химии и технологии гетерогенных систем»  
КНИТУ, к.т.н. Михайлов А.С.;  
доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины»  
Казанского ГАУ, к.т.н. Марданов Р.Х.

Одобрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Технический сервис» (протокол № 5 от 12.01.2017 года), а также методической комиссией ИМ и ТС Казанского ГАУ (протокол № 5 от 16.01.2017 года).

Восстановление деталей наплавкой под слоем флюса: учебно-метод. указания / Т.Н. Вагизов, Р.Р. Шайхутдинов, Р.Р. Ахметзянов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – 16 с.

Учебно-методические указания к лабораторной работе способствуют формированию профессиональных компетенций и предназначены для студентов ИМ и ТС по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Техносферная безопасность», «Наземные транспортно-технологические средства».

УДК 631.3.004.67 (075.8)  
ББК 40.72

© Казанский государственный аграрный университет, 2017 г.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Получить и закрепить основные сведения о сущности процесса наплавки деталей под слоем флюса.
2. Изучить устройство и принцип работы оборудования, приспособлений, используемых при механизированной наплавке деталей под слоем флюса.
3. Ознакомиться с техническими требованиями к поверхностям деталей до и после наплавки присадочным материалом под слоем флюса.
4. Получить практические навыки по выполнению операций восстановления деталей наплавкой под слоем флюса.

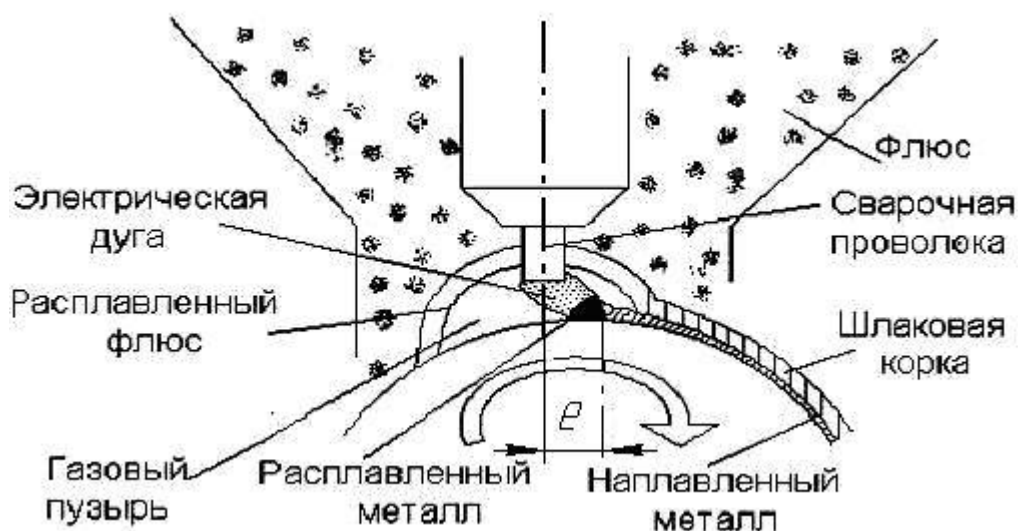
## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Способ автоматической сварки под слоем флюса разработан Институтом электросварки имени Е.О. Патона АН УССР. Этот способ нашел широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, в том числе и в ремонтном производстве.

При наплавке под слоем флюса электрическая дуга горит между торцом проволоки и изделием, к которому от источника подведен электрический ток. Наплавка под слоем флюса обеспечивает наиболее высокое качество наплавленного металла, так как сварочная дуга и ванна жидкого металла полностью защищены от вредного влияния кислорода и азота воздуха, а медленное охлаждение наплавленного металла способствует удалению из него газов и шлаковых включений. При этом способе наплавки может быть эффективно проведено легирование наплавленного металла через проволоку или через флюс (или совместно). Защита дуги флюсом повышает температуру в столбе дуги до 4700...8500 °С и предупреждает разбрызгивание расплавленного металла.

### **Достоинства механизированной наплавки под слоем флюса:**

- а) большая производительность наплавки (от 1,5 до 10 кг/ч);
- б) высокий коэффициент полезного действия дуги (0,86...0,90);
- в) высокий коэффициент наплавки (в 1,5 раза выше, чем при ручной наплавке);
- г) хорошее качество наплавленного металла (чистота, плотность, пластичность);
- д) полное сплавление наплавленного металла с основным;
- е) возможность получения слоя наплавленного металла значительной толщины (от 1,5 до 8 мм и более) на сторону;
- ж) возможность получения за счет легирования наплавленного слоя с различными физико-механическими свойствами;
- з) отсутствие излучающего действия дуги;
- и) стабильность и механизация процесса, не требующие высокой квалификации рабочего.



