

УДК 621.81.004.67

К66

Автор-составитель: Коршунов А.И.

К66 Технология ремонтных работ: Практическое пособие к лабораторным работам по одноименному курсу для студентов специальности Т.03.01.01 «Технология машиностроения». Часть II. – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», 2003. – 38 с.

В практическом пособии рассмотрены современные технологические методы восстановления и упрочнения изношенных поверхностей трения деталей машин, включающих наплавку в среде углекислого газа, наплавку под слоем флюса, технологию восстановления дефектов деталей нанесением полимерных покрытий из порошковых материалов.

Для студентов специальности Т.03.01.01 УО «ГТТУ им. П.О. Сухого».

Рецензент: к.т.н., доцент Слущкий С.С.

ISBN 985-420-260-7

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», 2003

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НАНЕСЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: закрепить теоретические знания, полученные при изучении курса «Технология ремонтных работ» и приобрести практические навыки в области технологии восстановления деталей машин нанесением полимерных покрытий из порошковых материалов.

Студент должен знать: условия работы детали в процессе эксплуатации машины, характерные дефекты и методы их выявления, маршрут восстановления детали.

Студент должен уметь: проектировать технологический процесс восстановления детали нанесением полимерных покрытий.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Полимерные покрытия, нанесённые на поверхность деталей из металлов и сплавов, позволяют повысить их коррозионную стойкость, устойчивость к изнашиванию, имеют высокие электроизоляционные и декоративные свойства. Нанесение покрытий из полимеров может быть использовано при восстановлении поверхностей деталей, работающих, например, в условиях коррозионно-механического и абразивного изнашивания.

Процесс формирования полимерного покрытия в общем случае предполагает последовательное проведение следующих операций:

- подготовку поверхности детали;
- нанесение полимера на поверхность детали;
- термообработку с целью получения качественного покрытия.

1.1. Выбор материала покрытия

Перед нанесением покрытия, исходя из условий его эксплуатации, конструктивных и материаловедческих особенностей детали, имеющихся технических возможностей, необходимо сделать выбор полимера и метода его нанесения. В таблице 1 приведены данные об условиях эксплуатации и назначении основных термoplastичных и терморективных полимерных материалов.

Как правило, более высокие эксплуатационные свойства реализуются при использовании наполненных полимерных материалов. В качестве наполнителей используются оксиды металлов, кварц, графит, тальк, барит и другие. Механические свойства композиционных материалов, их адгезия к подложке в сравнении с не наполненными полимерами может быть выше в 2 – 10 раз.

Характеристики полимерных материалов

Таблица 1

Материал покрытия	Температура плавления полимера, °С	Температурный интервал эксплуатации покрытия, °С	Область применения покрытия
Полиэтилен низкого давления	125 - 130	-60 +70	Защита от коррозии; электроизоляция
Полиэтилен высокого давления	110 - 115	-60 +60	Защита от коррозии; электроизоляция
Поливинилбутираль	140 - 150	-60 +60	Декоративные, абразивостойкие
Поливинилхлорид	210 - 212	-60 +60	Защитно-декоративные
Полиамид	225	-60 +80	Антифрикционные
Пентапласт	185	-60 +120	Защита от коррозии, химстойкие, антиалгесинные, электроизоляционные
Фторопласт 3	210 - 215	-60 +230	Защита от коррозии, химстойкие, антиалгесинные, электроизоляционные
Фторопласт 4	327	-60 +180	Защита от коррозии, химстойкие, антиалгесинные, электроизоляционные
Эпоксидный компаунд	150	-60 +100	Защитно-декоративные, электроизоляционные, абразивостойкие
Порошковая эпоксидная краска П-ЭП-177	-	-60 +120	Защитно-декоративные, электроизоляционные, абразивостойкие
Порошковая эпоксидная краска П-ЭП-219	-	-60 +120	Защитно-декоративные, электроизоляционные, абразивостойкие
Порошковая эпоксидная краска П-ЭП-971	-	-60 +120	Защитно-декоративные, электроизоляционные, абразивостойкие
Порошковая полиэфирная краска П-ПЭ-1130	-	-60 +120	Защитно-декоративные

1.2. Подготовка поверхности детали перед нанесением покрытия

Правильный выбор метода и режима поверхностной обработки детали в ряде случаев является определяющим для нанесения покрытия. Полимерные покрытия следует наносить после завершения всех механических и химических операций подготовки поверхности.

Из механических методов очистки наиболее эффективна дробеструйная обработка с фракцией металлического песка 0,5 - 1,2 мм. При этом достигается оптимальная шероховатость поверхности (15 - 20 мкм) и происходит удаление различных окислов.

При нанесении покрытий на детали больших размеров для подготовки используется, как правило, пескоструйная очистка, которая характеризуется технологичностью, и при её правильном применении - высоким качеством обработки поверхности. Она может быть реализована с помощью стационарных и передвижных установок. В качестве «носителя» песка используются сжатый воздух (пескоструйная очистка) или вода (гидропескоструйная очистка). Для исключения коррозии деталей при гидропескоструйной обработке в воду добавляют ингибитор коррозии (нитрит натрия: 0,1 - 1 %, тринагрийфосфат: 0,5 - 2 %, хромпик: 0,5 % и др.). Введение ингибитора позволяет пассивировать поверхность и таким образом предотвратить её от коррозии на период до 6 суток.

После механической очистки, удаления ржавчины и окислов поверхность детали обезжиривают и, в некоторых случаях, с целью улучшения адгезии и антикоррозионных свойств деталь подвергают специальной обработке (фосфатированию, оксидированию, грунтованию).

Обезжиривание деталей проводят органическими растворителями (бензин БР-1, спирт, ацетон), щелочными растворителями, мощными средствами. Наиболее часто используются на практике составы мощных щелочных растворов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Реагент	Состав в г/л				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Тринагрийфосфат	20 - 40	10	20 - 50	-	15 - 30
Кальцинированная сода	10 - 20	20	-	112	20 - 25
Жидкое стекло	5 - 10	-	5 - 10	-	-
Едкий натрий	-	20	60 - 90	75	15 - 20
Сульфанол	-	20	-	-	-
Перманганат калия	-	-	-	7	-
Глицерин	-	-	-	7	-
Керосиновый контакт	-	2	-	-	-

* время обезжиривания 10 - 20 мин при температуре 40 - 60 °С.

Обезжиривание водными растворами можно проводить окунанием или растылением (в ваннах, струйных камерах и барабанах). После химической обработки поверхность детали тщательно промывают горячей водой.

1.3. Нанесение порошкового материала на поверхность детали

Выбор оптимальной технологии нанесения определяется исходя из необходимой толщины и требований, предъявляемых к свойствам полимерного покрытия.

При получении полимерных покрытий из порошковых полимеров наиболее широко используется метод нанесения во взвешенном слое.

1.3.1. Нанесение покрытий во взвешенном слое

Основной особенностью данного метода является перевод порошка полимера в псевдооживленное состояние. Это состояние достигается путём подачи в объём, занимаемый порошком, воздуха или инертного газа.

Деталь, на поверхности которой необходимо сформировать покрытие, предварительно нагревается до температуры выше температуры плавления полимера и вносится в псевдооживленный слой. Частицы, контактирующие с нагретой поверхностью, полностью или частично оплавляются и закрепляются на ней. Деталь с нанесённым полимерным материалом подвергается термообработке до оплавления и получения качественного покрытия.

На практике нашёл широкое применение комбинированный метод получения псевдооживленного состояния полимера, включающий обновление действие вибрации и сжатого воздуха (вибровихревой метод). Установка для вибровихревого нанесения покрытий показана на рисунке 1.

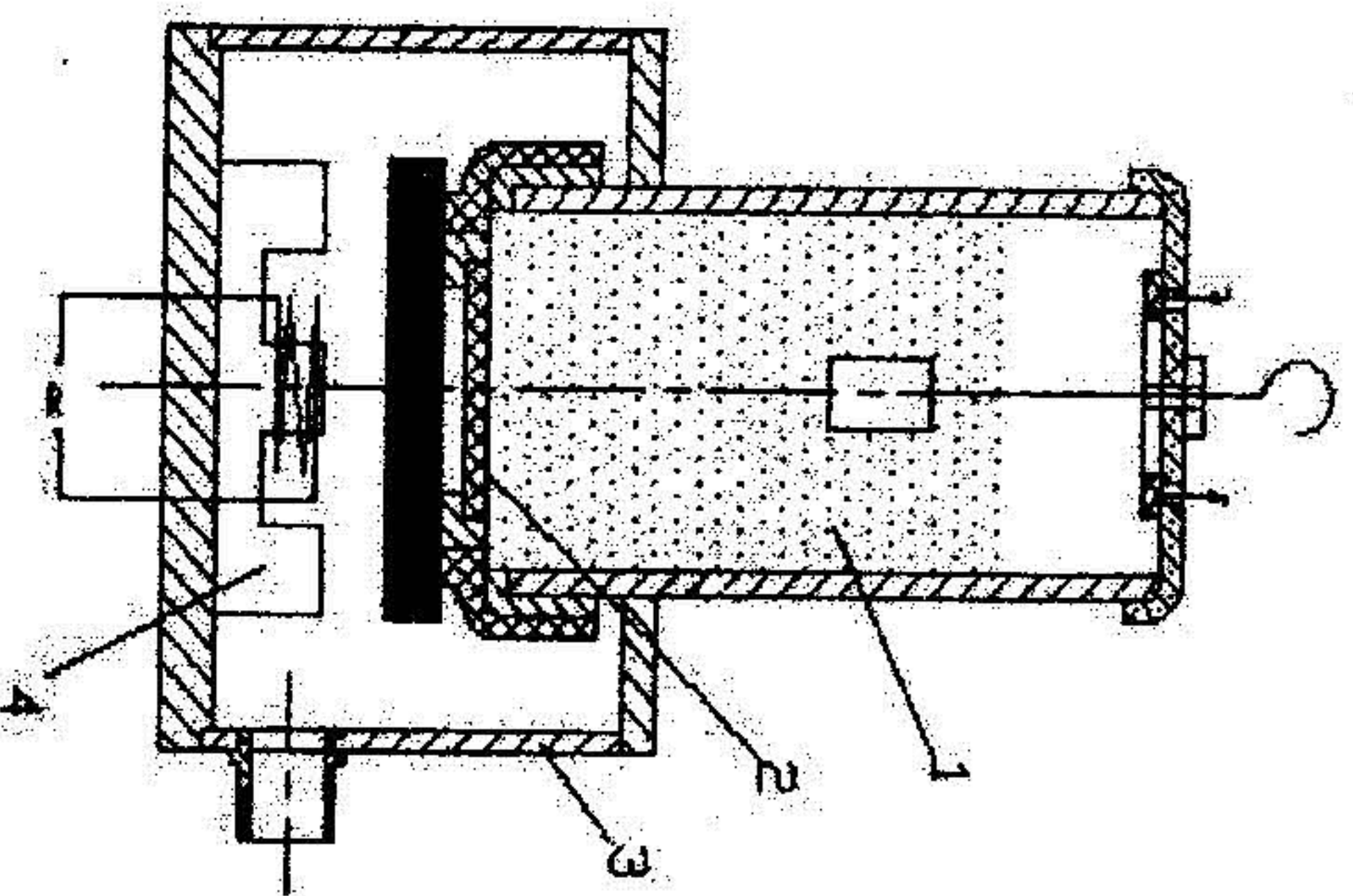


Рис. 1. Установка для вибровихревого нанесения полимерных покрытий:
1 - рабочая камера; 2 - пористое вибрирующее дно;
3 - воздушная камера; 4 - вибратор

В этом случае используются значительно меньшие амплитуды вибрации и представляется возможность эффективного регулирования степени ожигения путём изменения подачи сжатого газа. Кроме этого ряд полимеров (ПЭ, ПЭНД, ПС, Ф-42 и другие) переводятся в ожигенное состояние только вибровихревым методом.

