

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ
Дата подписания: 26.04.2021 13:15:53
Уникальный программный ключ:
5b8335c1f3d6e7bd91a51b28834cdf2b81866538

Разработка технологического процесса восстановления детали

**(учебно-методическое пособие для курсового проекта по дисциплине
«Технология ремонта тракторов и автомобилей в АПК»)**

**Направление подготовки
35.03.06 Агроинженерия**

**Профиль подготовки
Технический сервис машин и оборудования**

Саратов 2019

Технология ремонта тракторов и автомобилей в АПК: учебно-методическое пособие для курсового проектирования для обучающихся направления подготовки: 35.03.06 – «Агроинженерия» / Сост.: С.А. Шишурин // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2019. – 36 с.

Пособие направлено на формирование навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач, связанных с разработкой технологического процесса восстановления детали на основе достижений науки и передового опыта, закрепление и углубление знаний по технологии ремонта машин в АПК. Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих выпускников.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие призвано оказать помощь студентам очной и заочной форм обучения в выполнении курсового проекта.

Подготовка высококвалифицированных инженеров для промышленного производства является весьма актуальной проблемой. Для ее решения необходимо готовить специалистов, способных самостоятельно решать инженерные задачи, возникающие на производстве.

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин в АПК» позволяет студенту проявить свои способности и знания в самостоятельном решении инженерной задачи.

Перед выполнением курсового проекта студенту выдается задание, в котором указывается наименование и номер чертежа детали по каталогу, дается эскиз детали с основными размерами, указанием дефектов и величин износов, марка материала, твердость, шероховатость поверхностей. Согласно заданию, студент должен спроектировать технологический процесс восстановления детали.

1. Конструкторско-технологическая характеристика детали

Форму и размеры, как конструкторские особенности детали оценивают с позиции возможного применения для ее восстановления тем или иным способом (наплавка, гальванические покрытия, обработка давлением, и т.д.). Здесь необходимо выполнить эскиз детали с указанием предельных отклонений размеров и шероховатости обрабатываемых поверхностей. Знание этих характеристик, а также других технических требований к новой детали, способствует правильному выбору технологического оборудования, инструмента, оснастки, а также режимов обработки.

Существенное влияние на правильный выбор технологического процесса восстановления детали и на включение в него упрочняющих операций оказывают свойства материала, из которого она изготовлена. В расчетно-

пояснительной записке приводят таблицы с данными химического состава, механических и технологических свойств этого материала (табл. 1.1 и 1.2) (прил. 1, 2) [4].

Таблица 1.1 – Механические свойства стали 18 ХГТ

Материал	σ_B , МПа	σ_T , МПа	Относительное удлинение, %	Вязкость, кгс×см ²	HV (твердость)
Сталь 18ХГТ ГОСТ-4543-71	1000	800	9	8	280

Таблица 1.2 – Химический состав стали 18 ХГТ

С %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Fe %
0,17...0,23	0,12...0,37	0,8...1,0	1,0...1,3	До 0,25	Остальное

Основываясь на описании конструкции механизма, в который входит деталь, и принципе его действия, нужно дать подробную характеристику условий, в которых работает восстанавливаемая деталь, проанализировать характер нагрузок, действующих на изнашиваемые поверхности, привести данные о среде, в которой работают трущиеся поверхности, указать вид трения (качение, скольжение, качение с проскальзыванием), ведущий и сопутствующие виды изнашивания (абразивное, усталостное, гидроабразивное, газоабразивное, эрозионное, кавитационное, схватывание, окислительное, фреттинг-коррозия, водородный износ, деформирование, тепловое, электроэрозионное или коррозионное разрушения).

Также нужно описать последствия, к которым приведет износ детали. Указать предельные и допустимые величины износов.

2. Выбор рационального способа восстановления детали

Долговечность восстановленной детали зависит от способа восстановления. Применение прогрессивных технологических процессов ремонта обеспечивает длительную работоспособность деталей, снижает расход запасных частей и материалов, ведет к уменьшению времени простоя машины, что в конечном итоге приводит к экономии рабочего времени. Выбор

рационального способа восстановления зависит, как отмечалось выше, от конструкторско-технологических особенностей и условий работы деталей, величины износа их рабочих поверхностей, качественных показателей самих способов и их себестоимости.

Для осуществления этого выбора принято пользоваться тремя критериями:

- технологическим (критерий применимости);
- техническим (критерий долговечности);
- технико-экономическим (критерий абсолютной целесообразности).

Выбор рационального способа восстановления проводится по критерию применимости с последовательным исключением неприменимых способов восстановления в процессе сравнения их возможностей.

Критерий применимости характеризует возможность применения одного или нескольких способов для восстановления детали в зависимости от формы и габаритных размеров, материала, твердости и шероховатости поверхностей, точности изготовления, воспринимаемой нагрузки, наличия смазочного материала, величины износа, условий работы, эксплуатационных особенности, ресурса и т.д. Этот критерий не имеет количественной оценки, носит описательный характер и позволяет в первом приближении решить вопрос о применимости того или иного способа, поскольку одна и та же деталь с одинаковыми дефектами может быть восстановлена различными способами. При выборе способа восстановления и дополнительных упрочняющих операций необходимо пользоваться справочной литературой, а также данными, приведенными в табл. 2.1 и приложений 3, 4 и 5.

Таблица 2.1 – **Способы восстановления**

№	Наименование способа	Шифр
1.	Обработка под ремонтный размер	РР
2.	Дополнительной ремонтной деталью	ДРД
3.	Давлением	Д
4.	Объемное хромирование	ОХ
5.	Местное хромирование	МХ
6.	Объемное железнение	ОЖ

7.	Местное железнение	МЖ
8.	Электро-механическая обработка	ЭМО
9.	Напекание	НП
10.	Аргонно-дуговая сварка, наплавка	АРД
11.	Перекомплектовка с притиркой	ПП
12.	Пайка	П
13.	Термофиксация	ТФ
14.	Термоциклирование	ТЦ
15.	Напыление газопламенное	НГ
16.	Металлизация	М
17.	Детонационное напыление	ДН
18.	Полимерными материалами	ПС
19.	Ручная газовая сварка, наплавка	РГС
20.	Ручная электродуговая сварка, наплавка	РДС
21.	Наплавка под флюсом (электродуговая)	НФС
22.	Вибродуговая наплавка	ВНД
23.	Наплавка в среде углекислого газа	НУГ
24.	Контактная наплавка ленты	КНЛ
25.	Наплавка в жидких теплоносителях	НЖТ
26.	Изготовление вновь	И
27.	Плазменная наплавка	ПН
28.	Электроискровая обработка	ЭИО
29.	Анодно-механическая обработка.	АМО
30.	Наплавка в среде защитных газов	НСЗ
31.	Электрошлаковая наплавка	ЭШН
32.	Безванное хромирование	БХ

3. Разработка ремонтного чертежа

Проектируя техпроцесс восстановления детали, студент обязан разработать на нее ремонтный чертеж по ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные. Общие требования». Согласно этим требованиям на поле чертежа в определенных местах располагают изображение восстанавливаемой детали или сборочной единицы; таблицу дефектов; указывают условия и дефекты, при наличии которых деталь бракуют; рекомендуемый технологический маршрут восстановления; таблицу категорийных размеров, если деталь может быть восстановлена обработкой до ремонтных размеров; технические требования на восстановление; схемы базирования детали при наличии свободного поля чертежа. Категорийными называют ремонтные

(окончательные) размеры детали, установленные для определенной категории ремонта (рис. 3.1).

