

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
РГП «КАСПИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА им. Ш. Есенова

Г. М. Мухамбетов

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**



Ақтау 2011

УДК 621.7 (075.8)  
ББК 34.5 Я 73

Рецензенты: Директор транспортного колледжа КазАТК им. М.Тынышпаева д.т.н., профессор Карсыбаев Е.Е., директор Морского тренажерного центра д.т.н., профессор Жумаев Ж., доцент кафедры «Транспорт и организация перевозок» КГУТиИ им. Ш. Есенова к.т.н. Табылов А.У.

**Мухамбетов Г.М.**

**М92. Технология ремонтного производства:** Учеб. пособие - Актау: Изд-во РГП «Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова», 2011.- 103с.

ISBN 978-601-7349-06-6

Рассмотрена методика выбора способов восстановления при ремонте оборудования на машиностроительных предприятиях. Описаны типовые технологические процессы восстановления корпусных деталей, валов и зубчатых колес. Приведены примеры проектирования технологических процессов ремонта для различных деталей и устройств.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Машиностроение», «Транспортная техника и технологии», «Морская техника и технологии» при изучении дисциплин, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом различных машин, установок и оборудования. Оно может быть полезно также специалистам машиностроительных, авторемонтных, судоремонтных и судостроительных предприятий.

УДК 621.7 (075.8)  
ББК 34.5 Я 73

Рекомендовано Учебно – методическим Советом университета КГУТиИ им. Ш. Есенова в качестве учебного пособия для использования в учебном процессе.

© РГП «КМТЖиУ имени Ш. Есенова».

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА.....	5
1.1 Выбор оптимальных способов восстановления деталей .....	5
1.2 Выбор организационных форм восстановления деталей.....	6
1.3 Выбор технологического процесса восстановления детали.....	9
1.4 Методы чистовой механической обработки при ремонте.....	11
Глава 2 ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ.....	16
2.1 Ремонт корпусных деталей.....	16
2.2 Ремонт гладких и шлицевых валов.....	25
2.3 Технология ремонта зубчатых колес.....	28
2.4 Последовательность выполнения операций.....	30
Глава 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА МАШИН И ДЕТАЛЕЙ.....	32
3.1 Технологический процесс ремонта электронасоса НЦВС-40/30М.....	32
3.2 Восстановление поврежденных деталей насоса.....	36
3.3 Проектирование технологического процесса восстановления шеек коленчатого вала маломощного двигателя.....	40
3.4 Проектирование технологического процесса ремонта промежуточного вала.....	46
3.5 Проектирование технологического процесса ремонта валика водяного насоса.....	66
3.6 Проектирование маршрутной карты ремонта вала редуктора .....	76
3.7 Примеры заполнения технологической документации на ремонт вала.....	78
Литература .....	82
Приложение.....	83

## Введение

Эффективное использование машин и оборудования обеспечивается высоким уровнем их технического обслуживания и ремонта, наличием необходимого числа запасных частей. Восстановление машин обеспечивает экономию высококачественного металла, топлива, энергетических и трудовых ресурсов, а также рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды.

Высокое качество ремонта машин может быть достигнуто совместными усилиями инженерно-технических работников и рабочих ремонтных участков. Важно, чтобы специалисты, занятые ремонтом производственного оборудования, знали не только назначение, конструкцию, износ и неисправности деталей, но и в совершенстве владели современными способами и приемами сварки и наплавки, нанесения гальванических, газотермических и полимерных покрытий, пластического деформирования, механической, термической и упрочняющей обработки.

Технологические процессы ремонта деталей изложены с указанием приемов их осуществления непосредственно на рабочих местах с конкретизацией применяемого оборудования, материалов и режимов операций.

Учебное пособие предназначено для одной из основных профилирующих учебных дисциплин, обеспечивающей подготовку специалистов-механиков к исполнению своих профессиональных обязанностей, формирующей знания, умения и навыки, необходимые для выполнения работ по технической эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту.

*Предметом* пособия являются технологические методы ремонта механосборочного оборудования различного назначения.

*Целью пособия* является подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности, освоение ими основ технологии технического обслуживания и ремонта механосборочного оборудования и другой техники.

В данном пособии ставится задача дать студентам знания для успешного решения задач по рациональному и эффективному ремонту производственной техники на основе развития современной науки и техники, применения современных методов проектирования технологических процессов ремонта. Способствовать приобретению студентами практических навыков выбора оптимальных методов ремонта.

Изложенный материал неразрывно связан с другими учебными дисциплинами по проектированию техники, научной организацией управления и планирования труда, проектированием ремонтных предприятий, цехов и базируется на предшествующем изучении студентами общеинженерных и специальных технологических дисциплин.