1.4. Температурно-временные параметры формирования полимерного покрытия

Режим термообработки детали с покрытием оказывает определяющее влияние на физико-химические, механические и электрофизические свойства. Они зависят от целого ряда факторов (природы полимера и металла, конструкции детали и др.) и как правило определяются опытным путём. Примерный диапазон температурно-временных параметров процесса формирования покрытий из дисперсных полимерных материалов приведён в таблице 3.

Таблица 3

Режимы нанесения и формирования покрытий

Полимер	Нанесение		Формирование	
	Температура нагрева изделия, °С	Время напыления, с	Температура оплавления, °С	Время оплавления, мин
Полиолефины				
ПЭНД	240 - 320	5 - 20	170 - 220	5 - 20
ПЭВД	220 - 280	3 - 30	160 - 200	5 - 10
ПЭСД Полипропилен	280 - 290	10 - 30	190 - 240	10 - 20
	190 - 270	3 - 15	160 - 220	13 - 10
Полиамиды				
Полиакриламид	220 - 320	3 - 15	220 - 250	3 - 5
П-610	230 - 340	5 - 20	220 - 260	3 - 7
П-АК-93/7	240 - 270	7 - 30	240 - 260	3 - 5
П-121	220 - 290	5 - 10	220 - 250	3 - 8
Капролон В	230 - 290	3 - 5	230 - 260	3 - 8
Фторопласты				
Ф-2	270 - 330	4 - 10	250 - 290	3 - 10
Ф-3	240 - 290	10 - 30	250 - 260	60 - 180
Ф-30П	240 - 280	10 - 30	250 - 260	30 - 180
Ф-4М	320 - 420	10 - 30	310 - 360	20 - 180
Пентапласт	190 - 280	5 - 30	190 - 230	10 - 60
Поливинилбутираль	200 - 250	3 - 20	160 - 190	3 - 10
Поливинилхлорид	230 - 260	3 - 10	220 - 250	3 - 5
Полиформальдегид	210 - 250	5 - 15	217 - 237	5 - 15
Полистирол	260 - 300	3 - 10	200 - 270	2 - 3
Поликарбонат	270 - 350	5 - 20	250 - 280	3 - 5
Эпоксиды				
П-ЭП-177	140 - 190	2 - 10	170 - 190	30 - 90
П-ЭП-219	140 - 190	2 - 10	190	30
П-ЭП-965	140 - 200	3 - 15	170 - 190	60 - 120

Окончание табл. 3

Полимер	Нанесение		Формирование	
	Температура нагрева изделия, °С	Время напыления, с	Температура оплавления, °С	Время оплавления, мин
Полиэфир П-ЭП-1130	157-217	2-15	177-217	10-40
Полиакрилаты П-АК-1138	167-197	3-10	177-197	15-30
П-АК-1142	167-197	3-10	177-197	15-30

* — дисперсность частиц порошка 0,2-0,5 мкм.

1.4.1. Покрyтия на основе полиолефинов

Промышленность освоила ряд порошковых составов на основе ПЭНД, ПЭВД, полипропилена.

Покрyтия на основе полиолефинов, сформированные по оптимальным режимам, имеют достаточно высокие антикоррозионные и физико-механические свойства. Их основной недостаток — склонность к растрескиванию при эксплуатации. Он может быть устранён путём модификации материала при введении в него швляющих добавок или радиационной обработки.

1.4.2. Покрyтия из поливинилбутираля

Обладают хорошими декоративными свойствами, имеют высокую адгезию. Однако покрyтия из ПВБ группы обладают малой эластичностью и низкой теплоустойчивостью. Промышленность производит на основе ПВБ порошковую краску П-ВЛ-212.

Режим формирования покрyтия: температура оплавления 160-190 °С, время плавления 3-10 мин. Толщина покрyтия 200-380 мкм. Для получения более тонких покрyтий используют высокодисперсные порошки П-ВЛ-2129 для нанесения в электрическом поле.

1.4.3. Покрyтия из пентапласта

Пентапласт обладает комплексом высоких эксплуатационных свойств: химической стойкостью, механической прочностью. Используют, как правило, полимер, стабилизированный в результате введения в него диатена и стабилизатора С-49. Для придания декоративных свойств в полимер вводят пигменты, наполнители (оксид хрома, диоксид титана, тальк, сажу и другие). Ориентировочные режимы нанесения покрyтия из кипильного слоя: предварительный нагрев до 190-280 °С, оплавление при 190-230 °С в течение 10-60 мин; при электростатическом осаждении на холодную подложку: оплавление при 220-240 °С в течение 15-35 мин. Толщина однослойного покрyтия — 80 мкм.

Следует отметить, что покрyтия из пентапласта зависят от изменения температурно-временных режимов формирования; их адгезионная

прочность, механические свойства экстремально изменяются при увеличении температуры или продолжительности оплавления, при этом оптимальные режимы обработки зависят от природы металла, концентрации наполнителя.

1.4.4. Покрyтия из фторопластов

Покрyтия из фторопластов характеризуются относительно низкой адгезией, для повышения которой рекомендуется проводить перед нанесением покрyтия химическую активационную обработку поверхности металла или её грунтовку.

Фторопластовые покрyтия широко используются в качестве антикоррозионных, электроизоляционных, антифрикционных и антиадгезионных.

1.4.5. Полиамидные покрyтия

Промышленностью выпускаются порошковые полиамиды различных марок П-68, П-12, поликапроамид, П-АК7, П-548, П-66/6 и др. Формирование покрyтия производят при температуре оплавления 220-260 °С и времени выдержки 3-7 мин. При нанесении покрyтия вибровихревым методом изделие предварительно нагревают до 220-270 °С. С целью повышения адгезии покрyтия рекомендуется дробеструйная очистка и обезжиривание поверхности, высокоэффективно также грунтование.

Огнчительной особенностью полиамидных покрyтий является зависимость их свойств от режима охлаждения. При быстром охлаждении полимера (в холодной воде) покрyтия эластичны, имеют высокую адгезию и минимальные внутренние напряжения. При охлаждении в нагретом минеральном масле или парафине формируются износостойкие покрyтия, имеющие высокую твердость и низкий коэффициент трения.

1.5. Исправление брака

Покрyтия с мелкими дефектами (нарушения сплошности, пятнистость, расхождение в оттенках цвета) могут быть устранены путём локального нанесения порошка полимера с последующим оплавлением с помощью горелки. Данные дефекты можно также исправить используя жидкие пасты или краски, приготовленные растворением порошка в соответствующей органической жидкости.

Покрyтия, восстановление которых невозможно, удаляют путём выжигания в печи при 450-500 °С или растворением. При этом следует учитывать, что образующиеся летучие продукты термодеструкции, как правило, токсичны.

2. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Установка для нанесения покрытий вибровихревым методом.
2. Печь нагревательная.
3. Установка для механической очистки деталей.
4. Полимеры (полиэтилен, поливинилбутираль, пентапласт, полистирол).
5. Пластины из стали (Ст. 45) 100x100 мм.
6. Подвески, щипцы, пинцет.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 3.1. Очистить образец от загрязнения, при необходимости произвести пескоструйную или иглофрезерную обработку. Обезжирить поверхность.
- 3.2. Подготовить к работе установку для вибровихревого нанесения покрытий. Установить необходимую степень ожигения порошка, регулируя подачу воздуха.
- 3.3. Осуществить предварительный нагрев деталей до температуры выше $T_{пл}$ взятого материала на 30 – 35 °С, определяемой в соответствии с приведенными данными в таблице 3.
- 3.4. Поместить нагретый образец в камеру установки с ожигенным порошком.
- 3.5. Произвести оплавление порошка полимера в печи. Определить оптимальное время получения покрытия. Контроль качества покрытия осуществляется визуально.
- 3.6. Результаты работы представить в виде таблицы:

Полимер	Металл образца (детали)	Режим предварительного нагрева образца		Время нанесения порошка	Режим оплавления полимера	
		T, °С	t _{наг} , мин		T, °С	t _{опл} , мин

- 3.7. Подготовить образцы для проведения испытаний адгезионной прочности (программа работ устанавливается преподавателем).
- 3.8. Оформить маршрутную карту процесса нанесения покрытия.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные методы нанесения полимерных покрытий.
2. Какие технологические приёмы используются для получения ожигенного слоя полимерных порошков.
3. Назовите основные операции технологии нанесения полимерных покрытий.
4. Перечислите методы увеличения адгезии полимерных покрытий.

5. Приведите основные схемы измерения адгезии полимерных покрытий.
6. Какие меры безопасности следует соблюдать при осаждении полимерных покрытий?

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдберг М.М., Корюшин А.В., Кондрашов Э.К. Покрытия для полимерных материалов. – М.: Химия, 1980.
2. Яковлев А.Д., Эдор В.Ф., Каплан В.И. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе. – Л.: Химия, 1979.
3. Полякова К.К. и др. Технология и оборудование для нанесения порошковых полимерных покрытий. – М.: Машиностроение, 1972.
4. Белый В.А., Довгало В.А., Юркевич О.Р. Полимерные покрытия. – Минск: Наука и техника, 1976.
5. Металлополимерные материалы и изделия /Под ред. Белого В.А. – М.: Химия, 1979.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Цель работы: закрепить теоретические знания, полученные при изучении курса "Технология ремонтных работ", и приобрести практические навыки в области технологии восстановления деталей сваркой и наплавкой в среде углекислого газа.

Студент должен знать: условия работы детали в процессе эксплуатации машины, характерные дефекты и методы их устранения, маршрут восстановления детали.

Студент должен уметь: проектировать технологический процесс восстановления деталей сваркой и наплавкой в среде углекислого газа.

1. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ И НАПЛАВКИ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Дуговая сварка и наплавка в среде защитных газов отличается от других способов тем, что дуга горит в струе защитного газа (рис. 1).