Ремонтный чертеж выполняется на листе формата А3. Для крупных и сложных деталей допускается применять формат А1.

В обозначении ремонтного чертежа к заводскому номеру детали или сборочной единицы (из каталога) добавляются буквы РЧ.

Пример оформления ремонтного чертежа приведен в приложении 6.

При разработке ремонтных чертежей (за исключением чертежей на вновь изготавливаемые дополнительные детали) изображают только те виды, которые необходимы, чтобы показать изношенные места, подлежащие восстановлению. Если детали при восстановлении не могут быть разъединены (неразъемные соединения, выполненные клепкой, сваркой или пайкой), то отдельные чертежи не разрабатывают. На изделие, которое при ремонте не может быть разъединено или включает дополнительные ремонтные детали (втулки, спиральные вставки и т.д.), разрабатывают ремонтный чертеж сборочной единицы. Указания по восстановлению таких деталей приводят на ремонтном чертеже с добавлением отдельных изображений, поясняющих технологию восстановления.

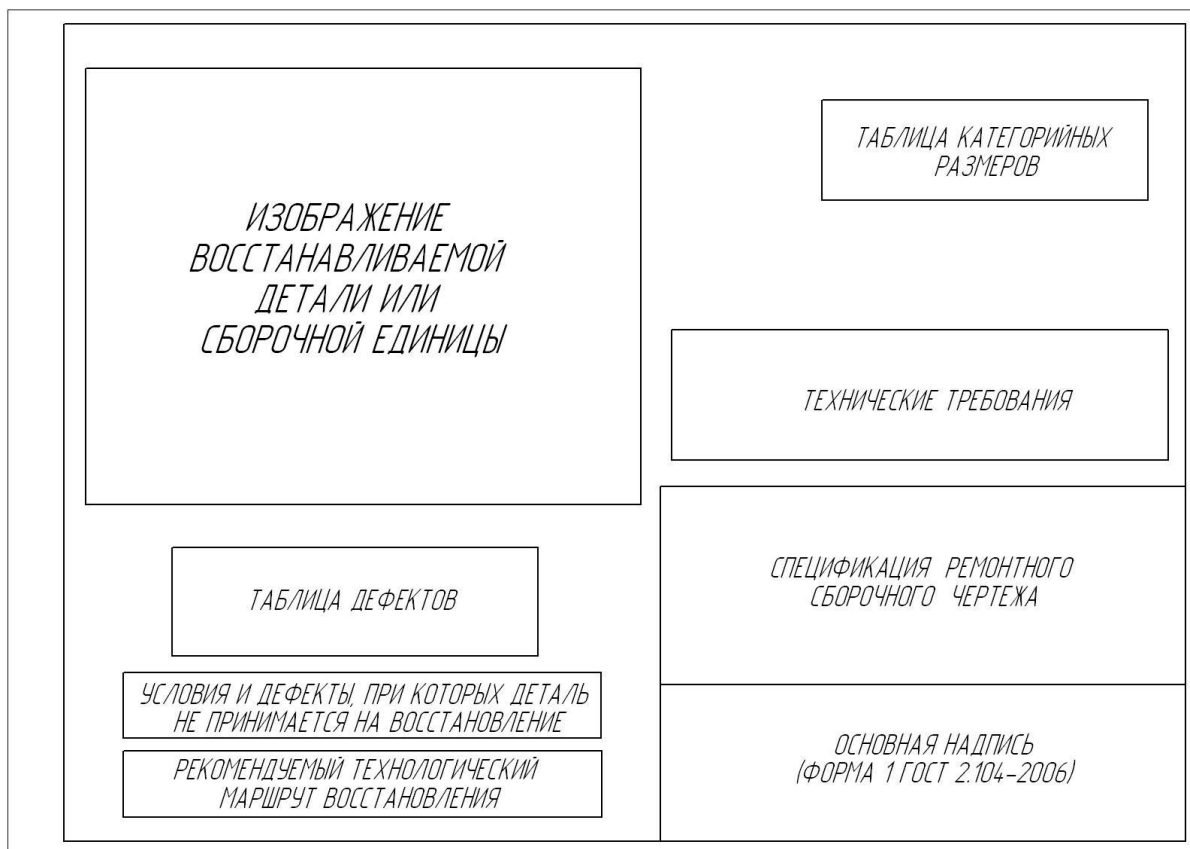


Рис. 3.1. Структурная схема ремонтного чертежа

Поверхности, подлежащие восстановлению (обработке) выполняют «утолщенной» линией, которая в два раза толще основной. Дефектные места нумеруют: Деф.1, Деф.2, Деф. 3 и т.д. На ремонтном чертеже указывают только те размеры, предельные отклонения, зазоры и другие данные (шероховатости, допустимые погрешности взаимного расположения осей, поверхностей и т.д.), которые должны быть получены и проверены в процессе восстановления детали или сборки изделия.

Размеры, неконтролируемых при восстановлении детали, но необходимые для расчета норм времени на выполнение операций технологического процесса, выбора оборудования и других целей, проставляют в виде справочных размеров.

Таблица дефектов, форма которой приведена на ремонтном чертеже (прил. 6), несет информацию, характеризующую дефекты и способы их устранения. Размеры граф таблицы не регламентируются. Они определяются

объемом текстового материала и наличием свободного поля чертежа. Номера дефектов в таблице должны соответствовать нумерации дефектных мест на изображении детали (сборочной единицы).

В графе «Наименование дефекта» указывают характер дефекта (износ, повреждение резьбы и т.д.) и допустимое значение параметра, контролируемого при дефектации детали (допустимый размер, овальность и др.). Значение параметра принимается из технических требований на дефектацию детали.

Графа «Коэффициент повторяемости дефекта» при отсутствии данных не заполняется. Значение этого коэффициента определяется с учетом количества восстанавливаемых деталей и общего их количества, поступившего на дефектацию.