## ГЛАВА I ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА

### 1.1 Выбор оптимальных способов восстановления деталей

В ремонтном производстве в настоящее время используется большое количество различных способов устранения дефектов деталей. Опыт работы показывает, что одни и те же дефекты можно устранять различными способами [1]. Каждый из способов имеет свои положительные и отрицательные стороны. Выбор того или иного способа устранения дефекта является трудной задачей, от правильного решения которой во многом зависят качество и эффективность восстановления детали.

*Основные сведения.* Покрытия из металлов, сплавов, псевдосплавов и пластмасс наносят на поверхность деталей для защиты их от разрушения в эксплуатации, увеличения срока службы, восстановления размеров, получения антифрикционных, а также жаро- и коррозионно- стойких деталей.

Материал деталей и покрытий может быть однородным или разнородным, т. е. покрытия могут быть одно- или многослойными (из одинаковых или различных материалов) или образовываться несколькими одновременно наращиваемыми материалами, образующими сплавы или псевдосплавы. При выборе способа нанесения покрытия необходимо учитывать свойства, получаемые при этом деталями.

Условия эксплуатации определяют выбор покрытия, устойчивого при переменных, контактных, ударных и других нагрузках. Долговечность деталей с различными покрытиями в изменяющихся условиях эксплуатации неодинакова и зависит от состава наращиваемого слоя, формы деталей и способности их поверхности удерживать наносимый слой.

На выбор способа восстановления влияют следующие факторы [2]:

- эксплуатационные (величина износа, характер дефекта);
- конструктивные (материал, размер, форма деталей);
- технологические (точность обработки, вид химико-термической обработки, твердость);
- технико-экономические (надежность, себестоимость, дефицитность материала, потери от простоя машины в ремонте).

Оценить влияние этих факторов при выборе способов устранения дефектов деталей можно с помощью специально разработанных критериев.

#### 1. Критерий применимости (технологический).

Безразмерный, рассматривается как функция, зависящая от шести аргументов (факторов):

- материал детали, подлежащей восстановлению;
- форма и диаметр восстанавливаемой поверхности детали;
- величина поверхности детали, подлежащей восстановлению;
- величина и характер воспринимаемой деталью нагрузки;
- сумма технологических особенностей способа, определяющих область его рационального применения.

2. *Критерий долговечности.* Определяется работоспособностью восстанавливаемых деталей, оцениваемой с помощью коэффициента долговечности,

под которым понимается отношение срока службы восстановленной детали к сроку службы новой. Критерий долговечности определяется как функция трех аргументов (факторов):

- коэффициент износостойкости;
- коэффициент выносливости;
- коэффициент сцепляемости.

3. *Технико-экономический критерий*. Определяется по удельным затратам на восстановление и изготовление соответствующей детали:

- коэффициент производительности способа;
- показатель экономичности способа.

Выбранный окончательно метод восстановления детали должен обеспечивать максимальную производительность труда при минимальных затратах, обеспечивать восстановление размеров и формы в соответствии с ТУ на ремонт, расчетную толщину покрытия без больших припусков на механическую обработку и требуемые эксплуатационные свойства (твердость, износостойкость, усталостную прочность, долговечность).

При выборе способа и технологии восстановления большое значение имеют размеры дефектов; выделяются три группы размеров - до 0,5 мм; 0,5...2 мм и св. 2мм.

## **1.2 Выбор организационных форм восстановления деталей**

Детали, требующие восстановления, имеют, как правило, не один дефект, а несколько. Причем дефекты у деталей могут повторяться в определенных сочетаниях. Эта закономерность учитывается при выборе организационных форм восстановления деталей.

Известны три организационные формы восстановления деталей [2]:

- подефектная технология;
- маршрутная технология;
- маршрутно-групповая технология.

*Подефектная технология* разрабатывается на каждый дефект детали. Она применялась на ранних стадиях существования ремонтного производства. Ей присущи следующие недостатки:

- необходимость комплектования партий восстанавливаемых деталей без учета количества и сочетания дефектов;
- невозможность восстановления партии деталей, запущенных в производство, по единому технологическому процессу. Такая партия в производстве не сохраняется, а распадается группами по производственным участкам (рисунок 1);
- трудность учета трудовых и материальных затрат;
- нарушение планомерной загрузки рабочих мест;
- невозможность запуска в производство больших партий деталей и нецелесообразность применения специализированного высокопроизводительного оборудования и оснастки.

На современных крупных ремонтных заводах, а также специализированных предприятиях и цехах по восстановлению деталей применение подефектной технологии стало неэффективным [2].

*Маршрутная технология* разрабатывается на комплекс (сочетание) дефектов детали, устраняемых в определенной последовательности.

Детали с одинаковыми сочетаниями дефектов объединяются в группы (маршруты), на которые разрабатывается единая технология. При разработке маршрутной технологии и формировании маршрутов учитываются частота и повторяемость дефектов деталей. Для устранения дефектов данного сочетания предусматривается строго определенная последовательность восстановительных операций.