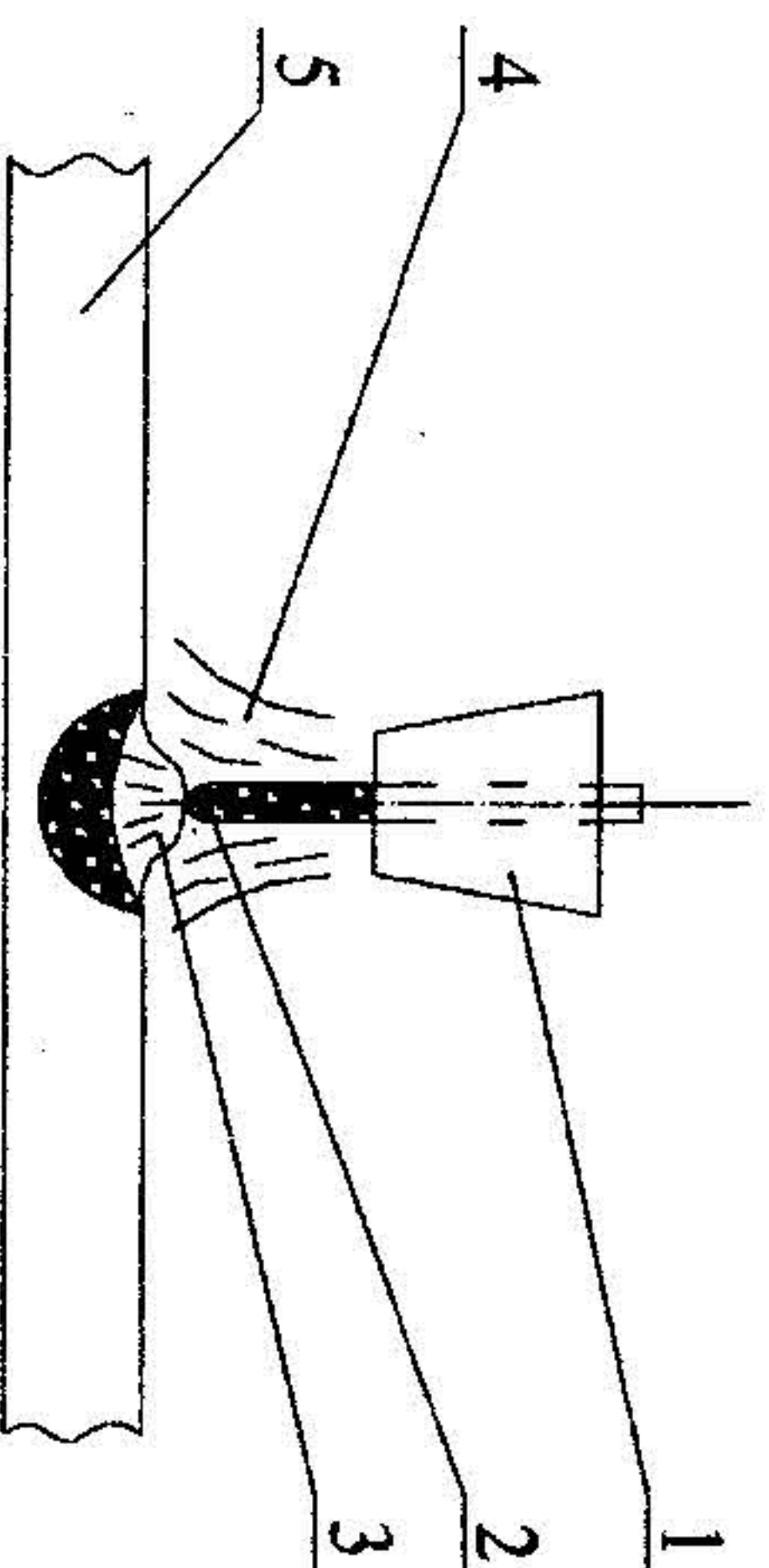


Рис. 1. Наплавка в защитных газах плавящимся электродом:
1 — газовое сопло; 2 — плавящийся электрод; 3 — дуга;
4 — защитный газ; 5 — наплавляемое изделие

Последний вытесняет воздух из зоны горения дуги и этим самым защищает расплавленный металл от кислорода и азота воздуха. В качестве защитных газов используют инертные и активные газы или их смеси.

В настоящее время разработали такие способы сварки и наплавки в защитных газах, как автоматическая, полуавтоматическая, ручная, плавающая и неплавящимся электродами, одной или несколькими дугами.

Автоматическая наплавка в защитном газе плавящимся электродом производится подачей проволоки из кассеты к месту наплавки с постоянной скоростью через токопроводящий мундштук. Защитный газ из баллона по шлангу поступает к головке автомата и далее через сопло к месту горения дуги.

Наплавка в защитном газе позволяет механизировать и автоматизировать процесс работы в любом пространственном положении наплавляемой плоскости, в том числе и в потолочном. Возможна также механизация наплавки мелких деталей. Это повышает производительность труда по сравнению с ручной наплавкой в 3-5 раз. Дуга и участок формирования наплавляемого металла доступны для наблюдения, что очень важно при наплавке деталей сложной формы, например, штампов. При наплавке в защитном газе отпадает необходимость применения различных приспособлений для удержания флюса и расплавленного шлака, необходимых при наплавке под флюсом. Качество наплавленного металла высоко.

2. ГАЗЫ И ЭЛЕКТРОДНАЯ ПРОВОЛОКА ДЛЯ НАПЛАВКИ

В качестве защитных газов используют аргон, углекислый газ, гелий, азот и др.

Углекислый газ — активный газ и применяется для наплавки деталей из углеродистых, низколегированных и некоторых легированных марок сталей. Он в 12-14 раз дешевле аргона, не является дефицитным и дает хорошие результаты при наплавке. Малые размеры ванны и охлаждающие действия струи углекислого газа позволяют производить наплавку в различных пространственных положениях с хорошим формированием наплавляемых валков. Зона термического влияния в 3-4 раза меньше, чем при наплавке ацетилено-кислородным пламенем. Высокий удельный вес и плотность углекислого газа (в 1,5 раза тяжелее воздуха) улучшают защиту расплавленного металла от азота воздуха; повышает также устойчивость струи газа против сдувания ее потоком воздуха.

Для наплавки используют углекислый газ, получаемый из углекислоты, она представляет собой бесцветную жидкость, которая при температуре ниже $+11^{\circ}\text{C}$ становится тяжелее воды, а выше — легче. Жидкая углекислота перевозится и хранится в стальных баллонах. При испарении 1 кг жидкой углекислоты при температуре 0°C и давлении 760 мм рт. ст. образуется 509 л газа. В это время поглощается тепло и температура углекислого газа значительно понижается, что может вызвать замерзание редуктора. Поэтому углекислый газ перед поступлением в редуктор подогревают.

Для сварки и наплавки в среде углекислого газа применяется углеродистая и легированная проволока $\varnothing 0,5 - 2,5$ мм и порошковая $\varnothing 2,5 - 3$ мм. Проволоку $\varnothing 0,8 - 1,6$ мм применяют при незначительном износе деталей и

для наплавки цилиндрических деталей малых диаметров при любом износе. Наибольшая толщина наплавляемого однопроходного слоя 1 — 2,5 мм.

На поверхности проволоки не должна быть ржавчина и различные загрязнения, которые приводят к образованию пор при наплавке и снижают устойчивость дуги. Очищают поверхность проволоки механическим способом, пропускавая ее через очиститель. Разработан и внедрен химический способ очистки проволоки от ржавчины, жировых и других загрязнений. Бухта проволоки травится в водном растворе соляной кислоты, затем промывается холодной водой и подвергается пассивированию в водном растворе. Этот способ дешевле механического, не требует сложного оборудования, менее трудоемок, улучшает устойчивость дуги и проволока долго сохраняется чистой.

Химический состав электродной проволоки должен быть таким, чтобы можно было раскислить ванну расплавленного металла, легировать его и получить плотный наплавляемый металл. При чрезмерной влажности углекислого газа и повышенном содержании азота в нем, нарушении защиты зоны сварки, недостаточном содержании раскислителей в наплавляемом металле образуется большое количество газов, которые не могут полностью выйти из ванны металла. В результате этого в наплавляемом металле возникают поры. Для предупреждения возникновения пор при наплавке углеродистых и низкоуглеродистых сталей в наплавляемый металл вводятся около 0,8 % кремния и 1 % марганца. В наплавляемом металле появляются поры при попадании в зону дуги водорода.

Источниками водорода являются влага в углекислом газе и шихте порошковой проволоки, ржавчина на поверхности проволоки и наплавляемой детали. Чтобы этого не случилось, в проволоку следует ввести около 0,5 % кремнефтористого натрия, который соединяясь с водородом, выводит его в шлак.

В настоящее время для наплавки в углекислом газе применяются проволока марок Св-12ГС, Св-08ГС, Св-08ГС2, Х13, Х17, Св-06Х19НТ, Св-18ХМА, Св-08Х 20Н91ТТ и др.

Относительная износостойкость основного и наплавляемого металла приведена в таблице 1.

Таблица 1

Исследуемый металл	Средняя износостойкость металла в %		
	После наплавки без термообработки	После нормализации	После закалки и отпуска
Сталь 45	100	82,5	158
Металл, наплавляемый проволокой Св-08Г2С	91	71	149
Металл, наплавляемый проволокой Св-12ГС	99	76	167

Предел прочности металла, наплавляемого проволокой Св-08Г2С и Св-12ГС, составляет 58 кг/мм².

Для наплавки высоколегированных сталей в углекислом газе применяется порошковая проволока, химический состав которой приведен в таблице 2.

Таблица 2

	Химический состав порошковой проволоки						
	Содержание элементов в проволоке, в %						
	углерод	кремний	марганец	хром	вольфрам	ванадий	титан
ПП-Р18Т	1,1	≤0,4	≤0,4	4,3	19	1,5	1,5
ПП-Р9Г	1,1	0,5	≤0,4	4,5	10	2,5	1,5
ПП-4Х2В8Т	0,5	≤0,3	1	3	10	0,35	1,45
ПП-УЧ5Х25Т6Г	5,3	0,9	7	25	-	-	1,3
ПП-Х12ВФГ	2,5	0,6	≤0,4	15	1,3	1	1,4

Наличие в порошковой проволоке от 1 до 2 % титана значительно уменьшает угар хрома, вольфрама, ванадия и разбрызгивание жидкого металла. Наплавляемый металл получается мелкозернистого строения, плотным, без пор и трещин. При наплавке на нормальном режиме наплавляемый металл близок к сталям Р18, Р9, 3Х2В8, Х12ВФ и дополнительно содержит 0,2-0,4 % титана.

3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАПЛАВКИ

В настоящее время промышленность не выпускает специальных установок для полуавтоматической и автоматической наплавки в среде углекислого газа. Для этой цели на ремонтных предприятиях используются полуавтоматы марок А547, ПЭГШ-1, ПДША-500 и др.

Полуавтоматические аппараты для наплавки деталей машин и оборудования (полуавтоматы) сочетают в себе преимущества автоматических устройств (стабильность параметров и их соотношения) с маневренностью и универсальностью электродержателя для ручной наплавки. Полуавтоматы состоят из следующих основных узлов: держателя (горелки) с гибким направляющим каналом, подающего механизма, катушки с наплавочной проволокой, источника питания (рис. 2).