В графах «Основной способ устранения дефекта» и «Допускаемый способ устранения дефекта» кратко излагают описание операций, которые должны быть выполнены для устранения дефекта. Основным является способ, применение которого обеспечивает достижение наиболее высокого ресурса детали после восстановления при наименьших затратах.

Под таблицей дефектов указывают (в виде примечания) дефекты и условия, при которых деталь не принимается на восстановление. Ниже примечания дается описание технологического маршрута восстановления, которое включает наименования операций технологического процесса и последовательность их выполнения, а так же номера дефектов, устраняемых при выполнении данной операции (прил. 6).

Технические требования, однородные и близкие по своему характеру, излагают на поле ремонтного чертежа над основной надписью в следующей последовательности:

- требования, предъявляемые к материалу восстанавливаемой детали и его свойствам, термической обработке;
- предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей;

- требования к качеству поверхностей (покрытию, отделке и т.д.);
- зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- указания о маркировании и клеймении;
- условия и методы испытания;
- правила транспортирования и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый новый пункт записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишется.

4. Разработка маршрутной технологии

Проектирование технологического процесса восстановления детали осуществляется в следующем порядке:

- намечается последовательность операций восстановления по каждому из дефектов (составляется маршрутная технология на восстановление);
- выбирается оборудование, оснастка, режущий и мерительный инструмент;
- рассчитываются нормы времени и режимы обработки для каждой операции;
- составляется план технологических операций, и заполняются маршрутные карты, причем количество маршрутов восстановления должно быть минимальным.

Последовательность разработки технологического маршрута восстановления:

- начальными операциями являются очистка или мойка поверхностей детали;
- далее следуют подготовительные операции (зачистка и исправление базовых поверхностей, правка, дефектация);
- в случае необходимости удаления следов износа или создания микрорельефа проводят обработку резанием;

- затем в технологический процесс включают операции по восстановлению дефектных поверхностей (наплавочные, сварочные, гальванические и т.д.);
- после этого проводят механическую обработку восстанавливаемой поверхности под номинальный или ремонтный размер;
- если возникает необходимость проводят дополнительные упрочняющие операции (термообработку, химико-термическую обработку и др.);
- финишные операции должны назначаться в конце технологического маршрута, что уменьшит вероятность повреждения обработанных поверхностей;
- необходимо учитывать, чтобы последующие операции не оказывали отрицательного влияния на качество предшествующих;
- окончательной должна быть контрольная операция.

Пример заполнения плана технологических операций приведен в таблице 4.1.

Оборудование, технологическая оснастка и материалы подбираются для каждой операции технологического процесса.

5. Выбор режимов и нормирование работ

Технологическая норма времени на операцию определяется по формуле:

$$T_M = T_O + T_{ВСП} + T_{ДОП} + \frac{T_{ПЗ}}{n_{шт}}, \quad (5.1)$$

где T_O – основное время, мин; $T_{ВСП}$ – вспомогательное время, мин; $T_{ДОП}$ – дополнительное время, мин; $T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время, мин; $n_{шт}$ – количество деталей в партии, шт.

Таблица 4.1 – План операций восстановления детали

Номер операции	Наименование операции, способ установки детали, оборудование, приспособления, инструмент	Номер перехода	Содержание перехода, применяемый материал и режим обработки
...	...	...	...
010	Наплавочная. Установка детали в центрах. Наплавочный полуавтомат А-825МУЗ. Выпрямитель сварочный ВСЖ-30343, баллон с CO ₂ 40-50 ГОСТ 449-79. Установка наплавочная цеховая. Шаблон 23 цеховой.	1	Наплавить резьбовую поверхность проволокой Ø1,6 мм. Нп-3ОХГСА ГОСТ 10548-82 с Ø20 мм до Ø23 мм на длине 20 мм Режимы: полярность – обратная сила свароч. тока – 80...100 А напряжение дуги – 15...20 В подача электрода – 3 м/мин число проходов – 3 подача суппорта – 3 мм/об частота вращения – 5...6 об/мин Электрод: диаметр – 1,6 мм вылет – 8 мм смещение с зенита – 5...10 мм Газ: наименование – CO ₂ ГОСТ 8050-85 расход – 800 м ³ /ч
...	...	...	...
И так далее			
...	...	...	...

Основное время для различных работ определяется по формулам:

– для токарных работ:

$$T_{o_{ТОК}} = \frac{Li}{ns}, \quad (5.2)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности детали с учетом врезания и перебега, мм; i – число проходов, необходимое для снятия припуска на обработку; n – частота вращения шпинделя, об/мин; s – подача, мм/об.

– для сверлильных работ:

$$T_{o_{СВ}} = \frac{L}{ns}, \quad (5.3)$$

– для фрезерных работ:

$$T_{O_{\Phi P}} = \frac{Li}{ns_{OB}}, \quad (5.4)$$

где s_{OB} – подача на один оборот фазы, мм/об.

– для обработки давлением:

$$T_{O_{\text{ДАВЛ}}} = \frac{L_{\partial}}{V}, \quad (5.5)$$

где L_{∂} – величина деформации металла, мм; $V = 0,02 \dots 0,1$ – скорость деформации, мм/сек.

– для шлифовальных работ (при круглом шлифовании):

$$T_{O_{\text{ШЛ}}} = \frac{L_{\kappa} i k}{s_{\text{ПР}}}, \quad (5.6)$$

$$L_{\kappa} = l + B \quad (5.7)$$

где l – ход стола, мм; B – ширина круга, мм; $s_{\text{ПР}}$ – продольная подача детали, мм/мин; k – коэффициент износа круга, $k = 1,2$.

– для шлифовальных работ (при плоском шлифовании):

$$T_{O_{\text{ШЛ.ПЛ.}}} = \frac{L_{\text{П}} H i k}{1000 V_{\text{П}} s_{\text{ПОП}}}, \quad (5.8)$$

где $L_{\text{П}}$ – ход стола с перебегом, мм; H – ширина детали с учетом ширины круга, мм; $s_{\text{ПОП}}$ – поперечная подача изделия на один ход стола, мм/ход; $V_{\text{П}}$ – скорость продольного хода стола, м/мин.

– для нарезания резьбы метчиком:

$$T_{O_{\text{РЕЗ.}}} = \frac{1,8L}{ns} \quad (5.9)$$

– для строгания

$$T_{O_{\text{СТР.}}} = \frac{B_C}{n_X s_C}, \quad (5.10)$$

где B_C – ширина строгаемой поверхности с учетом врезания; n_X – число двойных ходов; s_C – подача, мм/двойной ход.