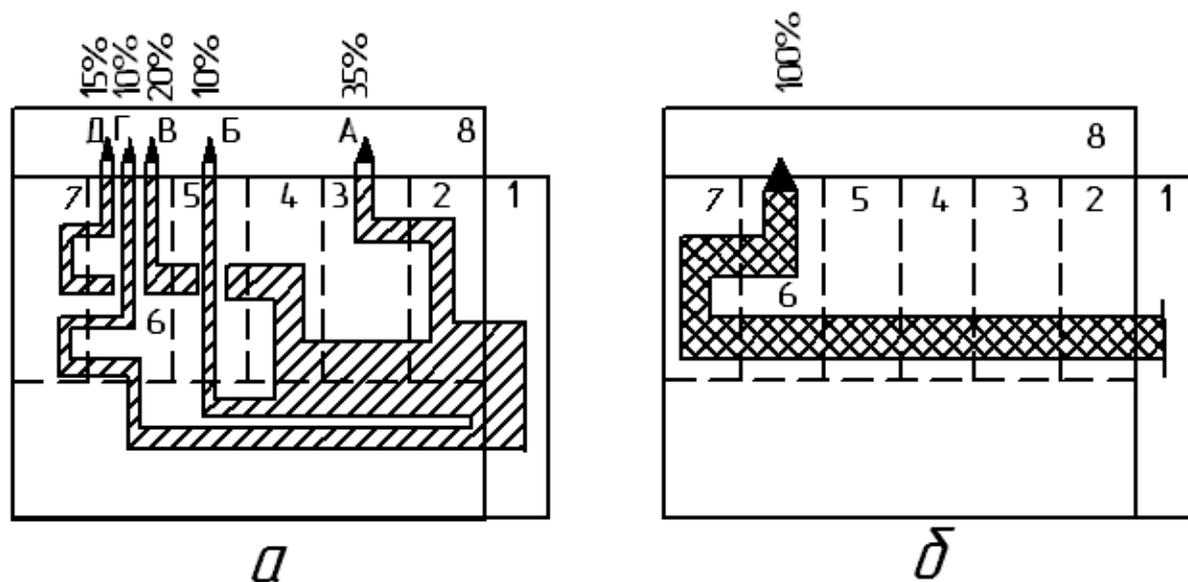


Рисунок 1. Схема движения деталей по производственным участкам.

*а* — подефектная технология; *б* — маршрутная технология;

1—склад; 2, 3, 4, 5, 6, 7 — производственные участки восстановления деталей; 8 — участок комплектования;

*А, Б, В, Г, Д* — пути движения отдельных групп деталей из запущенной в производство одной партии.

Количество маршрутов предусматривается в зависимости от количества наиболее часто встречающихся сочетаний дефектов деталей данного наименования. Количество маршрутов должно быть минимальным. На каждый маршрут оформляется маршрутно-технологическая карта, в соответствии с которой устанавливается последовательность выполнения технологических операций (см. рисунок 1).

Маршрутная технология улучшает организацию восстановления деталей, устраняет загромождение производственных участков деталями, упрощает учет и планирование работ, но требует более четкой организации работы дефектовочного участка.

*Маршрутно-групповая технология* разрабатывается для деталей различных наименований, объединенных в классы и группы по конструктивному подобию, массе, габаритам, характеру дефектов, материалу и другим признакам.

Для созданных классов и групп деталей разрабатываются типовые технологические процессы восстановления с использованием маршрутной технологии. Маршрутно-групповая технология позволяет разрабатывать типовые технологические процессы для восстановления определенного класса (группы) деталей. Она применяется в условиях серийного и крупносерийного централизованного восстановления деталей промышленными методами и обладает целым рядом преимуществ по сравнению с первыми двумя организационными формами восстановления деталей.

Маршрутно-групповая технология создает предпосылки к применению высокопроизводительного оборудования, повышению производительности труда и качества восстановления деталей, внедрению поточного метода восстановления деталей, снижению себестоимости работ.

Кроме технологических организационных форм восстановления деталей, следует различать и организационные формы восстановления деталей по месту их выполнения. Существуют следующие три организационные формы:

- восстановление деталей в общеремонтных цехах или участках на отдельных рабочих местах;
- восстановление деталей в специальных цехах или отдельных участках авторемонтного завода;
- централизованное восстановление деталей промышленными методами на специализированных предприятиях или цехах.

Первая организационная форма самая несовершенная. Восстановление деталей при ней носит случайный характер, отсутствует стабильная основательная технология, невозможно применение специализированного оборудования, стоимость восстановления деталей высокая.

Вторая организационная форма применяется на крупных ремонтных заводах. Номенклатура восстанавливаемых деталей невелика. Применение промышленной передовой технологии восстановления деталей затруднено.