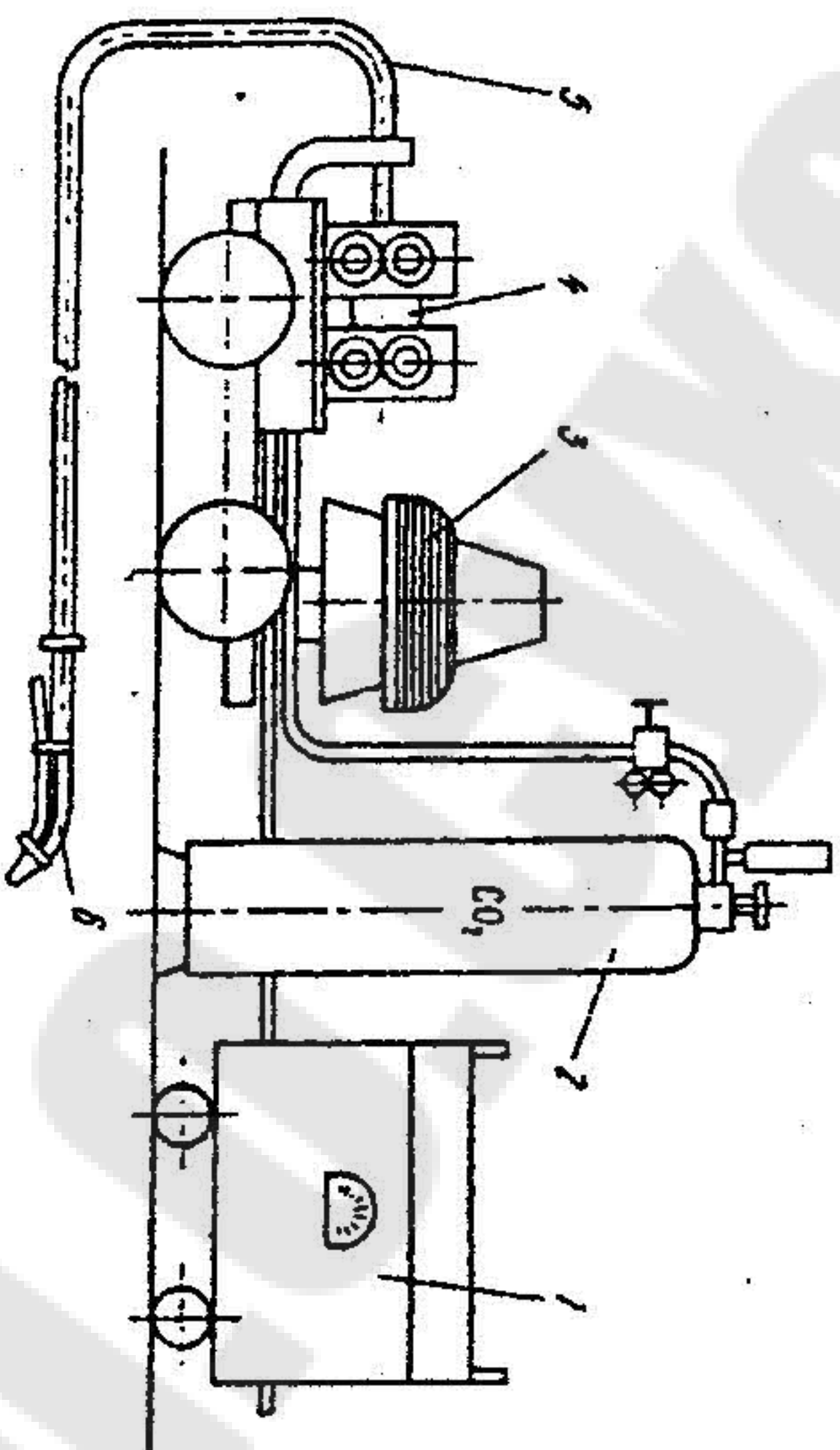


Рис. 2. Схема полуавтоматического аппарата для наплавки деталей в среде углекислого газа: 1 - источник питания; 2 - баллон с защитным газом; 3 - бухта проволоки; 4 - подающий механизм; 5 - гибкий шланг; 6 - горелка

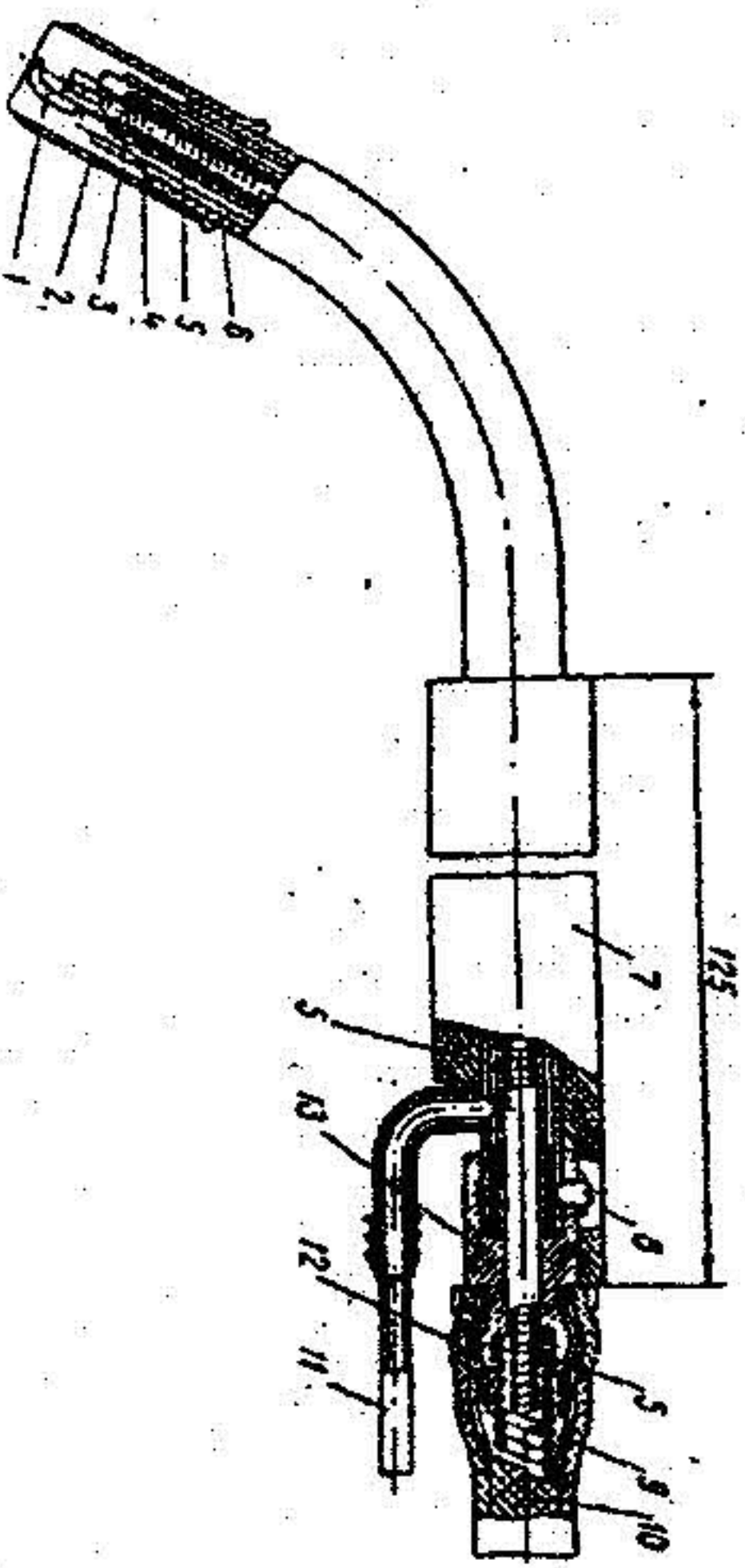


Рис. 3. Горелка полуавтомата А-547-р облегченного типа:
1 - наконечник; 2 - сопло; 3 - отверстие для выхода газа;
4 - корпус головки; 5 - внутренняя спираль; 6 - резиновая изоляция;
7 - ручка держателя; 8 - стопорный винт; 9 - спираль шланга;
10 - медная токоподводящая оплетка; 11 - газоподводящая трубка;
12 - резиновая обложка шланга; 13 - наконечник шланга

Подача электрической проволоки высокой жесткости осуществляется толкающим механизмом, расположенным перед направляющим каналом (шлангом). Если наплавку осуществляют проволокой малой жесткости, то ее перемещение обеспечивается тянущим механизмом, расположенным на держателе.

Наиболее широко распространены полуавтоматы для наплавки в защитном газе или самозащитной проволокой. При наплавке в защитном газе установки комплектуются баллонами для газа, редукторами, осушителями, газовыми клапанами и рукавами для подачи газа. Преимуществами

полуавтоматов для наплавки в среде защитного газа или самозащитной проволокой являются возможность визуального контроля за формированием валика наплавки деталей со сложной конфигурацией, а также относительно небольшая масса и габариты горелки.

Полуавтоматы можно разделить на аппараты для наплавки проволокой малого ($0,5 - 1,4$ мм) и большого ($> 1,6$ мм) диаметров. Большинство полуавтоматов имеют скорость подачи проволоки 60-900 м/ч.

Полуавтомат типа А1197П позволяет наплавлять открытой дугой в среде защитного газа. Характеристики некоторых полуавтоматов приведены в таблице 3. В качестве защитной атмосферы применяют углекислый газ.

Таблица 3

Техническая характеристика полуавтоматических аппаратов для наплавки

Тип аппарата	Сварочный ток, А	Диаметр электрической проволоки, мм	Скорость проволоки, м/ч	Источник питания	Масса механизма подачи, кг
ПДГ-305	315	0,8-1,4	120-1200	ВДГ-302	13
ПДГ-307	315	0,8-1,4	160-960	-	13
ПДГ-503	500	1,2-2	120-1200	ВДУ-504-1	22
ПДГ-502	500	-	-	-	13
ПДГ-508	500	1,6-2	105-738	ПСТ-500	26
А-1230С	315	0,8-1,2	140-670	ВДГ-3301	11
ПДГ-601	630	1,2-2,5	120-1200	ВДГ-601	27,5
А-1503П	630	1,6-3	90-920	ПСТ-500	25,5
А-547У	300	0,8-1,2	100-340	ВС-300	6
А-825М	250	1-1,2	120-620	ВСЖ-30	19,5

В настоящее время применяются различные типы горелок и при их выборе необходимо руководствоваться силой тока наплавки, удобством выполнения наплавочных работ.

Газ, выходящий из сопла горелки, должен быть равномерно распределенным и оказывать одинаковое давление на металл ванны.

Источники питания дуги. Положительными чертами ручной наплавки являются ее универсальность, работа в условиях ремонта без разборки аппарата, относительная простота настройки оборудования. При наплавке на переменном токе в качестве источника питания дуги используют сварочные трансформаторы, при наплавке на постоянном токе - электромеханические преобразователи и полупроводниковые выпрямители. При ручной наплавке источники постоянного тока обеспечивают высокую стабильность процесса и хорошее качество наплавки. Все перечисленные виды источников тока используют также при автоматической и полуавтоматической наплавке.