– для электросварочных и наплавочных работ:

$$T_{O_3} = \frac{60G}{KI} Am, \quad (5.11)$$

где G – вес наплавленного металла, г; I – сварочный ток, А; K – коэффициент наплавки, г/А·час; A – поправочный коэффициент на длину шва; m – поправочный коэффициент на положение шва в пространстве.

Вес наплавленного металла определяется по формуле:

$$G = FL\rho, \quad (5.12)$$

где F – площадь поперечного сечения шва, см²; L – длина шва, см; ρ – плотность материала электрода, г/см³.

– основное время для автоматической наплавки

$$T_0 = \frac{\pi d l_n}{1000 V_n S_n}, \quad (5.13)$$

где l_n – длина наплавливаемой поверхности детали, мм; d – диаметр детали, мм; V_n – скорость наплавки, м/ч; S_n – шаг наплавки, мм.

– основное время для нанесения гальванических покрытий:

$$T_{O_3} = \frac{1000 h \rho_o}{C D_K K_B}, \quad (5.14)$$

где h – толщина наращиваемого слоя; ρ_o – плотность осажденного металла; C – электродный эквивалент, г/А·час; D_K – плотность тока; K_B – выход металла по току.

Вспомогательное время, связанное с установкой, зажимом и снятием детали и инструмента, а также дополнительное время на отдых, обед, перекуры, гимнастику и туалет выбираются по соответствующим таблицам.

Основное, дополнительное и вспомогательное время подсчитывается для каждой операции при расчете штучного времени.

Подготовительно-заключительное время на получение наряда, ознакомление с чертежами, получение материала, инструмента, наладку оборудования, уборку рабочего места назначается при подсчете нормы времени на техпроцесс.

Сущность каждой операции, оборудование, материалы и инструмент для ее осуществления, а также нормы времени, и режимы обработки заносятся в соответствующие графы маршрутной карты МК (форма 2, 1б ГОСТ 3.1105-84). На форме 1б выполняются вторые и последующие листы маршрутной карты.

Пример заполнения маршрутной карты приведен в приложении 7.

6. Разработка раздела «Охрана труда»

Производственные, складские и вспомогательные помещения должны удовлетворять санитарным нормам проектирования промышленных предприятий.

Должна быть предусмотрена изоляция помещений, в которых по условиям производства выделяются пыль, пары, газы.

У дверных проемов помещений не должно быть порогов. В смотровых канавках и на эстакадах устанавливают направляющие для колес машин.

Ширина проходов должна обеспечивать свободное перемещение персонала.

Санитарно-бытовой сектор обеспечивается умывальниками и душевыми помещениями с бесперебойным снабжением водой.

Светильники в помещениях с повышенной опасностью подключают к сети с напряжением не выше 36 В.

Светильники аварийного освещения включаются автоматически при внезапном освещении рабочего освещения.

Средняя температура воздуха в производственных помещениях должна составлять 15 °С, горячих цехах – 12...14 °С, административных 18...20 °С.

Грузоподъемные машины и грузозахватные приспособления должны отвечать требованиям правил устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов.

Все электрические установки располагают в строгом соответствии с действующими правилами. Надежно заземляют металлические части электрооборудования, корпуса электродвигателей, распределительные щиты,

катушки приборов, рубильников, магнитных пускателей, осветительную аппаратуру, металлическую изоляцию кабелей.

Заземляющий контур присоединяют к объекту болтами. Заземляющую магистраль выполняют из стальной полосы.

В работе необходимо предусмотреть мероприятия по уменьшению шумов и вибрации до уровней, допускаемых санитарными нормами и правилами.

В работе должны быть предусмотрены противопожарные мероприятия общего характера для всего предприятия и по каждому производственному участку и видам работ в соответствии со стандартными и типовыми правилами пожарной безопасности для промышленного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

а) Основная литература

1. Технология ремонта машин: Учебник. / В.М. Корнеев, В.С. Новиков, И.Н. Кравченко [и др.]; под ред. В.М. Корнеева. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 314 с.: ISBN 978-5-16-013020-0 Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=905842> - Загл. с экрана.

2. Зорин В.А. Надежность механических систем: Учебник / В.А. Зорин. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 380 с. ISBN 978-5-16-010252-8 Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=872797> - Загл. с экрана.

3. Терских, С.А. Технология ремонта машин. Проектирование технологии ремонта узла: учеб/ пособие / С.А. Терских, С.И. Торопынин. – Красноярск : КрасГАУ, 2012. – 168 с.

Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90797#book_name/ – Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература

1. Головин, С.Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования: учеб. пособие / С.Ф. Головин. — М. : ИНФРА-М, 2018. – 282 с. – ISBN 978-5-16-011135-3, 978-5-16-103218-3. Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=947775/> - Загл. с экрана.

2. Схиртладзе А.Г. Ремонт технологического оборудования: учебник / А.Г. Схиртладзе, В.А. Скрыбин. – М.: КУРС : ИНФРА-М, 2018. – 352 с. ISBN 978-5-906923-80-6

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=944189> Загл. с экрана.

3. Технология ремонта машин. Лабораторный практикум: учеб. пособие в 2 ч. Ч. I / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов, А.Л. Семешин, В.Н. Корнев. – Орел : Изд-во Орел ГАУ, 2013. — 180 с.

Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71447#book_name/ – Загл. с экрана.

4. Технология ремонта машин. Лабораторный практикум: учеб. пособие в 2 ч. Ч. II / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов, А.Л. Семешин, В.Н. Корнев. – Орел : Изд-во Орел ГАУ, 2013. – 156 с.

Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71419#book_name/ – Загл. с экрана.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Химический состав углеродистых сталей, %

Сталь	C	Mn	Si	Ni	Cu	As	P	S
БСт1кп	0,06...0,12	0,25...0,5	0,05	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт1сп	0,06...0,12	0,25...0,5	0,12...0,30	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт2кп	0,09...0,15	0,25...0,5	0,07	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт2сп	0,09...0,15	0,25...0,5	0,12...0,30	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт3кп	0,14...0,22	0,3...0,6	0,07	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт3сп	0,14...0,22	0,40...0,65	0,12...0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт4кп	0,18...0,27	0,40...0,70	0,07	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт4сп	0,18...0,27	0,40...0,70	0,12...0,30	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт5кп	0,28...0,37	0,50...0,80	0,05...0,17	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт5сп	0,28...0,37	0,50...0,80	0,15...0,35	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт5Гпс	0,22...0,3	0,80...1,20	0,15	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт6пс	0,38...0,49	0,50...0,80	0,05...0,17	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
БСт6сп	0,38...0,49	0,50...0,80	0,05...0,35	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	≤ 0,04	≤ 0,05
08	0,05...0,12	0,35...0,65	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,35
10кп	0,07...0,14	0,35...0,65	0,07				≤ 0,04	≤ 0,35
10	0,07...0,14	0,35...0,65	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,035
15	0,12...0,19	0,35...0,65	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
20	0,17...0,24	0,35...0,65	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
25	0,22...0,3	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
30	0,27...0,35	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
35	0,32...0,4	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
40	0,37...0,45	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
45	0,42...0,5	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
50	0,47...0,55	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
55	0,52...0,6	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
60	0,57...0,65	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
65	0,62...0,70	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04
70	0,67...0,75	0,5...0,8	0,17...0,37				≤ 0,04	≤ 0,04