$e$  – смещение электрода от зенита.

Рисунок 1 - Схема наплавки цилиндрической поверхности детали под слоем флюса

### К недостаткам процесса можно отнести:

- а) высокий и быстрый прогрев основного металла детали и, как следствие, выгорание легирующих элементов и деформация детали;
- б) трудности удержания ванны расплавленного металла и флюса на поверхности деталей, особенно небольшого диаметра (менее 50...60 мм);
- в) необходимость удаления шлаковой корки;
- г) ухудшение физико-механических свойств основного металла из-за повышенного нагрева;
- д) наличие пор и трещин в наплавленном слое.

Поры и трещины в наплавленном слое нежелательны, потому что они уменьшают прочность и износостойкость деталей.

Поры в наплавленном слое возникают от ржавчины, влаги, газов воздуха и технологических факторов (состава и крупности зерен флюса, состава основного металла детали и проволоки). Во всех перечисленных случаях парообразующими газами являются в основном окись углерода, водород и азот.

Поры в присутствии ржавчины возникают в результате реакции:



Из компонентов воздуха в порах образуется азот. До 7% водорода влаги, содержащаяся во флюсе, при наплавке переходит в металл и образует поры. Высушенный при 105°C в течение 4 часов флюс содержит от 0,08...0,15% адсорбированной влаги. Прокалка флюса при температуре 900 °C в течение 5 часов удаляет все виды влаги и поры устраняются. При повышенном содержании углерода марганец и кремний способствует образованию трещин, а алюминий в количестве 0,4% активно препятствует образованию трещин. Кристаллизационные трещины появляются при температуре 1075...1350 °C.

Предупредить возникновение межкристаллитных трещин можно предварительным нагревом детали примерно до 350...400°C при вводе в наплавленный металл элементов, измельчающих зерно: титана, хрома и др.

Из технологических факторов на образование пор влияет полярность и род тока, а также скорость наплавки. При наплавке постоянным током обратной полярности (электрод-«плюс») наблюдается минимальное количество пор, при прямой полярности увеличивается длина дуги и пористость получается большой. Максимальная склонность к порам имеется при сварке переменным током. При усиленном отводе тепла рост кристаллов обгоняет рост и всплывание пузырьков газов, и в металле образуются поры. Увеличивает пористость и высокая скорость наплавки. Склонность к порообразованию растет при уменьшении величины тока и понижении температуры основного металла.

На образование пор также влияет состав флюса. Примесь фтористого кальция позволяет резко уменьшить пористость. Это связывается с понижением вязкости расплавленного флюса.

Большое влияние на порообразование оказывает гранулометрический состав флюса и его насыпная масса. Для уменьшения пористости в состав флюса вводят соединения, вступающие в реакцию с водяным паром и водородом, например  $\text{CaF}_2$ , или вводят вещества, имеющие большее сходство с водородом при высоких температурах, чем с кислородом, например  $\text{CaO}$ .

Влияние крупности зерен флюса на образование пор при наплавке может быть следующим: при мелком флюсе и недостаточном слое его над ванной флюс разбрасывается газами и в ванну проникает азот, что приводит к порам. При очень крупных частицах флюса между ними в ванну проникает азот. При наплавке изношенных деталей величина частиц (гранул) флюса желательно в пределах 0,35...3,0 мм. Уменьшают поры следующие раскислители  $\text{Ti}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Zr}$ . При содержании углерода до 1% поры не образуются.

Трещины в наплавленном слое бывают трех основных видов:

- 1) кристаллизационные (горячие);
- 2) закалочные (околошовные);
- 3) хрупкие (холодные).

В сварных швах примеси влияют на образование кристаллизационных трещин следующим образом. Трещины возникают при совместном присутствии углерода и серы (например 0,03S; 0,2C), кислород не оказывает вредного влияния, марганец препятствует образованию трещин при содержании углерода.

## **МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ НАПЛАВКЕ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА**

Физико-механические свойства наплавленного металла определяются в первую очередь выбором электродных материалов и флюсов.

В качестве электродных материалов используются в основном проволоки сплошного сечения Ø1,2...2,5 мм, порошковые проволоки, а также электродные ленты холодного проката размером 0,3...1х20...50 мм и порошковые ленты.

При восстановлении деталей машин автоматической наплавкой под слоем флюса важно получить наплавленный металл высокой твердости и износостойкости. Это особенно важно, когда ремонтные предприятия не имеют установок для термической обработки. Твердость - главный фактор, определяющий стойкость восстановленных деталей.