Трансформаторы, применяемые для наплавки, имеют характеристики, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4

Основные характеристики сварочных трансформаторов

Тип	ТСД-500-1	ТДФ-1001	ТД-300	ТСМ-250
Номинальный сварочный ток	500	1000	300	250
Тип	ТСД-1000-4	ТСД-ТДФ-1001	ТД-500	ТСМ-500
Номинальный сварочный ток	1000	1600	500	500

Как правило, это одно- или трехфазные трансформаторы с водяным или воздушным охлаждением и ступенчатым регулированием режимов.

Рассмотрим кратко характеристики некоторых полуавтоматов.

Полуавтомат А-547 предназначен для сварки проволокой Ø 0,8-1,2 мм на токе до 200 А. Он состоит из головки (держателя) без водяного охлаждения, подающего механизма, аппаратного ящика и газовой аппаратуры. Для подачи проволоки используется электродвигатель постоянного тока. Скорость подачи не зависит от напряжения дуги. Ее можно изменить от 120 до 410 м/ч путем изменения числа оборотов электродвигателя.

Полуавтомат А-547-р предназначен для сварки проволокой Ø 0,8-1 мм на токе до 200 А. Он состоит из головки, подающего механизма, пульты управления, газовой аппаратуры и источника сварочного тока.

4. РЕЖИМЫ И ТЕХНОЛОГИЯ НАПЛАВКИ

При наплавке в углекислом газе род и полярность тока, плотность тока, величина напряжения дуги, диаметр электродной проволоки и ее вылет, скорость наплавки и подача проволоки являются важнейшим элементом технологии наплавки. Наплавка производится на постоянном токе обратной полярности. Сила тока наплавки связана с его плотностью, диаметром и маркой электродной проволоки, глубиной проплавления основного металла, скоростью подачи проволоки, длиной дуги и напряжением дуги, ее устойчивостью и производительностью.

При наплавочных работах нет необходимости получать проплавление основного металла. Поэтому основными факторами являются устойчивость горения дуги, производительность и качество наплавочных работ. Для устойчивости процесса наплавки рекомендуется силу тока принимать по следующим данным:

Таблица 5

Рекомендуемая сила тока для электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки, мм	0,5	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5
Сила тока наплавки, А	30-100	60-150	80-180	90-220	120-350	200-500	250-600

Изменение силы тока и скорости подачи проволоки влияет на величину напряжения дуги, которая является важным фактором наплавки. Повышение напряжения приводит к увеличению ширины валика наплаваемого металла, росту потерь на разбрызгивание. Угар и окисление ухудшаются качество наплавки. Поэтому рекомендуется поддерживать определенное напряжение дуги.

Наплавлять изделия необходимо в режимах приведенных в таблице 6.

Таблица 6

Рекомендуемые режимы наплавки цилиндрических изделий

Диаметр изделия	10	15	20	25	30	30	40	40
Толщина наплавленного слоя, мм	0,8	0,8	0,8-1	0,8-1	1	1	1	1-1,2
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	0,8	1
Сила тока наплавки, А	75	80	85	90	85	95	90	100
Напряжение дуги, В	17	17	17-18	18	18	18	18	18-19
Скорость подачи проволоки, м/ч	175	190	200	235	200	150	200-235	150-175
Смещение проволоки с зенита, мм	2	3	3-5	3-5	5	5-8	8	8-10
Скорость наплавки, м/ч	20-25	20-25	20-25	20-25	20-25	20-25	20-25	20-30
Вылет проволоки, мм	8	8	8	8	8	10	8	10
Шаг наплавки, мм	2,5	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5

Для наплавки деталей из стального литья марок 25Л, 30Л, 35Л и др. используется проволока Св-12ГС, Св-08ГС или Св-08Г2С Ø 1,6-2 мм. Сила тока наплавки 250-320 А, напряжение дуги 24-26 В.

Очень часто при восстановлении деталей наплавкой требуется наплавленный металл высокой твердости и износостойкости, для этого рекомендуется применять порошковую проволоку марок ПП-У45Х25ГТ или других марок Ø 2,5-3 мм. Наплавка производится током 250-280 А; напряжение дуги 25-28 В.

Наплавкой в среде углекислого газа восстанавливаются плоские и цилиндрические поверхности, а также отверстия. Наплавляемые валики пере-

крывают друг друга на 1/3 своей ширины, что дает более ровную поверхность наплавленного металла. Наплавку сталеи с повышенным содержанием углерода или легирующих примесей необходимо производить с предварительным подогревом наплаиваемой детали и с более высоким подогревом углекислого газа. В противном случае возможна закалка металла в зоне термического влияния, что приводит к возникновению микротрещин и ухудшает обрабатываемость металла режущим инструментом. При многослойной наплавке изделий малых размеров возможен чрезмерный нагрев металла изделия (свыше 500-600 °С) и ухудшение процесса горения дуги и формирования наплавленного металла, а также увеличение разбрызгивания. В этом случае рекомендуется уменьшить диаметр электродной проволоки и величину тока наплавки и увеличить подачу углекислого газа.

Автоматическая наплавка в среде углекислого газа в 3-4 раза повышает производительность работ, на 30-40 %, снижает себестоимость восстановления деталей по сравнению с ручной дуговой наплавкой.

5. ОСОБЕННОСТИ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ

5.1. Наплавка деталей низколегированными материалами

Низколегированные наплавочные материалы применяются при восстановлении размеров и форм деталей, а также для создания подслоя с следующим нанесением износостойкого сплава. Структура наплавленного металла — смесь зерен доэвтектидного феррита, перлита и сорбита. Наплавочные материалы этого типа содержат в небольших количествах углерод, хром, молибден, ванадий и др. легирующие элементы (Св-08, Св-10ГН, Э-10Т2, Э09Х1МФ, ПП-Н120 и др.)

5.2. Наплавка деталей хромистыми и хромокремнистымарганцевыми материалами

Хромистые стали, содержащие 10,5-15 % Сг, обладают высокой коррозионной стойкостью и в зависимости от содержания углерода (0,8-1,8 %) — широким диапазоном значений твердости и износостойкости. Покрытия из этой стали получают путем наплавки сварочной проволоки Св-12Х13, наплавочной проволоки Нг-30Х13, электродов Э-100Х12Н, порошковой проволоки ПП-А103. Структура наплавленного металла зависит от содержания хрома и углерода.

Наплавка хромистых сталеи с малым (до 0,3 %) содержанием углерода не представляет технологических трудностей.

При наплавке хромистыми материалами в результате диффузии водорода могут образовываться трещины замедленного разрушения. Для их предотвращения наплаиваемые детали рекомендуется подвергать предварительному до 100-125 °С и сопутствующему до 300 °С нагреву.

6. ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

1. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
2. Установка для наплавки в среде CO_2 .
3. Выпрямитель ВС-600.
4. Шиток сварщика ГОСТ 14658-79.
5. Щетка металлическая ГОСТ 19630-74.
6. Ручная шлифмашинка ГОСТ 12633.
7. Молоток слесарный 7850-0035 ГОСТ 2310-90.
8. Очки защитные с простыми стеклами.
9. Присадочная проволока ГОСТ 2246-70.
10. Баллон с углекислым газом ТУ 6-21-32-78.
11. Резиновый коврик.
12. Огнетушитель ОП-10.
13. Детали, подлежащие восстановлению.

7. ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Изучить технологию и оборудование установки для наплавки в среде CO_2 .
2. Разработать технологический процесс восстановления деталей наплавкой в среде CO_2 .
3. Приобрести практические навыки по восстановлению деталей наплавкой в среде CO_2 .
4. Оформить технологический процесс восстановления детали.

8. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить требования по технике безопасности.
2. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
3. Подготовить детали к восстановлению.
4. Определить режимы наплавки в среде CO_2 .
5. Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.
6. Произвести восстановление детали наплавкой в среде CO_2 .
7. Снять деталь и убрать рабочее место.
8. Произвести визуальный контроль восстановленной детали.
9. Оформить отчет и сдать преподавателю.

9. ОТЧЕТНОСТЬ О РАБОТЕ

Отчет о лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

Отчет должен содержать:
- титульный лист;
- основную часть.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

Цель работы: закрепить теоретические знания, полученные при изучении курса "Технология ремонтных работ", и приобрести практические навыки в области технологии восстановления изношенных деталей наплавкой под слоем флюса.

Студент должен знать: условия работы детали в процессе эксплуатации машины, характерные дефекты и методы их выявления, технологический маршрут восстановления деталей наплавкой под слоем флюса.

1. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ И НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

Сущность способа восстановления деталей наплавкой под флюсом заключается в том, что дуга горит под слоем сварочного флюса (рис. 1). Флюс надежно защищает расплавленный металл от воздействия кислорода и азота воздуха, замедляет охлаждение металла, шва и околошовной зоны и увеличивает время его пребывания в жидком состоянии, что способствует очистке сварочной ванны от неметаллических включений и газов, соответственно количества примесей, шлаковых включений и микропор в наплавленном металле.