Наиболее совершенной формой организации восстановления деталей является централизованное восстановление деталей на специализированных предприятиях или цехах. Эта форма позволяет применять наиболее передовые современные технологические процессы, высокопроизводительное оборудование, получать высокое качество восстановления деталей.

### 1.3 Выбор технологического процесса восстановления детали

В настоящее время механизмы, в основном, ремонтируются восстановлением геометрической формы деталей механической обработкой; восстановлением номинальных размеров деталей; нанесением на их поверхности слоя металла и путем замены изношенных деталей новыми.

В зависимости от условий, в которых производится ремонт механизма, и выбирается наиболее целесообразный способ, обеспечивающий высокое качество ремонта и наименьшую его себестоимость. Эффективность применения некоторых способов обработки и покрытий поверхностей деталей показана в таблице 1.

Применение того или иного метода ремонта определяется условиями работы детали, конструктивными ее особенностями, материалом, последующей термической обработкой, характером и величиной износов рабочих поверхностей, экономичностью процесса и технической оснащенностью ремонтного предприятия. Так, например, стальные детали, имеющие износ более 0,8 мм, ремонтируются путем наплавки на их поверхность слоя металла. При износах деталей меньше 0,3 мм их размеры восстанавливаются пластическим деформированием или электролитическим хромированием. Тонкостенные детали сложной конфигурации нецелесообразно восстанавливать способом на плавки, так как вследствие возникающих внутренних напряжений они подвергаются деформированию.

Таблица 1. Эффективность применения некоторых способов обработки и покрытий поверхностей деталей [4]

Способ обработки или покрытия	Детали	Эффективность
Фосфатирование	Поршневые кольца, толкатели, шестерни	Улучшение приработки, предотвращение задигов, повышение износостойкости.
Сульфоцианирование	Втулки цилиндров, шестерни, валы	Улучшение приработки, предотвращение задигов, повышение износостойкости.
Сульфидирование	Втулки цилиндров, коленчатые валы, шестерни, плунжерные пары топливных насосов	Повышение износостойкости и усталостной прочности в 1,5...2,0 раза, снижение вероятности образования задигов.
Азотирование газовое или жидкостное	Поршни, поршневые кольца	Улучшение приработки, снижение вероятности образования задигов
Пористое хромирование	Поршневые кольца, пальцы	Улучшение приработки, снижение износа пары кольцо—цилиндр в 1,5...2 раза
Плотное хромирование	Коленчатые валы, поршневые кольца, втулки цилиндров, стержни клапанов	Снижение износа хромированных поршневых колец в 1,5...2,0 раза по сравнению с износом нехромированных колец

Продолжение табл.1

Молибденовое покрытие	Поршни, поршневые кольца	Улучшение приработки, снижение вероятности образования задиров, уменьшение износа пары
Молибденовое напыление по хромовому покрытию	Поршневые кольца	Улучшение приработки, уменьшение вероятности образования задиров
Алитирование	Выпускные клапаны	Повышение износостойкости рабочей фаски клапана в 1,5...2 раза
Оксидирование	Поршни	Увеличение износостойкости кольцевой канавки
Никелирование	Поршни	Увеличение износостойкости кольцевой канавки
Меднение	Прокладки, поршневые кольца, шестерни и т. п.	Улучшение приработки, снижение вероятности образования задиров, улучшение уплотнения
Пластическое деформирование	Коленчатые валы, клапаны, шатуны, болты, поршни (отверстие под палец, верхняя кольцевая канавка) и т. п.	Повышение усталостной стойкости и снижение износа
Виброраскатка	Втулки цилиндров, вкладыши подшипников коленчатого вала и др.	Повышение маслостойкости, улучшение приработки, снижение вероятности образования задиров, уменьшение износа

При ремонте таких деталей выбираются способы, которые не вызывают в металле структурных изменений и внутренних напряжений, например, электролитическое хромирование, осталивание и др.

Во всех случаях качество ремонта детали должно удовлетворять требованиям технических условий на ремонт данного механизма. Износостойкость восстановленных деталей должна быть высокой, а механические свойства металла оставаться в пределах нормы.

Возможные варианты ремонта сравниваются между собой по экономичности. Выбирается такой вариант, который обеспечивает хорошее качество и имеет наименьшую себестоимость. При выборе варианта ремонта учитываются и производственные возможности ремонтного предприятия, наличие станочного и специального оборудования, приспособлений, инструмента и специалистов-ремонтников.

Последовательность выполнения операций ремонта устанавливается с учетом их особенностей. Например, восстановление правильного взаимного расположения рабочих поверхностей некоторых деталей производится их правкой, а после правки базовые поверхности деталей подвергаются механической обработке (протачивание или растачивание). Для протачивания детали устанавливаются и закрепляются по наиболее точным, неизношенным поверхностям.

Правильное закрепление деталей на станках или в приспособлениях влияет на точность и продолжительность выполнения операций.