Получить высокую твердость наплавленного слоя можно лишь при условии его легирования. Известно много способов получения легированного наплавленного металла. Все их можно свести к четырем:

- 1) применение легированной электродной проволоки или ленты и обычного флюса;
- 2) применение порошковой проволоки или ленты и обычного флюса;
- 3) нанесение легирующих примесей на поверхность детали;
- 4) применение обычной (нелегированной) проволоки и легированного флюса.

## **ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Сварочная проволока выпускается по ГОСТу 2246-70 и подразделена на три группы:

а) малоуглеродистая - Св-0,8; Св-0,8А; Св-0,8АА; Св-0,8ГА; Св-10ГАА; Св-10Г2;

б) легированная - Св-08ГС; Св-12ГС; Св-08Г2С; Св-10ГН; Св-08МХ; Св-08ХМ; Св-18ХМА; Св-ХНМ; Св-10Г2СМА; Св-08ХГСМФА; Св-04Х2МА; Св-13Х2МФТ; Св-08Х3Г2СМ; Св-08КМНФБА; Св-08ХН2М; Св-10ХН2ГМТ; Св-08ХН2ГМТА; С<sub>в</sub>-08ХН2ГМЮ; Св-08ХН2Г2СМЮ; Св-08Н3; Св-10Х5М;

в) высоколегированная - Св-12Х11НМФ; Св-10Х11НВМФ; Св-12Х13; Св-20Х13; Св-06Х14; Св-0814ХГНТ; Св-10Х17Т; Св-13Х25Т; Св-13Х25Т; Св-01Х19Н9; Св-0816Н8М2; Св-08Х18Н8Г2Б; Св-07Х18Н9ТЮ; Св-06Х19Н9Т; Св-04Х18Н9С2; Св-04Х19Н9Ф2С2; Св-08Х19Н9Ф302; Св-07Х25Н18; Св-08Х25Н18БТЮ; Св-06Х25Н12ТЮ; Св-12Х25Н18; Св-08Х20Н9Г7Т; Св-08Х21Н10Г6; Св-30Х25Н16Г7; Св-10Х16Н25АМ3; Св-08Х16Н25М6АФ; Св-01Х23Н28М3Д3Т; Св-30Х15Н35Б3Б3Т; Св-06Х15Н60М15.

Значение букв – Г-марганец; С-кремний; Н-никель; М- молибден; Т- титан; Ю- алюминий; Х-хром; Ф- ванадий; Б- ниобий; Д- медь; В- вольфрам; Ц- цирконий.

Буква А в конце марки означает, что проволока улучшенного качества. Буква А в середине марки означает, что проволока содержит азот.

Могут быть буквы перед ГОСТом; Э – проволока предназначения для изготовления электродов; Ш – проволока готовилась из стали плавной электрошлаковым способом; О – поверхность проволоки покрыта медью.

Запись – 4Св-04Х19Н9Э ГОСТ 2246-70 означает: диаметр проволоки 4 мм, Св - сварочная, далее дается марка проволоки, буква Э перед ГОСТом означает, что проволока предназначена для изготовления электродов.

Для наплавки также может быть использована специальная наплавочная проволока по ГОСТу 10543-63, которая тоже делится на три группы:

а) углеродистая – Н-30; Н-40; Н-65; Н-80; Н-40Г; Н-50Г; Н-65Г;

б) легированная – Н-10ГЗ; Н-30ХГСА; Н-30ХЗВА; Н-30Х5; Н-30Х2Г2В; Н-40ХЗ; Г2ВФ; Н-5ХНМ; Н-5ХНТ; Н-50ХФА; Н-105Х;

в) высоколегированная - Н-2Х14; Н-2Х14; Н-3Х13; Н-4Х13; Н-45Х4В8Т; Н-60ХЗВ10Ф; Н-Х15Н60; Н-Х20Н8СТ; Н-Г13А;

Буквы в марках имеют такое же значение, как в ГОСТе 2246-70. Запись 3Н-30ХГСА (ГОСТ 10543-63) означает: диаметр проволоки - 3мм, проволока наплавочная, химический состав – углерода 0,27...0,35%, хрома – 0,8...1,1%, марганца - 0,9...1,2%, никеля 0,4%, серы 0,03%, фосфора – 0,04%, улучшенного качества.

Еще могут быть использованы порошковые проволоки ПП-Р18; ПП-Р9; ПП-Р12; ПП-12ВФ; ПП-3Х2В2 и др.

## ФЛЮСЫ

Флюсы делятся на плавленные, керамические и флюсы - смеси.