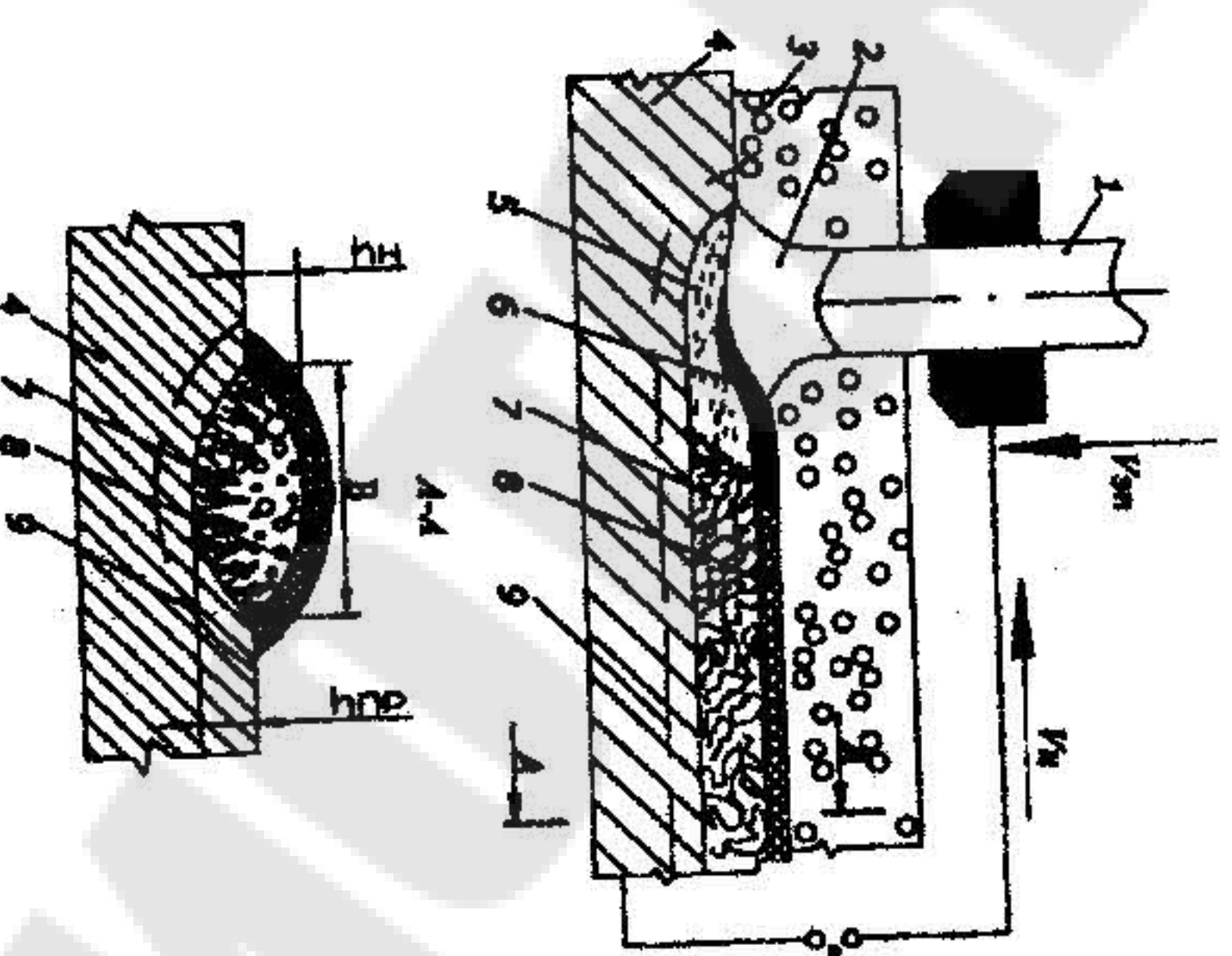


Рис. 1. Схема наплавки под слоем флюса:

- 2 – электрическая дуга; 3 – флюс; 4 – основной металл;
- 5 – сварочная ванна жидкого металла; 6 – жидкий шлак;
- 7 – закристаллизовавшийся металл (наплавленный слой, валик);
- 8 – затвердевший шлак; 9 – граница зоны термического влияния

Основная часть должны содержать:

- цель работы;
- анализ конструкции, условий работы и дефектов детали;
- технологический процесс восстановления детали;
- выводы.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов детали должен быть оформлен по форме:

- наименование детали _____
- материал _____
- масса _____
- твердость _____
- условия работы _____
- дефекты _____
- эскиз детали с указанием габаритных размеров и местонахождение дефектов.

Технологический процесс восстановления должен быть оформлен в соответствии с МУК № _____

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изложите сущность процесса сварки в среде CO_2 .
2. Какова область применения, преимущества и недостатки восстановления деталей наплавкой в среде CO_2 ?
3. Почему при восстановлении деталей из низкоуглеродистых и низколегированных сталей в среде CO_2 применяют электродную проволоку с повышенным содержанием Mn и Si?
4. Каково назначение подогревателя и осушителя в установке для восстановления деталей в среде CO_2 ?
5. Назовите марки проволок, применяемых при восстановлении деталей в среде CO_2 .
6. Какие дефекты поверхности могут возникнуть при восстановлении деталей в среде CO_2 и какие меры необходимо предпринимать для их устранения?
7. Как повысить качество восстановления?

ЛИТЕРАТУРА

1. Воловик В.Д. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
2. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
3. Черноиванов В.И., Андреев В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин. – М.: Колос, 1983. – 276 с.
4. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
5. Ремонт машин /Под ред. Н.Ф. Тельнова – М.: Агропромиздат, 1992. – 560 с.

2. ФЛЮСОСЫ И ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАПЛАВКИ

При механизированной наплавке используются плавильные и неплавильные (керамические) флюсы, а также флюсы-смеси (таблица 1).

Плавильные флюсы представляют собой сравнительно сложные силикатные по своим свойствам близкие к стеклу. Их получают путем сплавления компонентов шихты в электрических или пламенных печах с последующим их измельчением до определенной грануляции. Они содержат стабилизирующие, шлако- и газообразующие элементы, раскислители — кремний и марганец. В ремонтном производстве наиболее применение получили плавильные флюсы АН-348А, ОСЦ-45 и АН-60, содержащие в своем составе 35...44 % закиси марганца. Эти флюсы позволяют получить наибольшую устойчивость дуги, меньше выделяют вредных примесей, в сочетании с углеродистыми и низколегированными проволоками дают высокое качество наплавки.

Керамические флюсы получают из смеси порошкообразных материалов, скрепленных в основном жидким стеклом. Они позволяют легировать наплавляемый металл любыми элементами. Однако химическая неоднородность при этом увеличивается до 10-15 % за счет большой разницы по концентрации углерода и карбидообразующих элементов между наплавляемым и основным металлами. В их состав в качестве легирующих компонентов входят феррохром, ферромарганец, ферросилиций, ферротитан, а для образования шлаков — мрамор, известняк, плавиковый шпат, кварц, двуокись титана. При этом отдельные легирующие элементы выполняют роль легирующих и раскисляющих элементов. При применении керамических флюсов наплавку ведут низкоуглеродистыми проволоками и получают наплавляемый слой с необходимыми свойствами без термической обработки. Основным недостатком этих флюсов является высокая гигроскопичность и малая прочность зерен. Наибольшее применение для наплавки деталей получили флюсы АНК-30, АНК-18, АНК-19 и ЖСН-1. Флюсы-смеси приготавливают преимущественно из плавильных и керамических флюсов. Чтобы уменьшить возможность разделения составляющих смеси, необходимо, чтобы объемная масса, форма и размер частиц смешиваемых флюсов были как можно ближе. Лучшие результаты достигаются при использовании для смесей пемзовидных флюсов. В зависимости от того, какие свойства необходимо получить в наплавляемом слое металла, применяют смеси флюсов АН-348А и АНК-18 в различных соотношениях.

Таблица 1

Химический состав некоторых марок плавильных флюсов

Марка флюса	Массовая доля компонентов, %							Fe ₂ O ₃	P	S
	SiO ₂ кремнезем	MnO закись марганца	CaO окись кальция	MgO окись магния	Al ₂ O ₃ глинозем	CaF ₂ фтористый кальций	K ₂ O окись калия			
Для наплавки деталей из углеродистых сталей										
АН-348А	41,0...44,0	34,0...38,0	6,5	5,0...7,5	4,5	4,0...5,5	-	2,0	0,15	0,12
АН-348М	41,0...44,0	34,0...38,0	6,5	5,0...7,5	4,5	3,5...4,5	-	2,0	0,15	0,12
ОСЦ-45М	38,0...44,0	38,0...44,0	6,5	2,5	5,0	6,0...9,0	-	2,0	0,15	0,10
АН-8	33,0...36,0	21,0...26,0	4,0...7,0	5,0...7,5	11,0...15,0	13,0...19,0	-	от 1,5 до 3,5	0,15	0,15
Для наплавки деталей из легированных сталей										
АН-22	18,0...21,5	7,0...9,0	12,0...15,0	11,5...15,0	19,0...23,0	20,0...24,0	1,0...2, 0	1,0	0,05	0,05
АН-26С	29,0...33,0	2,5...4,7	4,0...8,0	15,0...18,0	19,0...23,0	20,0...24,0	-	1,5	0,10	0,10
48-ОФ-6	9,0...12,0	-	8,0	11,0...14,0	28,0...34,0	35,0...45,0	-	-	0,05	0,04

Для наплавки под флюсом используют преимущественно голые сварочные и наплавочные проволоки, а также порошковые проволоки, стальные и порошковые ленты (таблицы 2, 3).

Стальная сварочная проволока типа Св широко применяется на ремонтных предприятиях для механизированных способов сварки и наплавки изношенных деталей. Кроме сварочной проволоки типа Св для механизированной наплавки по ГОСТ 10543-80 выпускается специальная наплавочная проволока типа Нп диаметром 0,3; 0,5; 0,8; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,5 и 8,0 мм. Она также как и сварочная разделяется на три группы: из углеродистой стали – восемь марок (Нп-30; Нп-40 и др.); из легированной стали – 11 марок (Нп-10Г3; Нп-30Х5 и др.); из высоколегированной стали – девять марок (Нп-2Х14; Нп-45Х4ВЭФ; Нп-45Х2В8Т и др.).

Все большее распространение при восстановлении изношенных деталей получают порошковые проволоки. Они представляют собой непрерывный электрод диаметром 2,5...5,0 мм, состоящий из металлической оболочки, заполненной порошком (рис. 2). В качестве наполнителя применяют смесь металлических порошков, ферросплавов, шлакообразующих, газообразующих и др. элементов. Изменение состава наполнителя порошков позволяет с достаточной большой точностью получать необходимое качество наплавленного слоя без дополнительной защиты зоны наплавки флюсом или другим способом.

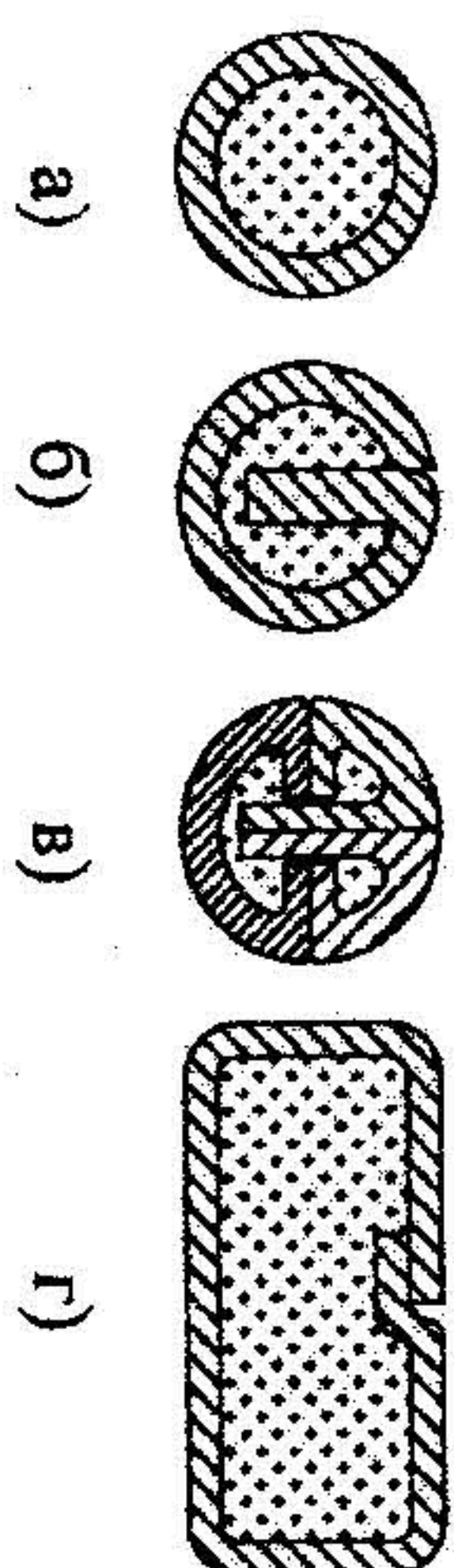


Рис. 2. Основные конструкции порошковых проволок для наплавки:
а – бесшовная; б – с одним загибом оболочки;
в – сложного сечения; г – пшощенка

Порошковые проволоки марок ПП-АН1, ПП-АН3, ПП-АН4, ПП-1ДСК и др. при сварке или наплавке низко- и среднеуглеродистых сталей позволяют получать хорошее качество шва без дополнительной защиты. Самозащитные проволоки марок ПП-3Х13-0, ПП-3Х4В3Ф-0 и другие дают поверхность повышенной износостойкости с твердостью до 65НRC без термической обработки.