Выбор и создание установочных баз при ремонте деталей являются более сложной задачей, чем при их изготовлении. В большинстве случаев ремонтни-

руемые детали имеют неправильную геометрическую форму и значительные деформации. У многих деталей отсутствуют первоначальные установочные базы.

После восстановления или исправления базовых поверхностей ремонту подвергаются все остальные изношенные поверхности деталей. Сначала выполняются операции, связанные с высоким нагревом, при котором возможны структурные изменения металла и деформации деталей, например, наплавка, сварка или термообработка. Затем выполняются операции, не связанные с нагревом детали, например, электролитические процессы осталивания или хромирования, и в последнюю очередь производится окончательная механическая обработка.

При подробной разработке технологического процесса ремонта детали указываются операции, переходы, оборудование, приспособления, инструмент, режимы обработки и норма времени. В необходимых случаях проектируются предназначенные к применению при ремонте детали, приспособления и инструменты. Проектирование, изготовление и приобретение новой технологической оснастки и оборудования производится после выяснения эффективности и целесообразности ее применения. Почти всегда, когда ремонт механизмов производится в специализированных цехах или участках, применение оснастки и специальных приспособлений оказывается целесообразным.

В тех случаях, когда ремонт механизмов производится в обычных (неспециализированных) цехах, оказывается целесообразным применять универсальные приспособления и использовать минимально необходимое количество специальных приспособлений и оснастки.

В заключение составляются технологические карты как на ремонт отдельных деталей, так и всего механизма.

#### **1.4 Методы чистовой механической обработки при ремонте**

При ремонте машин и механизмов, особенно дизелей, для повышения качества изготовления применяют различные способы тонкой и доводочной обработки. К таким способам относят тонкое точение, шлифование, хонингование, притирочное шлифование, отделочное шлифование (суперфиниширование), притирку. Шероховатость и точность при механической обработке различными способами приведены в таблице 2. Последовательность и число операций, выполняемых при обработке отверстий, в зависимости от их точности можно определить по таблице 3.

*Тонкое точение* (прецизионное) выполняют на особо точных станках, называемых прецизионными, и при высоких скоростях резания (1000 м/мин и более), малых подачах (0,01...0,15 мм/об) и малых глубинах резания (0,05...0,3 мм). По сравнению с обычными токарными и расточными станками прецизионные станки отличаются высокой точностью. При точении на них получают поверхности правильной геометрической формы, с точным расположением осей и шероховатостью до 8-го квалитета и выше.

При растачивании отверстий в бронзовых деталях и во вкладышах подшипников, залитых баббитом, резцами, армированными алмазами, обеспечивают шероховатость поверхности до Ra 0,63 и Ra 0,32 . Точность размеров при этом обеспечивается по качеству 7...9 (ЕСДП СЭВ).

При серийном ремонте методом взаимозаменяемости в специализированных цехах тонкое точение применяют для окончательной обработки вкладышей подшипников по наружному и внутреннему диаметрам, растачивания отверстий в бобышках поршней под поршневой палец и отверстий в головках шатунов, обтачивания втулок верхней головки шатуна, направляющих втулок клапанов в крышках цилиндров и других деталей с целью обеспечения размеров не ниже качества 7 или Ra =1,25 шероховатости поверхности.

*Тонкое шлифование* применяют для наружного шлифования деталей поршневых пальцев, стержней впускных и выпускных клапанов, осей и валиков привода клапанов на крышках цилиндров и др.

Его отличие от обычного шлифования — малые припуски на, снятие (примерно 0,04...0,08 мм на диаметр) и другие режимы правки круга.

Тонкое шлифование применяют для достижения высокого качества изготовления обрабатываемой детали по форме с шероховатостью поверхности менее Ra=1,25. Обычно тонкое шлифование выполняют на круглошлифовальных станках, имеющих приспособление для тонкой правки шлифовального круга.

Для шлифования используют обычные абразивные и шлифовальные круги из синтетических алмазов плоские прямого профиля (АПП). Алмазный абразивный инструмент состоит из алмазосодержащего рабочего слоя, прочно соединенного с корпусом. Форму и размеры инструмента определяют условия обработки детали. Алмазный слой инструмента характеризуется маркой связки, маркой и зернистостью алмазов, относительной концентрацией алмазов.