Приложение 2 – Технологическая свариваемость материалов

Свариваемость	ГОСТ	Марка
Углеродистые, низко- или среднелегированные стали		
Хорошая	380-71	Ст1кп, Ст1сп, Ст1пс, Ст2кп, Ст2пс, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, БСт1кп, Бст1сп, Бст2кп, БСт2пс, БСт2сп, Бси3кп, Бст3пс, БСт3сп, БСт4кп, БСт4сп
	1050-74	08, 10, 15, 20, 25
	4543-71	15Х, 20Х, 20ХГСА, 12ХН2, 12Х2Н4А
	977-75	15Л, 20Л
Удовлетворительная	380-71	БСт5сп, БСт5Гсп
	1050-74	30, 35
	4543-71	20ХН3А
	977-75	30Л, 35Л
Ограниченная	380-71	Ст6пс, Ст6сп, БСт6пс, БСт6сп
	1050-74	40, 45, 50
	4543-71	35ХМ, 30ХГС, 40ХФА, 20Х2Н4А, 40Х, 45Х
	977-75	40Л, 45Л, 50Л
Плохая	1050-74	60Г, 65Г
	4543-71	50ХН
	14959-79	50ХГ, 50ХГА
	977-75	55Л
	1435-74	У7, У8, У8Г, У9, У10, У11, У12, У13, У7А, У8ГА, У9А, У10А, У11А, У12А, У13А
Легированные стали		
Хорошая	5632-72	08Х18Н10, 20Х23Н18, 12Х18Н9Т
Удовлетворительная	5632-72	12Х18Н9
Ограниченная	5632-72	17Х18Н9Т
Плохая	19256-73	Р9, Р18
	5950-73	Х12, Х12М, Х, 9Х, 9Х1, 7Х3, 8Х3, 9ХС, 4ХС, 8ХФ, 3Х2В8Ф, 4ХВ2С, 5ХВ2С, ХВГ, 9ХВГ, 6ХВГ, 5ХНВ, ХВ5, ХВ4, 5ХГМ, 6ХВ2С
Деформируемые алюминиевые сплавы		
Хорошая	4784-74	ММ, АМц, АМцС, Д12, АМг1, АМг2, АМг3, АМг4, АМг5, АМг6

Свариваемость	ГОСТ	Марка
Удовлетворительная	4784-74	АД31, АД33, АД35, АВ, АК6, АК8
Ограниченная	4784-74	АК-4, АК4-1
Плохая	4784-74	В95
Литейные алюминиевые сплавы		
Хорошая	2686-75	АЛ1, АЛ2, АЛ9, АЛ25, АЛ26
Удовлетворительная	2686-75	АЛ3, АЛ4, АЛ5, АЛ7, АЛ8, АЛ10В
Оловянные литейные бронзы		
Удовлетворительная	613-79	Бр03Ц12С5, Бр05Ц5С5, Бр05С25, Бр06Ц6С3, Бр08Ц4, Бр010Ф1, Бр010Ц2
Плохая	613-79	Бр03Ц7С5Н1, Бр04Ц7С5, Бр04Ц4С17, Бр010С10
Безоловянные литейные бронзы		
Хорошая	493-79	БрА9Ж3Л
Удовлетворительная	493-79	БрА9Мц2Л, БрА10Мц2Л, БрА10Ж3Мц2, БрА10Ж4Н4Л, БрА11Ж6Н6, БрА9Ж4Н4Мц1, БрСу3Н3Ц3С20Ф, БрС30, БрА7Мц15Ж3Н2Ц2
Деформируемые бронзы		
Хорошая	5017-74	БрОФ7-0,2; БрОФ6,5-0,15; БрОФ4-0,25; БрОФ2-0,25; БрХ1; БрКМц3-1; БрКН1-3; Бр52*, БрБНТ1,7*; БрБНТ1,9*
Удовлетворительная	5017-74	БрАМц9-2; БрАМц10-2; БрАЖ9-4; БрСр1; БрАЖМц10-3-1,5; БрАЖН10-4-4; БраАЖМц10-3-1,5; БраАЖН10-4-4
Плохая	5017-74	БрА5; БрА7

Примечание.

* Пары берилия ядовиты, необходимы защита сварщика и усиленная вентиляция.

Приложение 3 – Способы восстановления и упрочнения поверхностей деталей

Способы	Сущность	Особенности и назначение
Наплавка	Нанесение слоя расплавленного металла на оплавленную металлическую поверхность путем плавления присадочного материала теплотой кислородно-ацетиленового пламени или электрической дуги	Автоматическая наплавка под слоем флюса - дуга, утопленная в массе флюса, горит под жидким слоем расплавленного флюса в газовом пространстве, образуемом при непрерывном горении дуги, что надежно предохраняет от вредного влияния окружающей среды, уменьшает разбрызгивание металла, улучшает формирование шва. Потери на угар не превышают 2 % от массы расплавленного металла. Коэффициент наплавки составляет 14...16 г/А·ч. Автоматическая наплавка в среде защитных газов - в зону горения дуги подается защитный газ (аргон, углекислый газ, пар и т.п.), он защищает зону сварки от воздействия азота и кислорода. Этот способ дешевле предыдущего, но он способствует выгоранию легирующих элементов и образованию пористости и трещин. Вибродуговая наплавка ведется колеблющимся с частотой 50...110 с⁻¹ и амплитудой 1...3 мм электродом, при этом образуется минимально возможная сварочная ванна и небольшой нагрев детали. Автоматическую наплавку под флюсом применяют для восстановления плоских и цилиндрических деталей с износом более 0,8 мм и диаметром более 40 мм. Автоматическая наплавка в среде защищенных газов используется для ремонта кузовов, кабин автомобилей и для восстановления цилиндрических деталей диаметром 15...80 мм с износом от 0,8 до 2,5 мм, не воспринимающих больших знакопеременных нагрузок. Восстанавливать этим способом коленчатые валы двигателей, цапфы передних колес и т.п. не рекомендуется
Плазменная дуга, сварка и наплавка	Плазма представляет собой высокотемпературный сильно ионизированный газ. Ионизация вещества вызывается действием высокой температурной дуги. Температура плазменной струи 10000...18000 ⁰ С и выше	Возможность концентрации большой тепловой мощности на небольших объемах материалов. Высокая скорость нагрева. Минимальная зона термического влияния. При помощи плазменной струи, кроме нанесения покрытий от 0,1 мм и выше, можно выполнять закалку, резку, сварку и другие работы