**Плавленные флюсы** получают сплавлением исходных материалов в пламенных или электрических цепях. Недостатком плавленных флюсов является их слабая раскислительная способность и невозможность введения их в состав зерен ферросплавов.

Наиболее дешевые плавленные флюсы - высококремнистые и высокомарганцевые – Ан – 348А; ОСЦ-45; АН-60, они могут быть использованы в сочетании с углеродистыми и низколегированными электродами материалами.

Низкокремнистые, безмарганцовистые плавленные флюсы АН-20, АН-28 рекомендуются для наплавки в сочетании с легированной проволокой.

Нейтральный плавленный флюс 48-ОФ-6 и другие рекомендуются для наплавки в сочетании с высоколегированными и нержавеющей электродными материалами. Химический состав флюсов дан в табл. 1.

Состав флюсов и режим наплавки определяют содержание легирующих элементов в наплавленном слое. Качество наплавленного слоя во многих случаях определяются правильным выбором типа и состава флюса.

Для получения износостойкого наплавленного слоя металл необходимо легировать такими элементами, как хром, марганец, кремний, углерод, титан, вольфрам.

Хром часто применяют для легирования стали. При этом повышается износостойкость детали, повышается предел прочности и теплоустойчивость детали.

Рекомендуется использовать для наплавки флюсы с добавками, кроме деталей типа вал-подшипник скольжения, работающих в тяжелых условиях. Хром измельчает зерно металла и тем препятствует образованию трещин.

Таблица 1 - Химический состав плавящих флюсов

Марка флюса	Строение	Химический состав, %						Остальные окислы и соединения
		$ZiO_2$	$MnO$	$CaF_2$	$Al_2O_3$	$CaO$	$MgO$	
АН-348А	Стекло	41...44	84...88	4...5,5	4,5	6,5	5...7,5	2,3...2,67
ОСЦ-45	Стекло	38...44	88...47	6...9	5	6,5	2,5	2,3
АН-60	Пемза	42,5...46,5	37...40	5...7,5	5	3...8	0,5...3,0	2
АН-10	Пемза	20...23	29,5...38,5	18...24	19...21	3...7	0,5...1,2	1,95...2,55
АН-20	Пемза или стекло	19...24	0,6	25...32	27...32	3...9	9...13	3,53...4,13
АН-28	Пемза	5...10	1,0	5...15	36...45	35...44	2	3,36...4,16
48-ОФ-6	Пемза	4	0,3	15...60	20...27	16...27	3	1,59

Углерод способствует образованию в структуре металла цементита, что ведет к возрастанию твердости, а следовательно, прочности и износостойкости наплавляемой детали.

Марганец увеличивает глубину прокаливаемости детали, что важно при последующей термообработке наплавляемой детали. Регулируя соотношение марганца и хрома в металле, что достигается применением соответствующего состава флюса, получают качественный слой без пор и трещин.

При появлении трещин в марганцовистую наплавку вводят титан, что одновременно, повышает износостойкость наплавленного слоя.

Кремний повышает жаростойкость наплавляемой детали, повышает ее износостойкость. Введение кремния в электродную проволоку предупреждает появление пор в наплавленном металле.

Хром и марганец улучшают свойства наплавляемых деталей за счет образования, так называемых, карбидных фаз образующихся от соединений этих элементов с железом.

Марганец и углерод способствует изменению геометрии элементов металла (зерно, кристаллическая решетка), что и проявляет их положительное регулируемое воздействие на наплавляемый материал детали.

**Керамические флюсы.** Для наплавки используют флюсы АНК-18; АНК-19 и ЖСН-1. Для сварки – АНК-30; АНК-3. Керамические флюсы рассчитаны на применение их в сочетании с низкоуглеродистыми, дешевыми проволоками, и представляют собой механическую смесь различных элементов.

#### **Флюсы- смеси.**

1. Смесь флюса АН-348А и флюса АНК-18.



2. Смесь флюса АН-348А и чугунной стружки.

3. Смесь флюса АН-348А, 2,5% графита и 2,0% феррохрома используют для наплавки коленчатых валов автомобильных двигателей в сочетании с наплавочной проволокой Н-80. Вместо феррохрома может быть также использован ферромарганец или сталинит.

4. Флюсы АНЛ-1 или АНЛ-2 – смеси из 93% плавленных флюсов АН-10 и АН-20 с 7% алюминиевой лигатуры (80% алюминия и 20% железа). Эти флюсы обеспечивают хорошее качество металла даже при восстановлении деталей, ранее наплавленных электродами с меловой обмазкой.