Таблица 2. Шероховатость и точность при механической обработке [3]

Вид обработки	Шероховатость <i>Ra</i> мкм	Квалитет точности <i>IT</i>	Вид обработки	Шероховатость <i>Ra</i> мкм	Квалитет точности <i>IT</i>
<b>ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ</b>					
<b>Обтачивание</b>			<b>Отрезка</b>		
Черновое	50...6,3	14,13,12	Резцом	100...25	17...14
Получистовое	25...1,6	13,12,11	Фрезой	50...25	17...14
Чистовое	6,3...0,4	10,9,8	<b>Строгание, долбление</b>		
Тонкое	1,6...0,2	9,8,7,6	Черновое	25...12,5	14,13,12
<b>Фрезерование</b>			Чистовое	12,5...3,2	13,12,11
Черновое	12,5...6,3	14,13,12	Тонкое	1,6...0,8	10,9,8,7
Чистовое	6,3...3,2	11,10	<b>Нарезание резьбы</b>		
Тонкое	1,6...0,8	9,8,7	Плашкой, метчиком	12,5...3,2	8,7,6

Продолжение табл. 2

			Резцом, гребенкой	6,3...3,2	8,7,6
			фрезой	6,3...3,2	8
<b>Строгание</b>	6,3...3,2	10,9,8,7	<b>Шлифование</b>		
Фрезерование	3,2...1,6	10,9,8,7	получистовое	6,3...3,2	9,8
<b>Шлифование</b>	0,8...0,4	6,5	Чистовое	1,6...0,2	7,6
шевингование	1,6...0,8	6,5	тонкое	0,4...0,2	6,5
			Притирка, суперфиниширование	0,8...0,2	5,4
<b>ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ</b>					
<b>Сверление и рассверливание</b>	25...6,3	13,12,11,10,9	<b>Растачивание</b>		
<b>Зенкерование</b>			черновое	25...1,6	13,12,11
черновое	25...6,3	13,12	чистовое	6,3...0,4	10,9,8
чистовое	6,3...2,5	11,10,9,8	тонкое	3,2...1,6	7,6,5
<b>Развертывание</b>			<b>Шлифование</b>		
нормальное	12,5...0,8	11,10	получистовое	6,3...3,2	9,8
точное	6,3...0,4	9,8,7	чистовое	1,6...0,2	7,6
тонкое	3,2...0,2	6,5	тонкое	0,4...0,2	6,5
<b>Протягивание</b>			Притирка, хонингование	1,6...0,2	5,4
черновое	12,5...0,8	11,10			
чистовое	6,3...0,2	9,8,7,6			

(за 100%-ную концентрацию принята такая доля алмазов, при которой в 1 см алмазного слоя находится 4,4 карата алмазов).

*Хонингование* (притирочное шлифование) детали применяют после тонкого растачивания и шлифования. Его выполняют на специальных (хонинговальных) станках с помощью хонинговальных головок с закрепленными в них абразивными брусками из электрокорунда (Э), карбида кремния и синтетического алмаза (АБХ, АБХН, АББХ). При хонинговании абразивные бруски получают одновременно вращательное и возвратно-поступательное движение. При этой операции снимают с поверхностей припуски, оставшиеся после чистового (0,04...0,08 мм) и тонкого (0,02...0,04 мм) растачивания и после шлифования (0,01...0,03 мм). В качестве рабочей жидкости при хонинговании применяют смесь керосина (80...90)% с турбинным или веретенным маслом (20...10%), а при хонинговании чугунных деталей — чистый керосин. При ремонте дизелей хонингуют втулки рабочих цилиндров, цилиндры компрессоров и др. Отделочное шлифование (суперфиниш, микрошлифование) выполняют на специальных станках для повышения качества поверхности гладких цилиндрических деталей после обработки на круглошлифовальном станке. Для такого шлифования используют абразивные бруски, закрепленные в головке суппорта станка.

Таблица 3 Последовательность и число операций, выполняемых при обработке отверстий, в зависимости от их точности

Диаметр	Заготовка	Квалитет отверстия
---------	-----------	--------------------

отверст.		11	9, 10	7, 8
До 10	Из сплошного материала	Сверление	Сверление, развертывание	Сверление, черновое развертывание, чистовое развертывание
10...30	Из сплошного материала	Сверление и зенкерование	Сверление, зенкерование или растачивание, развертывание	Сверление, зенкерование или черновое растачивание, чистовое развертывание
	С отверстием, полученным при литье или прошитым; припуск на диаметр до 4 мм	Растачивание или зенкерование	Растачивание или зенкерование, развертывание	Растачивание или зенкерование, развертывание черновое, развертывание чистовое
30...100	Из сплошного материала	Сверление, рассверливание, зенкерование или (вместо рассверливания и зенкерования) растачивание	Сверление, развертывание, зенкерование или (вместо рассверливания и зенкерования) растачивание, развертывание	Растачивание, зенкерование или (вместо рассверливания и зенкерования) растачивание, черновое развертывание, чистовое развертывание
	С отверстием, полученным при литье или прошитым; припуск на диаметр до 6 мм	Растачивание или зенкерование	Растачивание или зенкерование, развертывание	Растачивание или черновое зенкерование, чистовое развертывание
Св. 100	То же	Черновое растачивание, чистовое растачивание	Черновое растачивание, получистовое растачивание, чистовое растачивание или развертывание специальной разверткой	Черновое растачивание, получистовое растачивание, чистовое растачивание или развертывание специальной разверткой