Способы	Сущность	Особенности и назначение
Восстановление детали под ремонтный размер	Наиболее сложную деталь обрабатывают механически до установленного размера, а сопрягаемую деталь изготавливают под этот же размер	Так как ремонтные размеры известны, сопрягаемую деталь изготавливают заранее. Взаимозаменяемость сохраняется в пределах ремонтных размеров. Ремонтируют кривошипно-шатунную и гильзо-поршневую группы
Ручная электродуговая и газовая сварка и наплавка.	Нанесение слоя расплавленного металла на оплавленную металлическую поверхность (при сварке на две соединяемые поверхности) путем плавления присадочного материала теплотой электрической дуги и кислородно - ацетиленового пламени	Количество соединений и наплавленного слоя во многом зависит от квалификации рабочего. Заварка трещин и пробоин. Наплавка различных поверхностей
Восстановление деталей постановкой дополнительного элемента.	Изношенные или поврежденные части деталей удаляют, а на их место устанавливают вновь изготовленные и обрабатывают под номинальный размер	Изменяется конструкция детали. Восстановление отверстий и валов постановкой втулок, гильз или колец; ремонт деталей сложной конфигурации: венца шестерен, шлицевой втулки или шлицевого конца вала, постановка резьбовой вставки
Горячее металлопокрытие погружением	Образование покрытия погружением металлического изделия в ванну расплавленного металла	Горячее алюминирование – погружение стальных изделий в ванну расплавленного алюминия с температурой не ниже 680 °С, с образованием поверхностного слоя сплава железа с алюминием толщиной до 0,1 мм. Горячее цинкование - погружение стальных изделий в ванну расплавленного цинка с температурой 450 °С для образования металлопокрытия, состоящего из слоя чистого цинка и твердого слоя сплава железа с цинком. Для повышения стойкости к окислению и коррозионной стойкости при высоких температурах деталей машин

Способы	Сущность	Особенности и назначение
Цементация	Диффузионное насыщение углеродом поверхности изделий из низкоуглеродистой или низколегированной стали при температуре 800...950 °С. По виду карбюризатора цементация бывает газообразной (среда - оксид углерода, метан или иной восстановительный газ, содержащий углерод), твердой (среда - древесной уголь, углекислые натрий, кальций, барий или их смесь), жидкой (среда - соляная ванна на основе цианистого натрия)	Твердость поверхности HV 700...850. Применяют для обработки автомобильных и других деталей машин, инструментов с целью упрочнения поверхностного слоя
Диффузионное насыщение	Диффузионное насыщение поверхностного слоя изделия металлом или сплавом при высокой температуре с использованием насыщающего состава, основным компонентом которого является металл, сплав или металлическое соединение	Диффузионное насыщение алюминием осуществляют в смеси алюминиевого порошка с небольшим количеством хлористого аммония при температуре 850...1000 °С. На поверхности изделия образуется слой сплава железа с алюминием. Диффузионное насыщение хромом осуществляют в смеси феррохрома, йодистого аммония и порошкового каолина при температуре нагрева 950...1100 °С при обработке углеродистой стали, содержащей до 0,3 % С, и 800...950 °С - при обработке высокоуглеродистой стали. Насыщение алюминием поверхностей детали машин производят с целью повышения стойкости к окислению и коррозионной стойкости при высокой температуре. Насыщение хромом поверхностей деталей машин производят с целью повышения коррозионной стойкости, твердости
Газопламенная закалка	Образование упрочненного слоя закалкой после нагрева поверхности стальных изделий пламенем горючей смеси (ацетилена, пропана или светильного газа с кислородом)	Для повышения износостойкости за счет повышения твердости поверхностей деталей машин

Способы	Сущность	Особенности и назначение
Сульфидирование	Образование сульфидного слоя на поверхности стальных изделий в результате диффузии свободной серы, образующейся при температуре обработки (до 600 °С) за счет распада сульфатора, состоящего из нейтральной соли, карбоната или другого неорганического вещества с добавлением сернистого соединения	Сульфидный слой предотвращает заедание, повышает износостойкость. Сульфидирование поверхностей деталей машин производят с целью предотвращения заеданий и повышения износостойкости
Азотирование	Образование нитридного слоя на поверхности изделий из стали, содержащего алюминий, хром, молибден и другие легирующие элементы, при нагреве до 475...580 °С в среде аммиака. Азотирование бывает жидким, газовым и ионным	Твердость поверхности HV 500...1200. Обработка зубчатых колес и других деталей машин с целью повышения твердости поверхностного слоя и усталостной прочности
Нитроцементация	Одновременное насыщение изделий из углеродистой стали азотом и углеродом при нагреве до температуры 750...900 °С в атмосфере, состоящей из газообразного карбюризатора с добавлением нескольких процентов аммиака, с последующей закалкой изделия	Для повышения износостойкости и коррозионной стойкости поверхности деталей машин
Индукционная закалка	Упрочнение закалкой посредством нагрева поверхности стального изделия током высокой частоты (ТВЧ)	Для повышения износостойкости за счет повышения твердости поверхностей деталей машин

Способы	Сущность	Особенности и назначение
Электроискровое упрочнение	Образование упрочненного слоя за счет диффузионного переноса вещества электрода в поверхностный слой изделия в условиях высокотемпературного искрового разряда между изделием и электродом при передаче колебательных движений от магнитного вибратора на электрод, вибрация которого сопровождается периодическим размыканием цепи, соединяющей электрод с изделием с помощью конденсатора, подключенного к источнику тока через сопротивление	При упрочнении поверхности берут инструмент из твердосплавных пластин типа Т15К6, Т15К8 или из пластин феррохрома, графита ЭГ-2. Применяют как способ повышения износостойкости за счет поверхностного упрочнения, обдирки деталей после наплавки, наращивания изношенной поверхности, вырезания канавок и прошивки отверстий любой формы в металле любой твердости
Электромеханическая обработка	Пластическое деформирование поверхности изделия твердосплавной пластинкой при наличии высокой температуры в зоне контакта ($800...900^{\circ}\text{C}$), возникающей в результате пропускания тока большой силы ($350...1300\text{ А}$) через инструмент и деталь	В зависимости от профиля инструмента происходит сглаживание или высадка нагретого металла детали. Объем нагретого металла по сравнению с массой детали весьма мал, что вызывает большую скорость охлаждения за счет отвода тепла внутрь детали и закалку поверхностного слоя. Электромеханическую обработку применяют для восстановления диаметров валов и осей, имеющих износы до $0,35\text{ мм}$, а также как заключительную операцию при обработке деталей
Дробеструйная обработка	Образование механически упрочненного слоя (наклеп) путем бомбардирования поверхности изделия металлической дробью	Для повышения усталостной прочности деталей машины с упрочнением поверхностного слоя на глубину $0,3...0,5\text{ мм}$