Все флюсы должны предохраняться от влаги и перед наплавкой прокаливаться при температуре 300...350 °С в течение не менее часа. В целях экономии флюсов рекомендуется использовать как добавку к ним (до 30%) дробленой шлаковой корки.

Используются добавки и для получения повышенной износостойкости наплавленного металла.

Для флюсов типа АН-348А в практике используют добавки ферромарганца (75%) и графита (1%) по массе состава.

Для флюса АН-10 добавляют порошкообразную лигатуру 6...8% от массы (85% алюминия, 15% железа).

Для получения полуметаллического флюса (терминология ГОСНИТИ) используются следующие исходные материалы: чугунная стружка и флюс АН-348А. Состав стружки чугунов перлитного состава: 2,8...3,3% углерода, 2...3% кремния, 0,5...0,8% марганца, не более 0,065% серы и 0,4% фосфора.

Флюсы АНЛ-1 и АНЛ-2 образуются смешиванием флюсов АН-348А и алюминия. Лучше вводить в состав флюса смесь из 80...85% алюминия и 15...20% железа. Во флюс такой смеси добавляют 12% от общей массы.

Против абразивного изнашивания применяют сплавы на железной, никелевой и кобальтовой основе. При работе деталей с незначительными ударными нагрузками широко применяют сплавы на основе карбидов. Для деталей абразивного изнашивания с ударными нагрузками используют легированные материалы на никелевой основе и сплавы с карбидом бора и карбидом хрома.

## **СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ**

1. Изучить правила по технике безопасности при наплавке деталей электродуговой наплавкой под слоем флюса.

2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.

3. Подобрать и рассчитать режим наплавки заданной детали.

4. Подготовить установку и деталь для наплавки.

5. Осуществить технологический процесс наплавки детали.

6. Произвести контроль качества наплавки детали.

7. Составить отчет о выполненной работе.

## **ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ**

- 1) токарный станок ТС-135М, переоборудованный для работы на пониженных оборотах;
- 2) блок выпрямителей типа ВСГ-3;
- 3) наплавочная головка типа ОКС-1252-А;
- 4) щетка металлическая;
- 5) штангенциркуль;
- 6) деталь, подлежащая ремонту.

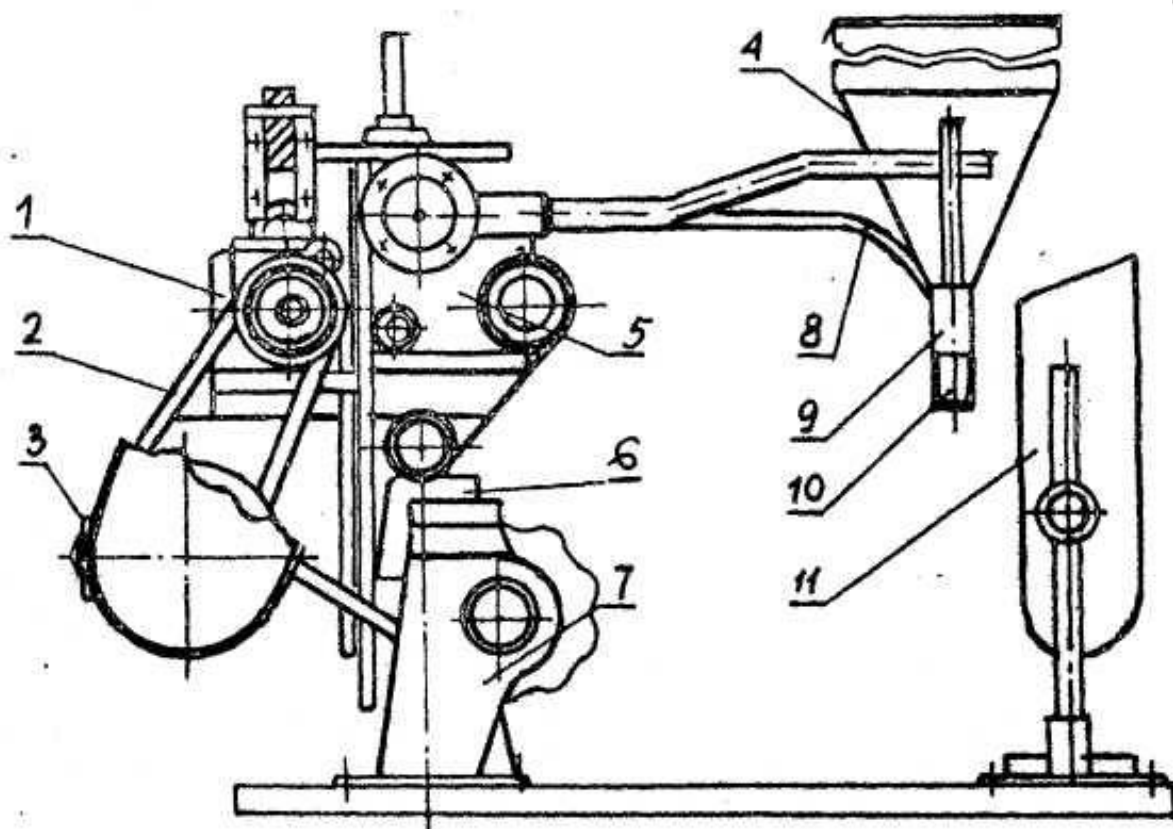
## **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАПЛАВКЕ ДЕТАЛЕЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА**