*Суперфиниширование* – это отделочное шлифование и заключается в том, что наряду с вращательным движением от детали в центрах станка абразивные бруски получают колебательное движение вдоль оси детали с амплитудой 3...6 мм и вместе с суппортом станка возвратно-поступательное движение со скоростью 1,5...2 м/мин. При этом металл срезают в пределах высоты микронеровностей профиля без существенного изменения размеров и микрогеометрии поверхности, шероховатость исходной поверхности повышается на 2...3 класса. Стальные детали обрабатывают брусками из электрокорунда или из искусственных алмазов, а детали из чугуна и цветных сплавов — брусками из карбида кремния. В качестве рабочей жидкости при суперфинише используют смесь керосина (80...90%) с веретенным или турбинным маслом (10...25). Отделочное шлифование применяют для поршневых пальцев, валиков и осей привода газораспределения, распределительных валов и т. п.

*Притирка* — это высокоточный процесс отделки поверхностей, обеспечивающий их шероховатость  $Ra=0,08\dots0,32$  и точность обработки, равную 5 или 6-му качеству. При ремонте механизмов применяют ручную, машинно-ручную, механическую и монтажную притирку. Ручную притирку выполняют на плоских притирах — плитах, дисках; машинно-ручную — на простых станках; механическую — на станках, автоматически обеспечивающих все необходимые движения. Монтажная притирка заключается в совместной взаимной притирке двух сопрягаемых деталей. При ремонте дизелей ручную, машинно-ручную и механическую притирки применяют для восстановления топливной аппаратуры, монтажную — для совместной доводки плунжерных и клапанных пар топливных насосов, иглы с корпусом распылителя и для взаимной притирки клапанов с седлами. Для притирки стальных и чугунных деталей в качестве рабочей жидкости используют смесь керосина с машинным маслом в пропорции 1:1, а для тонкой доводки — чистый керосин.

При ремонте топливной аппаратуры дизелей преимущественно применяют чугунные притиры, а в качестве абразивного материала — притирочные пасты, в том числе алмазные пасты с различной концентрацией алмазного порошка.

Притирку клапанов к седлам выполняют пастой, приготовленной из наждачного порошка и пасты ГОИ, алмазного порошка. Шероховатость поверхности притираемых деталей должна быть не ниже  $Ra1,25\dots0,32$ , а точность обработки — 5...7-го качества.

## ГЛАВА 2 ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП

### 2.1 Ремонт корпусных деталей

Ресурс отремонтированных узлов и агрегатов в значительной мере зависит от уровня технологии и качества восстановления корпусных деталей. Восстановление изношенных отверстий корпусов приводит к нарушению межосевых расстояний, соосности отверстий, параллельности осей, что является причиной низкого ресурса отремонтированных узлов и агрегатов. Так, ресурс коробок передач, собранных из новых деталей и восстановленных корпусов с нарушениями пространственной геометрии, составляет менее половины ресурса новых.

Корпусные детали трансмиссий изготавливают преимущественно из серого чугуна. Характерными дефектами корпусов являются: износ посадочных отверстий под подшипники и стаканы резьбовых отверстий, отверстий под валики переключения передач под установочные штифты, трещины и обломы; коробление присоединительных поверхностей.

Коэффициенты восстановления корпусов при капитальном ремонте машин составляют 0,4...0,8.

Наибольшая повторяемость дефектов характерна для посадочных отверстий под подшипники и стаканы. Устранение этих дефектов представляет основную сложность технологического процесса восстановления корпусных деталей. В результате износов, старения и деформации корпусов нарушаются не только размеры отверстий, но и их взаимное расположение, параллельность и перпендикулярность осей отверстий между собой и относительно установочных баз. Поэтому в процессе восстановления наряду с доведением размеров отверстий до номинальных значений необходимо восстанавливать их пространственное расположение, выдерживая точные размеры.

Так, отклонения (мм) не должны превышать: межосевых расстояний 0,07...0,105 от соосности отверстий 0,03...0,05, параллельности осей 0,05...0,17 на длине до 350 мм, от перпендикулярности отверстий к базовым плоскостям 0,05...0,08 на длине 100 мм и др.

Основная задача при восстановлении корпусов состоит в правильном выборе способа нанесения покрытия, схемы базирования и технологии механической обработки, позволяющих восстановить и износостойкость, и заданные параметры точности.

Наиболее приемлемой схемой базирования большинства корпусных деталей является схема базирования, используемая на предприятии-изготовителе (заводская) использование баз основного производства без введения коррективов не всегда достаточно эффективно. Уменьшение погрешности до необходимого значения получают введением в технологический процесс слесарной операции по развертыванию технологических базовых установочных отверстий не более чем на 0,1 мм с соответствующим увеличением диаметра пальцев установочного приспособления. Комплект баз основного производства у большинства корпусных деталей составляет плоскость и расположенные в ней два базовых отверстия.