Способы	Сущность	Особенности и назначение
Электролитические покрытия: хромирование и железнение	При прохождении электрического тока через электроды, опущенные в раствор солей, кислот или щелочей (электролит), в последнем образуются положительно и отрицательно заряженные ионы. Анионы кислорода, хлора, кислотных и гидроксильных групп перемещаются к аноду и растворяют его с выделением кислорода. Катионы водорода и металлов движутся к катоду и образуют на нем металлический осадок (отложение) и выделяются в виде газа (водород). При электролизе с нерастворимыми анодами электролит пополняют ионами, добавляя в раствор вещество, содержащее ионы осаждаемого металла	При хромировании аноды изготавливают из сплава свинца и сурьмы, они не растворяются. В качестве электролита используют хромовую кислоту, получаемую из хромового ангидрида и серной кислоты. Наибольший выход по току достигается при весовом отношении хромового ангидрида к серной кислоте в пределах от 90 до 120. Концентрация хромового ангидрида в электролите изменяется в пределах от 150 до 350 г/л. Плотность тока может меняться в широких пределах от 15 до 100 А/Дм², напряжение 6...9 В и температура электролита 40...65 °С. Выход по току 13...15 %. При железнении применяют растворимые аноды из малоуглеродистой стали. Их площадь должна быть в 2 раза больше покрываемой поверхности. В качестве электролита наибольшее применение получили растворы хлористого железа, горячие (более 50 °С), холодные (до 50 °С). Выход по току 80...95 %. Предназначены для восстановления деталей с небольшими износами (0,3 мм), поверхность которых должна иметь высокую твердость и износостойкость (плунжерные пары, поршневые пальцы, цилиндры и др.) Железнением восстанавливают стальные и чугунные детали (посадочные места под подшипники, шатуны, клапаны и др.) с износами, достигающими 1...1,5 мм
Электроконтактное напекание	Между вращающейся деталью и медным роликом электродом подают присадочный порошок, который в месте контакта нагревается до температуры спекания и напекается ровным слоем на деталь. Для напекания порошка применяют большую плотность тока 2000...4000 А/дм ² и низкое напряжение 2...4 В	Качество слоя, полученного этим способом, во многом зависит от размеров детали и ролика, от удельного давления, создаваемого роликом, химического состава порошка и окружной скорости детали. Электроконтактное напекание металлических порошков применяют для восстановления деталей типа валов и осей. При диаметрах восстанавливаемых деталей от 30 до 100 мм можно получить слой толщиной от 0,3 до 1,5 мм

Способы	Сущность	Особенности и назначение
Электродная наплавка	Этот процесс отличается от предыдущего тем, что в зону контактного ролика и детали вместо порошка подают присадочную проволоку. Прочное сцепление наплавляемого слоя с поверхностью детали образуется за счет частичного плавления тончайших слоев металла в месте контакта, а также за счет диффузии. Ток наплавки 4000...12000 А, напряжение 1,5...4 В	Качество наплавки и механические свойства слоя зависят от материала присадочной проволоки, удельного давления ролика и скорости наплавки. Этим способом можно наплавлять детали диаметром от 10 мм и больше. Толщина наплавляемого слоя 0,2...1,5 мм. Этим способом можно успешно наплавлять цветные металлы на детали из стали, чугуна различных марок
Пайка	Процесс соединения металлов в твердом состоянии при помощи расплавленного вспомогательного (промежуточного) металла или сплава, имеющего температуру плавления ниже, чем соединяемые металлы	По температуре плавления припоев процессы пайки подразделяют на два основных вида: пайка легкоплавкими (до 450 °С) припоями и пайка тугоплавкими (выше 450 °С) припоями. Простота и высокая производительность процесса, сохранение точной формы, размеров и химического состава деталей. Устранение течи в различных резервуарах и трубопроводах, соединение электропроводов
Полимерными материалами	Применяют в виде склеивающих веществ и для нанесения покрытий. Нанесение покрытий в псевдосжиженном слое - деталь нагретую до соответствующей температуры, опускают в камеру с полимерным порошком, находящемся в псевдосжиженном (взвешенном) состоянии	Высокая износостойкость, низкая твердость и склонность к старению. Покрытиями восстанавливают, как правило, мелкие детали сельскохозяйственной техники, не испытывающие ударных нагрузок. Клеевыми составами заделывают трещины, склеивают детали, приклеивают фрикционные накладки