1. Станок, на котором смонтирована сварочная головка, должен быть надежно закреплен.
2. Электродвигатель привода механизма подачи проволоки должен быть надежно изолирован от головки прокладками и заземлен.
3. Запрещается прикасаться к токоведущим частям установки, находящихся под током.
4. Во время работы установки зона горения дуги должна быть полностью закрыта щитком.
5. Регулировка сварочной дуги должна производиться в специальных очках или щитке с темными стеклами.
6. Устанавливать детали, смазывать и регулировать сварочную головку разрешается только при выключенном общем рубильнике.
7. Рабочее место по наплавке деталей под слоем флюса должно быть оборудовано местным отсосом, отводящим пыль и газы непосредственно от рабочего места.
8. Рабочий должен работать в брезентовом костюме или фартуке и в головном уборе. Под ногами у рабочего должен находиться резиновый коврик.
9. При отделении шлаковой корки от детали, рабочий должен работать в очках с бесцветными или слегка затемненными стеклами.
10. У рабочего места не разрешается хранение легковоспламеняющихся и взрывчатых веществ.
11. К работе допускается рабочий, прошедший инструктаж по безопасной работе на токарных станках и при сварочных работах.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ НАПЛАВОЧНОЙ ГОЛОВКИ ОКС-1252-А

Универсальная наплавочная головка ОКС-1252-А предназначена для вибродуговой и автоматической наплавки металла под слоем флюса.

Наплавочная головка (рисунок 2) состоит из следующих деталей и узлов: электродвигателя, редуктора, механического вибратора, сменных мундштуков, механизма зажима, механизма подъема, кассеты и щитка. Падающий механизм головки служит для подачи электродной проволоки в зону горения дуги. Приводной шкив редуктора приводит во вращения сменные шестерни, перестановкой которых можно получить скорость подачи электрода в пределах от 1,6 до 4,17 м/мин. От ведомой шестерни редуктора вращение передается на ведущий валик прижимного устройства, к которому прижат ведомый ролик. Усилие прижатия регулируется прижимным устройством. Для заправки электродной проволоки в механизм подачи необходимо поднять ведомый ролик путем поворота рукоятки прижимного устройства. Механический вибратор служит для создания вибрации электрода. Вращение эксцентриковому валу, на котором находится эксцентриковая втулка, передается от шкива привода. С втулкой шарнирно соединен шатун, который при вращении эксцентрикового вала передает колебания через коромысло мундштука.



1 - деталь; 2 - бункер; 3 - мундштук; 4 - электродвигатель; 5 – катушка со сварочной проволокой.

Рисунок 2 - Основные конструктивные элементы наплавочной головки.

Мундштук служит для подвода электродной проволоки к наплавляемой детали. Наплавочная головка укомплектована набором мундштуков в количестве 6 штук, которые позволяют производить наплавку внутренних и внешних цилиндрических поверхностей вибродуговым способом и под слоем флюса. Механизм подъема наплавочная головка служит для изменения расстояния от конца мундштука до поверхности детали, смещения электрода с зенита и установки угла наклона мундштука.

При наплавке деталей под слоем флюса на головку устанавливается бункер с флюсопроводом. Совок флюсопровода во время работы не должен прикасаться к мундштуку.

Кассета служит для намотки проволочных и ленточных электродов. Щиток предназначен для защиты работающего от искр и света дуги. В зависимости от диаметра наплавляемой детали может перемещаться в вертикальной и горизонтальной плоскости.

В качестве источника постоянного тока применяется блок выпрямителей, состоящий из 4-х выпрямителей ВСГ-3А.

#### Технические данные блока выпрямителей

Тип выпрямителей.....	ВСГ-3А
Количество выпрямителей в блоке.....	4 шт.
Соединение выпрямителей.....	последовательное
Напряжение сети.....	220 В
Максимальное выпрямленное напряжение.....	24 В
Максимальный выпрямленный ток.....	до 200 А

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Обосновать принятый способ восстановления заданной детали автоматической наплавкой под слоем флюса.