Вариацией химического состава проволоки и флюса можно в широких пределах изменить износостойкость наплавленного слоя.

Поверхность сварочной проволоки должна быть чистой и гладкой, без окалины, коррозии и загрязнений.

Таблица 2

Химический состав основных марок сварочных проволок для наплавки

Марка проволоки	Массовая доля элементов, %					
	С углерод	Мп марганец	Si кремний	Cr хром	Ni никель	S сера P фосфор Не более
Низкоуглеродистая проволока						
Св-08	0,1	0,35...0,6	0,03	0,15	0,30	0,04
Св-08А	0,1	0,35...0,6	0,03	0,1	0,25	0,03
Св-08ГА	0,1	0,80...1,1	0,03	0,1	0,25	0,03
Легированная проволока						
Св-08Г2С	0,05...0,11	1,8...2,1	0,70...0,95	0,2	0,025	0,025
Св-18ХГС	0,15...0,22	0,8...1,1	0,90...1,20	0,8...1,1	0,30	0,025
Нп-30ХГСА	0,27...0,35	0,8...1,1	0,9...1,2	0,8...1,1	0,4	0,025
Св-08ХНМ	0,10	0,5...0,8	0,12...0,35	0,7...0,9	0,8...1,2	0,025
Высоколегированная проволока						
Св-06Х14	0,08	0,3...0,7	0,3...0,7	13...15	0,6	0,25
Св-01Х19Н9	0,03	1,0...2,0	0,5...1,0	18...20	8...10	0,015
Св-08Х21Н10Г6	0,10	5,0...7,0	0,2...0,7	20...22	9...11	0,018

Таблица 3

Характеристика некоторых порошковых проволок

Марка проволоки	Диаметр, мм	Металл шва			Режим сварки	
		Массовая доля, %			I, А	U, В
		С углерод	Мп марганец	Si кремний		
ПП-2ДСК	2,3	0,09...0,13	0,13...0,40	0,13...0,40	340...450	25...32
ПП-2Н1	2,8	0,06...0,10	0,6...0,8	0,07...0,15	200...300	24...28
ПП-АН3	3,0	0,07...0,12	0,2...0,45	0,20...0,45	300...500	25...30

В настоящее время для наплавки под флюсом находят применение широкослойная наплавка стальной лентой, изготовленной из различных марок сталей: инструментальной, пружинной, нержавеющей и из жаростойких сплавов. Лента поставляется в рулонах. Для наплавки обычно используется лента толщиной 0,1...0,3 мм или специальная порошковая лента ПЛ-АН102, ПЛ-А171 и другие.

3. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К НАПЛАВКЕ

Деталь, на участке подлежащем наплавке, необходимо очистить от коррозии, масла, влаги и др. дефектов. При установке детали на станок необходимо обеспечить хороший контакт между наплавляемой деталью и патроном или центром станка. Контактные поверхности должны быть хорошо зачищены, деталь хорошо зажата.

Эксцентричность у закрепленной детали должна быть минимальной. При наплавке длинных деталей малого диаметра необходимо применять лонеты.

К подготовительным работам относятся и установка на торцовые поверхности временных колес и шайб для вывода начала и конца наплавленного валика, которые при механической обработке наплавленной части детали легко удаляются.

4. РЕЖИМЫ И ТЕХНИКА НАПЛАВКИ

Основные параметры режима механизированной наплавки под флюсом: сила сварочного тока I (А); напряжение U (В); скорость наплавки v_n (м/ч); скорость подачи электродной проволоки v_{np} (м/ч); частота вращения детали n (мин⁻¹); вылет электрода L_s (мм); наклон электрода; смещение электрода ℓ (мм); шаг наплавки S (мм).

Напряжение устанавливают в пределах 25...35В, чтобы очертания валика были плавными. При более низком напряжении дуги получают валик высокий и узкий, при более высоком — низкий и широкий.

Силу тока I (А) определяют по формуле

$$I = 110 \cdot d_s + 10 \cdot d_s^2, \quad (1)$$

где d_s — диаметр электродной проволоки (применяют обычно проволоку диаметром $d_s = 1,6...2,5$ мм).

При наплавке применяют постоянный ток обратной полярности. Между напряжением дуги и силой тока находится следующая зависимость

$$U = 21 + 0,04 \cdot I. \quad (2)$$

Скорость подачи электродной проволоки v_{np} (м/ч), скорость наплавки v_n (м/ч) и частоту вращения детали n (мин⁻¹) рассчитывают по следующим формулам:

$$v_{np} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I}{\pi \cdot d_s^2 \cdot \rho}, \quad (3)$$

$$v_n = \frac{\alpha_n \cdot I}{A \cdot \rho \cdot 100}, \quad (4)$$

$$n = \frac{v_n}{60 \cdot \pi \cdot D}, \quad (5)$$

где I — сила сварочного тока, А;

α_n — коэффициент наплавки, г/А·ч (при наплавке на постоянном токе и обратной полярности $\alpha_n = 11,6 \pm 0,4$ г/А·ч);

d_s — диаметр проволоки, мм;

ρ — плотность материала проволоки, г/см³;

D — диаметр наплавляемой детали, мм;

A — площадь поперечного сечения шва, см².

Площадь поперечного сечения шва рассчитывают по формуле:

$$A = 2 \cdot A_n \cdot \varphi, \quad (6)$$

где A_n — площадь сечения электрода, см²;

φ — коэффициент, равный 1,4...2,0.

Скорость подачи электродной проволоки лежит в пределах $v_{np} = 75...180$ м/ч или 1,25...3,0 м/мин.

Скорость наплавки лежит в пределах $v_n = 12...15$ м/ч или 0,2...0,25 м/мин.

Продольная подача наплавочной головки (шаг наплавки) устанавливается с учетом того, чтобы каждый последующий валик перекрывал предыдущий на 1/3...1/2 его ширины

$$S = (2...2,5) \cdot d_s. \quad (7)$$

Обычно выбирают продолжную подачу в пределах 3...6 мм/об. Вылет электрода L составляет 10...25 мм и ориентировочно определяется из выражения

$$L_s = (10...12) \cdot d_s. \quad (8)$$

Смещение ℓ электрода с зенита в сторону, противоположную направлению вращения детали, не должно превышать 40 мм

$$\ell = (0,05 \dots 0,07) \cdot D. \quad (9)$$

Основные режимы наплавки цилиндрических деталей под слоем флюса приведены в табл. 4.

Таблица 4

Диаметр детали D, мм	Сила тока I, A при диаметре проволоки, мм		Напряжение U, В	Скорость наплавки v _н , м/ч	Скорость подачи электродной проволоки v _{пр} , м/мин	Смещение электродов ℓ , мм	Шаг наплавки S, мм/об	Высота одного слоя наплавки h, мм
	1,2...1,6	2,0...2,5						
50...60	120...140	140...160	26...28	16...24	77	3,0	2,0	1,5...2,5
65...75	150...170	180...220	26...28	16...28	87	4,0	3,5...4,0	1,5...2,5
80...100	180...200	230...280	28...30	16...30	104	6,0	4,0	1,5...2,5
150...200	230...250	300...350	30...32	16...32	140	12,0	5,0	2,0...3,0
250...300	270...300	350...380	30...32	16...35	200	18,0	6,0	2,0...3,0

Режимы наплавки цилиндрических деталей под слоем флюса

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

Норма времени определяется по формуле

$$T_n = T_o + T_e + T_d + T_{н.з}/n,$$

где T_n — норма времени, мин;
 T_o — основное время, мин;
 T_e — вспомогательное время, мин;
 T_d — дополнительное время, мин;
 $T_{н.з}$ — подготовительно-заключительное время, мин;
 n — количество однотипных деталей в партии, шт.
 Основное время для наплавки цилиндрических деталей

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

где L — длина наплавляемой поверхности, мм;
 i — число слоев наплавки;

n — частота вращения детали, мин⁻¹;
 S — подача, мм/об.
 Число проходов определяется по формуле

$$i = \frac{D-d}{2 \cdot t},$$

где D — диаметр, до которого наплавляют деталь, мм;
 d — диаметр наплавляемой поверхности, мм;
 t — толщина наплавляемого слоя за один проход, мм.
 Вспомогательное время при механизированной наплавке под слоем флюса приведено в таблице 5.

Таблица 5

Способ установки детали	Масса наплавляемой детали не более, кг			
	5	10	20	30
В центрах	0,6	0,8	1,1	1,4
В трехкулачковом патроне	0,7	1,0	1,5	2,0
В центрах на оправке	1,6	1,8	2,1	2,4

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_e,$$

где $T_{оп}$ — оперативное время, мин;
 T_e — вспомогательное время, мин.
 Дополнительное время при механизированной наплавке под слоем флюса

$$T_d = 0,15 \cdot T_{оп}, \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{н.з} = 16$ мин.

6. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАПЛАВКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Механизированная наплавка под слоем флюса применяется в ремонтном производстве для восстановления деталей, имеющих износ свыше 2 мм, например, шеек коленчатых валов автомобилей и тракторов, опорных катков, поддерживающих роликов, направляющих колес, а также для восстановления шлицев полуосей, различных валов и др. деталей.

Положительными сторонами способа механизированной наплавки под слоем флюса являются:

- высокая производительность – в 6-8 раз выше, чем при ручной наплавке за счет применения более высоких плотностей тока, высокого КПД дуги и механизации процесса;
 - обеспечивается высокое качество наплавленного слоя с заданными физико-химическими свойствами, хорошее сплавление с основным металлом, сохраняются легирующие добавки, качество наплавки не зависит от квалификации сварщика;
 - возможность получения наплавленного слоя значительной толщины – свыше 1,5 – 3 мм;
 - уменьшается расход присадочного материала вследствие уменьшения потерь на разбрызгивание, отарки, угар;
 - облетаются условия труда, т. к. процесс автоматизирован и отсутствует излучающее действие дуги.
- Отрицательными сторонами механизированной наплавки под слоем флюса являются:
- большой нагрев детали в процессе наплавки увеличивает зону термического влияния, приводит к нарушению термической обработки, поэтому после наплавки необходима термообработка, которая усложняет процесс восстановления.

7. ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

1. Модернизированный токарный станок (уменьшены обороты шпинделя передней бабки с помощью редуктора, изменена скорость вращения ходового винта для получения требуемых подач, установлен на суппорт станка кронштейн с плитой для крепления наплавленной головки).
2. Наплавочная головка для автоматической наплавки под слоем флюса.
3. Выпрямитель ВС-600.
4. Щит с приборами для контроля процесса наплавки.
5. Инструмент: штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05 ГОСТ 166-80; ключи 3-кулачкового патрона; ключи гаечные; отвертка 7810-0394 Кд 21хр ГОСТ 17199-81; плоскогубцы 150 ГОСТ 7236-84; молоток 7850-0035Ш12хр ГОСТ 2310-80; кузнечные клещи.
6. Резиновые перчатки, коврик, очки защитные.
7. Флюсы АН-348А, АН-60 и АНК-18.
8. Сварочная и наплавочная проволока Св-0,8; Нп-65 и др.
9. Прибор для определения твердости типа ТК-2М.
10. Заточной станок.
11. Детали, подлежащие наплавке (валы, полуоси и др.)
12. Машина трения.

8. ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Изучить оборудование поста механизированной наплавки под слоем флюса.
2. Разработать технологический процесс восстановления деталей наплавкой под слоем флюса.
3. Приобрести практические навыки по восстановлению изношенных деталей под слоем флюса.
4. Исследовать влияние материала электродной проволоки и флюса на качество наплавленной поверхности, ее износостойкость.

9. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить требования по технике безопасности.
2. Ознакомиться с оборудованием рабочего места (принципиальная схема установки для наплавки под флюсом приведена на рис. 3).

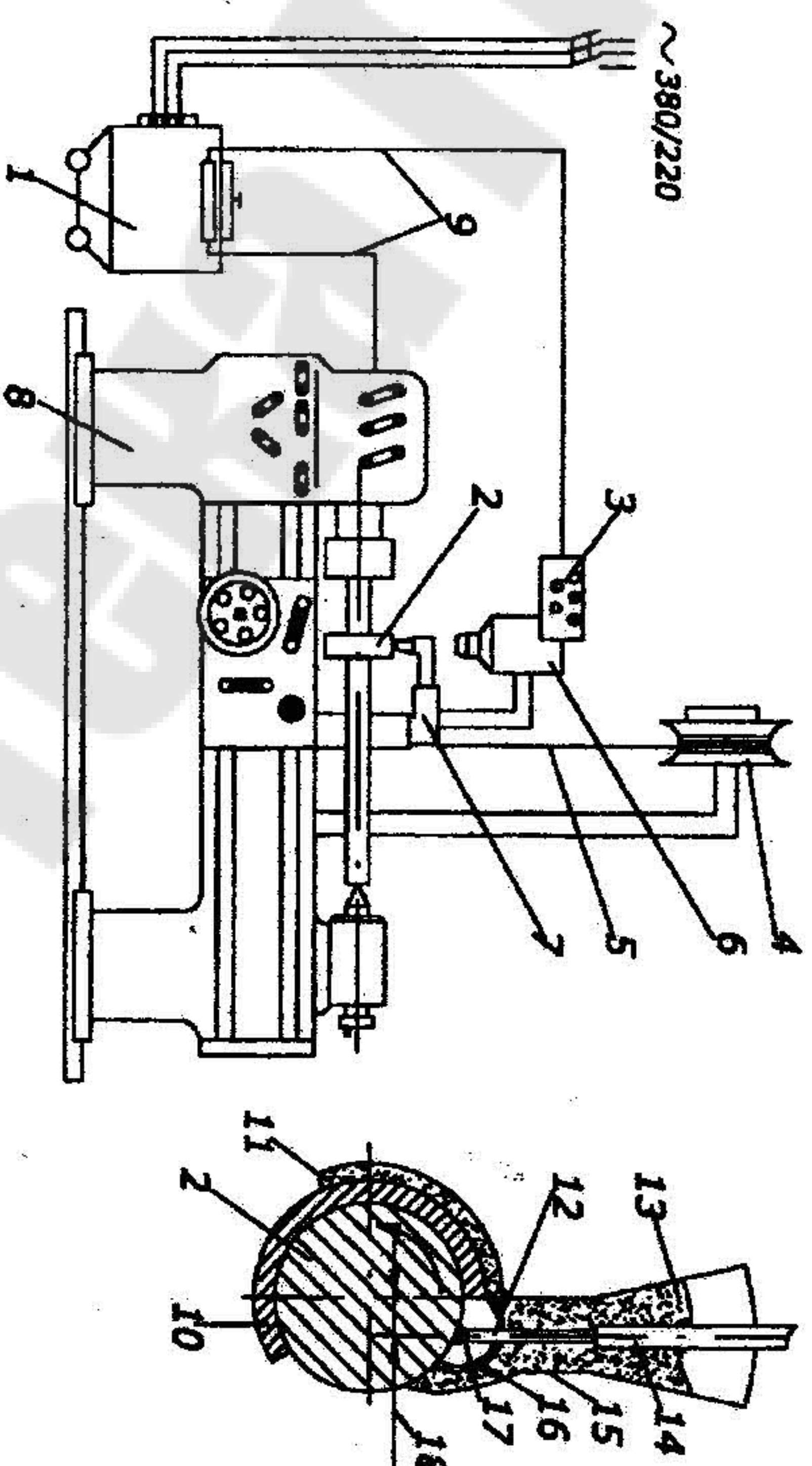


Рис. 3. Схема установки для наплавки цилиндрических деталей под флюсом: 1 – сварочный выпрямитель ВС-600; 2 – наплавляемая деталь; 3 – пульт управления; 4 – кассета; 5 – электродная проволока; 6 – бункер с флюсом; 7 – сварочная головка; 8 – токарный станок; 9 – подвод сварочного тока; 10 – наплавленный металл; 11 – шлаковая корка; 12 – электродная проволока; 13 – бункер с флюсом; 14 – направляющий муштук; 15 – флюсовый муштук; 16 – обложка из жидкого флюса; 17 – сварочная дуга; 18 – смещение проволоки

3. Определить величину износа детали, для чего произвести замер диаметра поверхности, подлежащей наплавке, и сравнить его с номинальным размером.

4. Подготовить деталь к наплавке, для чего очистить ее поверхность от грязи, масла, краски, ржавчины и др. металлической щеткой или наждачной бумагой. Поверхности детали, имеющие трещины, следы налета или старую наплавку проточить до появления основного металла. Отверстия, канавки, пазы на наплавляемой поверхности защитить медными, угольными или графитовыми вставками.

5. Рассчитать режимы наплавки детали в соответствии с приведенными формулами и сравнить с табличными данными.

6. Установить деталь в 3-кулачковый патрон (центра). Допустимое биение — не более 0,5 мм.

7. Подготовить установку к работе: очистить электродную проволоку от смазки и намотать в кассету; установить кассету в аппарат; направить проволоку в подающие ролики и направляющий мундштук; отрегулировать зажим проволоки в подающих роликах; засыпать флюс в бункер; включить рубильник.

8. Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.

8.1. Установить скорость наплавки и величину продольной подачи аппарата (шаг наплавки).

8.2. Установить смещение электрода с зенита (5...15 мм навстречу вращению).

8.3. Произвести наплавку и механическую обработку для получения номинального размера детали.

10. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ И ФЛЮСА НА ТВЕРДОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ

Для выполнения данной части работы необходимо произвести наплавку поверхности детали с использованием электродной проволоки типа СВ-0,8; Нп-65; ПП-Г13 или других, а также различных марок флюсов, например: АН-348А и АНК-18. При этом следует задаться параметрами режима наплавки (в соответствии с выполненными расчетами или по данным табл. 4) и наплавить поверхность детали (ролик Ф40 мм), меняя материал проволоки и флюс. После чего измерить твердость поверхности наплавляемых деталей с помощью прибора типа ТШ или ТК в трех местах на разных участках наплавленной поверхности, предварительно обработав ее, определить износ наплавленной поверхности детали на машине трения. Результаты исследований представить в виде табл. 6.

Таблица 6

Результаты исследования твердости и износостойкости поверхности наплавляемого слоя

Материал детали	Марка электродной проволоки	Марка флюса	Твердость наплавляемого слоя			Износ наплавляемой поверхности детали	
			Первый замер	Второй замер	Третий замер	Среднее арифметическое	

По результатам исследования необходимо сделать вывод.

11. ОТЧЕТНОСТЬ ПО РАБОТЕ

Отчет о лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

Привести режимы наплавки деталей (таблица 7).

Таблица 7

Основные технологические режимы и оборудование при наплавке деталей

№	Параметр	Значение
1	Марка источника питания	
2	Марка аппарата для наплавки	
3	Материал детали и ее диаметр	
4	Материал электродной проволоки и ее диаметр	
5	Марка флюса	
6	Сила тока I, А	
7	Напряжение U, В	
8	Скорость подачи проволоки $v_{пр}$, м/мин	
9	Скорость наплавки v_n , м/мин	
10	Смещение электрода с зенита l , мм	
11	Шаг наплавки S, мм/об	

Составить маршрутный технологический процесс восстановления детали наплавкой под слоем флюса (таблица 8).

**Маршрут восстановления изношенной детали наплавкой
под слоем флюса**

№ операции	Наименование операции	Технологическое оборудование, приспособления, инструмент, материал	Режим работы или результаты измерений	Технические требования
1	2	3	4	5

Привести результаты исследования влияния материала электродной проволоки и флюса на твердость и износостойкость наплавленного слоя.

Привести схему установки для наплавки цилиндрических деталей под слоем флюса (рис. 3).

12. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сущность процесса наплавки под слоем флюса.
2. Какое оборудование используется для наплавки под слоем флюса.
3. Электрические и кинематические параметры наплавки деталей под флюсом.
4. Роль флюса при наплавке. Виды и марки применяемых флюсов. Требования к флюсам для наплавочных работ.
5. Электродные материалы, применяемые при наплавке под флюсом.
6. Способы легирования наплавленного слоя металла.
7. Пути уменьшения коробления детали и термического влияния на структуру при наплавке.
8. Пути повышения производительности при наплавке под слоем флюса.
9. Преимущества и недостатки способа наплавки под слоем флюса.
10. Область применения наплавки под флюсом. Примеры восстановления деталей наплавкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. — М.: Машиностроение, 1998. — 480 с.
2. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. — М.: Колос, 1981. — 354 с.
3. Таратута А.И., Свечков А.А. Прогрессивные методы ремонта машин. — Минск: Ураджай, 1979. — 352 с.
4. Черноиванов В.И., Андреев В.Л. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин. — М.: Колос, 1983. — 288 с.
5. Нормативы времени на разборочно-сборочные и ремонтные работы. — М.: ГОСНИТИ, 1989. — Ч. 1, 2.
6. Войнов Б.А. Износостойкие сплавы и покрытия. — М.: Машиностроение, 1980. — 120 с.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к лабораторным работам по одноименному курсу

для студентов специальности Т.03.01.01

«Технология машиностроения»

Часть II

Автор-составитель: Коршунов Александр Илларионович

Редактор О.Н. Сакунова

Компьютерная верстка Н.В. Широглазова

Подписано в печать 02.12.2002.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,2. Уч. — изд. л. 2,23. Тираж 100 экз. Изд. № 123.

Заказ № 395

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

Лицензия ЛВ № 399 от 12.06.2001.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48, т. 47-71-64.

Отпечатано на ризографическом оборудовании
Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

Лицензия ЛП № 114 от 19.12.2002.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48, т. 47-71-64.