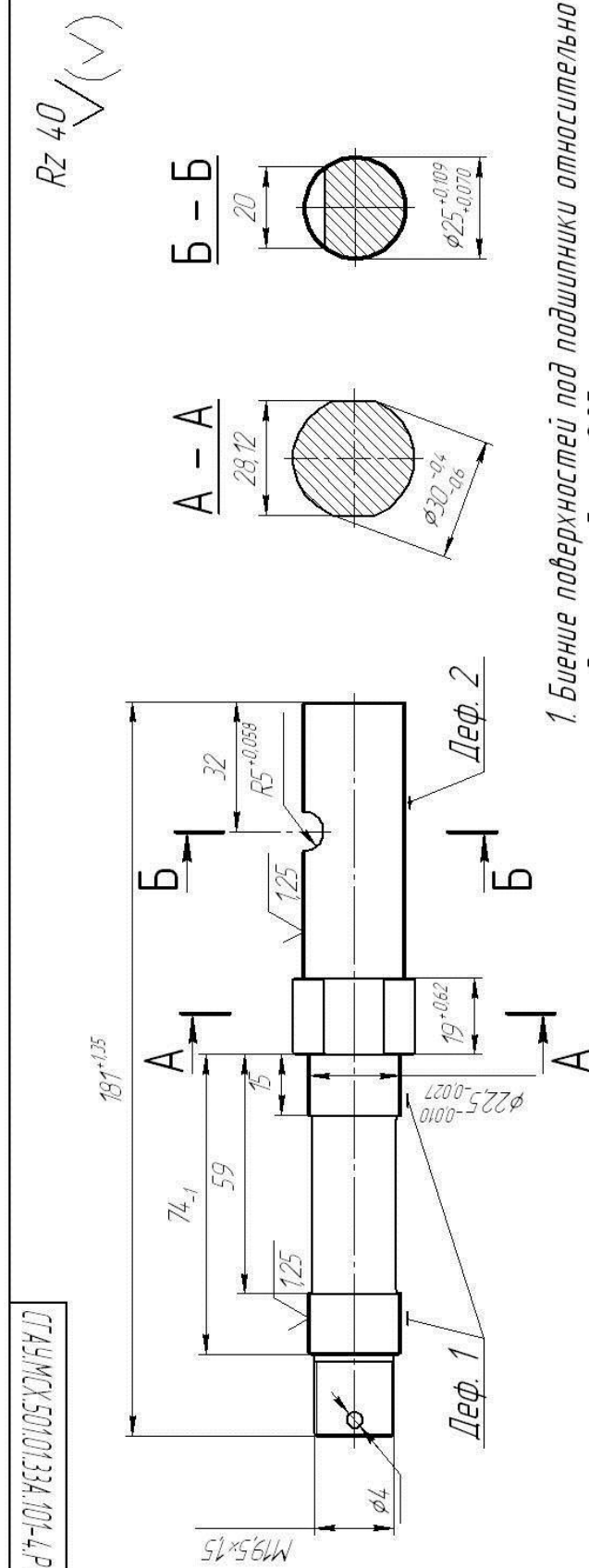
Способы	Сущность	Особенности и назначение
	Газоплазменное нанесение покрытия - струю сжатого воздуха с взвешенными в ней частицами порошка пропускают через факел ацетилено - воздушного пламени. Литье под давлением - изношенную деталь устанавливают в пресс - форму, имеющую нормальные размеры ремонтируемой детали, и с помощью литейной машины под давлением наращивают слой полимерного материала	
Обработка давлением	Восстановление деталей давлением основано на свойстве металлов - пластической деформации, т.е. способности изменять свою форму под давлением с нагревом или без него	При восстановлении без нагрева требуются большие нагрузки. Пластическая деформация металла происходит без изменения его структуры за счет сдвигов внутри металла. В результате изменяются механические свойства: снижается вязкость и повышается твердость. При восстановлении с нагревом до температуры, равной 0,8...0,9 температуры плавления, необходимое усилие значительно снижается. Пластическое деформирование детали происходит вследствие сдвига целых зерен металла. При этом изменяются структура и механические свойства металла. Восстановление наружных размеров пустотелых деталей раздачей (поршневые пальцы и др.), внутренних размеров обжатием детали (корпуса насосов гидросистем, отверстий проушин звеньев гусениц и др.), внутренних и наружных размеров осадкой детали (штулка верхней головки шатуна и др.), восстановление ширины шлиц путем раздачи

Приложение 4 – Характеристика способов восстановления деталей

Оценочные показатели	Наплавка				Электроли- тические покрытия		Обработка под ремонтный размер	Пластическое деформирование
	Ручная электро- дуговая	Механизированная			Хромирова ние	Железне- ние		
		В зоне углекис лого газа	Под слоем флюса	Виброду говая				
Коэффицие нт износостой кости	0,70	0,72	0,92	1,0	1,67	1,91	0,95	1,0
Коэффицие нт выносливо сти	0,60	0,90	0,87	0,62	0,97	0,82	0,90	0,9
Коэффицие нт сцепления	1,0	1,0	1,0	1,0	0,82	0,65	1,0	1,0

Приложение 5 – Примерные коэффициенты долговечности некоторых деталей при их восстановлении различными способами

Деталь, вид сопряжения и характер работы		Цилиндрические поверхности	Шлицевые поверхности	Цилиндрические поверхности деталей – внутренние кольца подшипников качения	Цилиндрический стержень с возвратно-поступательным перемещением - направляющие	Валы, оси - втулки	Вал-подшипник скольжения (при знакопеременной нагрузке)	Вал-подшипник скольжения (при статической нагрузке)
Материал сопряженных деталей		Сталь легированная	Сталь легированная	Сталь подшипниковая	Серый чугун	Бронза	Баббит бронза	Баббит бронза
Коэффициент долговечности	Ремонтные размеры	0,9	—	—	0,95...1,0	0,9...1,0	0,9...1,0 0,85...1,0	0,95...1,0 0,9...1,0
	Хромирование	0,9...1,0	—	1,5...1,8	2,5...3,0	1,2...1,3	1,1...1,25 1,0...1,1	1,5...1,8 1,1...1,3
	Железнение	0,8...1,1	—	0,8...1,1	0,8...0,95	1,1...1,2	0,92...1,0 0,85...0,8	1,0...1,2 1,1...1,2
	Вибродуговая наплавка	0,8...0,9	—	0,8...1,0	—	0,9...1,0	0,7...0,8 0,75...0,8	0,9...1,0 0,9...1,0
	Наплавка под флюсом	—	0,8...0,1	0,95...1,0	—	0,8...0,9	0,75...0,85 0,75...1,8	0,8...1,1 0,85...1,0
	Наплавка в углекислом газе	0,7...0,8	0,8...0,9	0,8...0,95	—	0,75...0,9	0,6...0,8 —	0,85...0,9 0,8...0,85
	Ручная газовая наплавка	0,9	—	—	—	0,7	— —	— —
	Электродуговая наплавка	—	0,7...0,8	0,9	—	0,7...0,75	— —	— —



1. Биение поверхностей под подшипники относительно осей детали не более 0,35 мм.
2. Наплавленный слой должен быть ровным, плотным, без пропусков и раковин.
3. Твердость наплавленных поверхностей HB 230...280.
4. На 10 см² поверхности допускается не более одной мелкой раковины величиной по наибольшему измерению до 1 мм и глубиной не более 0,5 мм.
5. Неуказанные предельные отклонения валов – по h 14, остальных $\pm IT 14/2$.

№	Наименование дефекта	Коэффициент податваемости дефекта		Основной способ устранения	Допускаемый способ устранения
		От общего количества деталей, поступивших в ремонт	От общего количества ремонтнопригодных деталей		
1	Износ поверхностей под шлицевым соединением	0,98	1	Наплавка в среде углекислого газа	Наплавка под слоем флюса
2	Износ поверхностей под шлицевым соединением	0,97	1	Наплавка в среде углекислого газа	Наплавка под слоем флюса

Технологический маршрут: мясная, дефектовочная, токарная, наплавочная, токарная, шлифовальная, фрезерная, контрольная.

[illegible]

Ид. № подл.	Ид. № докум.	Взам. инд. №	Ид. № докум.	Ид. № подл.
Ид. № подл.	Ид. № докум.	Взам. инд. №	Ид. № докум.	Ид. № подл.

Наименование	№ документа

Приложение 7 – Пример выполнения технологической документации (маршрутных карт)

[illegible]