При обосновании принятого способа восстановления следует исходить из твердости изношенной поверхности, величины износа, размера и формы поверхности детали.

2. Подобрать материал проволоки и марку флюса и рассчитать режим наплавки детали.

Для восстановления деталей, имеющих высокую поверхностную твердость, рекомендуется применять проволоку с большим содержанием углерода (0,7...0,8%). Этому условию условно удовлетворяет пружинная проволока. Средняя твердость слоя при наплавке такой проволоки в зависимости от толщины слоя при наплавке может достигать HRC 45...50. Наплавленный слой в этом случае обрабатывается шлифованием.

Для восстановления деталей средней твердости применяется проволока с меньшим содержанием углерода (сталь 40, сталь 45). Средняя твердость слоя при этом составляет HRC 30...35 и он может быть обработан резцом.

Сила тока при наплавке ориентировочно может быть определена в зависимости от диаметра наплавляемой детали по графику (рис.3).

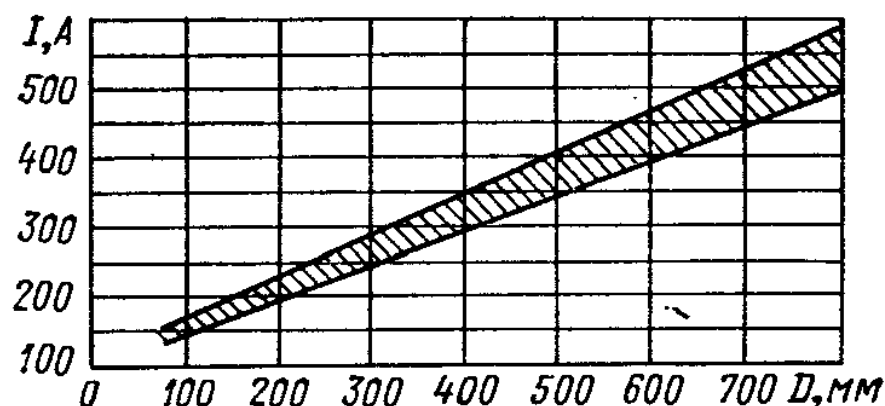


Рисунок 3 - График определения силы тока наплавки в зависимости от диаметра детали.

Диаметр электродной проволоки подбирается в зависимости от величины сварочного тока (таблица 2).

Таблица 2 - К выбору диаметра электродной проволоки.

Ток наплавки, А	90...120	120...140	160...400	180...450	220...500	320...750
Диаметр проволоки, мм	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0...5,0

И наоборот, зная диаметр электродной проволоки, можно силу сварочного тока определить по эмпирической зависимости:

$$J = 110d_y + 10d_y^2, \quad (2)$$

где  $d_y$  - диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость подачи сварочной проволоки рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{по}} = \frac{a_H \cdot J}{q_n}, \text{ м/ч} \quad (3)$$

где  $a_H$  - коэффициент наплавки;

$J$  - сила тока, А;

$q_n$  - масса одного погонного метра проволоки, г.

Коэффициент наплавки, без учета вылета электрода, может быть принят при сварке постоянным током обратной полярности в пределах 7...12 г/А.

Масса одного погонного метра проволоки  $q_n$  для проволоки диаметром 1,8 мм равна 20 г.

Скорость наплавки:

$$V_H = \frac{a_H \cdot J}{q_{\text{ш}}}, \text{ м/ч} \quad (4)$$

где  $q_{\text{ш}}$  - масса одного метра наплавленного материала шва, г;

$$q_{\text{ш}} = F \cdot \gamma, \quad (5)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения шва, мм<sup>2</sup>;

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>.

Для проволок диаметром 1,2; 1,6 и 2 мм она может быть принята равной соответственно 4...7; 6...12; 9...20 мм<sup>2</sup>.

Величина продольной подачи подбирается исходя из принятого диаметра электродной проволоки. Для диаметра электродной проволоки 1,2; 1,6; 2,0 мм величина продольной подачи соответственно должна быть равна 3...4; 4...8; 8...12 мм.

По рассчитанному значению скорости наплавки  $V_H$  определяется частота вращения детали по формуле:

$$n = 5,3 \frac{V_H}{D}, \text{ мин}^{-1}, \quad (6)$$

где  $D$  – диаметр наплавляемой детали, мм.

Рассчитанные таким путем скорости наплавки и подачи проволоки, а также продольная подача корректируется окончательно при наплавке из условия обеспечения устойчивости процесса на выбранном режиме.

Угол наклона мундштука и оси детали при наплавке деталей без буртиков может быть принят равным 90°, а при наплавке галтелей примерно 50°±10°.

Вылет электрода определяется по эмпирической зависимости:

$$h = (10...12) \cdot d_{\dot{V}}, \text{ мм} \quad (7)$$

где  $h$  - вылет электрода, мм.

Смещение электрода от зенита обычно составляет (0,05...0,07) $D$ , мм.

3. Подготовить наплавочную головку ОКС-1252А к работе:

3.1. Установить кассету, заправленную электродной проволокой в пазы стойки.

3.2. Протянуть проволоку через ролики прижимного устройства и мундштук.

3.3. Установить необходимую скорость подачи электродной проволоки с помощью сменных шестерен.

Скорость подачи электродной проволоки в зависимости от количества зубьев ведущей и ведомой шестерен приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Зависимости скорости подачи электродной проволоки от количества зубьев ведущей и ведомой шестерен

Скорость подачи проволоки, м/ч	1,6	1,35	1,56	1,92	2,5	3,25	3,6	4,17
ВЩ (Ведущая)	20	22	24	27	31	34	36	38
ВМ (Ведомая)	38	36	34	31	27	24	22	20

Для замены необходимо ослабить и снять гайки и шайбы крепления их на валу. После замены шестерен поставить на место шайбы и затянуть гайки.

3.4. Произвести установку смещения и вылета электрода и угла наклона мундштука.

Для установки вылета электрода необходимо ослабить штурвал механизма, опустить головку на необходимую высоту. По окончании регулировки завернуть штурвал. Установка угла подвода мундштука к детали достигается поворотом головки относительно ее основания.

3.5. В случае необходимости отключить механический вибратор головки. Для этого необходимо заменить ремень, охватывающий три шкива ремнем, охватывающим шкивы электродвигателя и редуктора. Кронштейн, на котором монтируются электродвигатель и редуктор, повернуть вокруг его оси вращения так, чтобы он расположился вертикально.

3.6. Заполнить бункер, предварительно просушенным при 300...350°C, с соответствующей фракцией гранул, флюсом.

3.7. Установить величину продольной подачи и частоту вращения детали в соответствии с произведенными расчетами.

4. Произвести наплавку детали:

4.1. Включить рубильник установки.

4.2. Открыть подачу флюса к детали заслонкой бункера.

4.3. Включить электродвигатель станка и источник питания.

4.4. Включить подачу проволоки и произвести наплавку детали.

Стабильность процесса наплавки контролируется по показателям амперметра (стрелка амперметра стоит на месте, или медленно колеблется в пределах 2...3 делений шкалы прибора). Большие и резкие колебания стрелки указывают на нестабильность протекания процесса.

Нестабильность процесса определяется также по шуму: вместо равномерного гула, слышны отдельные периодические всплески.

4.5. После окончания процесса наплавки следует, прежде всего, выключить подачу проволоки и быстро отвести носик мундштука от детали на 20-30 мм, перемещая суппорт станка. Затем необходимо выключить электродвигатель и источник питания и закрыть заслонку бункера.

5. Проверить качество наплавленного слоя.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О РАБОТЕ**

1. Указать тему и цель работы.

2. Раскрыть сущность технологического процесса наплавки деталей под слоем флюса, преимущества и недостатки.

3. Разновидности флюсов, их марки, состав и назначение. Привести данные в тетради.

4. Привести основные марки наплавочной проволоки, применяемой при наплавке под слоем флюса.

5. Обосновать основные параметры наплавки детали определенного диаметра и длины. Размеры детали задаются преподавателем.

## **ЛИТЕРАТУРА**

а) основная литература:

1. Дедюх Р.А. Материаловедение и технологии конструкционных материалов. Технология сварки плавлением: Учебное пособие.- М.: Изд-во Юрайт, 2016.- 169 с.

2. Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: Учебник. -7-е издание, стереотипное. -М:Изд-во Академия, 2014.- 320с.

3. Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных положениях. Практикум: Учебное пособие.- М.: Изд-во Академия, 2014.- 160с.

4. Щекин В.А. Технологические основы сварки плавлением. -М: Изд-во Феникс, 2009.- 345 с.

б) дополнительная литература:

1. Курчаткин В.В. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф.Тельнов, К. А. Ачкасов и др. - М.: Колос, 2000. - 775 с.

2. Технология ремонта машин: Учебник для вузов / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков и др.; Под редакцией Е.А. Пучина. - М.: УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.-348 с.