Использование комплекта заводских технологических баз при восстановлении корпусов имеет свои особенности. Размеры базовых отверстий корпусов, поступивших в ремонт, отличаются от размеров, указанных на рабочих чертежах. Неиспользуемые при эксплуатации базовые отверстия изнашиваются на 0,2...0,04 мм в процессе многократных установок и снятия корпусов на установочных приспособлениях при их изготовлении. Кроме того, при диагональном расположении базовых отверстий у большинства корпусов в процессе эксплуатации нарушается их взаимное расположение.

Необходимо также учитывать то, что у корпусов, поступающих на восстановление, на базовой плоскости имеются забоины, возникающие в процессе разборки агрегатов и транспортирования корпусов. Наличие забоин в местах контакта корпуса с установочными пластинами приводит к увеличению припуска на обработку отверстий, нарушению взаимного расположения осей отверстий и плоских поверхностей, а также осей резьбовых отверстий относительно восстановленных отверстий, в результате чего может быть не обеспечена собираемость сопряжений.

Поэтому в технологии необходимо предусматривать зачистку базовой поверхности в местах контакта с установочными пластинами, а при проектировании установочных приспособлений пластины смещать внутрь корпуса относительно его наружного контура на 2...4 мм.

На рабочих чертежах корпусных деталей размеры высокоточных поверхностей проставляют комбинированным методом, т.е. для одной части поверхностей — координатным методом, а для другой — цепным (при цепном методе каждый последующий размер ставят вслед заранее полученным). Этот метод применяют для простановки размеров посадочных отверстий под подшипники и стаканы подшипников, оси шестерен и отверстий, обеспечивающих правильную координацию сопрягаемых узлов и агрегатов. Погрешность, образующаяся на каждом звене размерной цепи, зависит от особенностей технологического процесса образования данного звена.

Для поверхностей, не требующих высокой точности расположения, применяют координатный метод простановки размеров, при котором все размеры ставятся от одной и той же базы, независимо один от другого. В корпусах по такому методу указываются координаты резьбовых отверстий и отверстий под болты крепления корпуса к другим агрегатам. Погрешность, получаемая на каждом из координатных звеньев, не зависит от погрешностей других координатных размеров.

При механической обработке отверстий корпусов в кондукторных приспособлениях (или агрегатными головками) по существу имеет место координатный метод обработки, т. е. обработку выполняют за одну установку и от единых баз. При цепном же методе получения линейных размеров корпуса каждый его координатный размер представляет собой замыкающее звено размерной цепи, составляющими звеньями которого являются соответствующие цепные размеры.

Поэтому при восстановлении корпусных деталей в большинстве случаев необходимо растачивать за одну установку все отверстия, увязанные между собой жесткими допусками и имеющие важное функциональное значение (например, отверстия под подшипники и стаканы подшипников, под оси шестерен или отверстия, определяющие взаимное расположение присоединяемых узлов и агрегатов) независимо от того, все отверстия изношены или только некоторые.

Во всех случаях необходимо использовать базирование основного производства, вводя операцию по зенкерованию и развертыванию установочных отверстий на ремонтный размер по накладному кондуктору, который необходимо базировать по конструктивной базе корпуса. Ремонтные размеры установочных отверстий, не используемые в качестве сборочных баз, не должны превышать более чем на 0,2 мм их номинальные значения.

Опорные пластины на установочном приспособлении необходимо располагать напротив мест установочной базы детали с минимальными отклонениями от плоскостности и смещать их внутрь относительно наружного контура детали на 2...4 мм. Несоблюдение этого требования приводит при закреплении к деформации корпуса, достигающей 0,07 мм, т. е. почти равной допуску на межосевое расстояние. Если технологические отверстия детали используют под крепежные болты или штифты, то эти отверстия необходимо заплавить или поставить заглушки, после чего сверлить и развертывать технологические отверстия до номинальных размеров по кондуктору.

С учетом средних значений величин износов посадочных отверстий корпусов, а также погрешностей обработки корпусов при их изготовлении, базирования и закрепления минимальное значение припуска на предварительное растачивание корпусов не должно быть менее 0,8 мм.

Таким образом, для восстановления посадочных отверстий корпусных деталей рекомендуются только те способы, при которых наносят слои материала заданной толщины, т. е. не менее 1 мм, и без затруднений с заданной точностью выполняют их последующую обработку лезвийным инструментом на серийном оборудовании. Эти требованиям отвечают способы, основанные на постановке ремонтных втулок, металлизации и газотермическом нанесении порошковых материалов.

Эффективным способом восстановления посадочных отверстий в корпусных деталях является постановка тонкостенных свертных колец с последующим закреплением раскатыванием.

Преимущества способа:

- простота способа и возможность реализации его на серийном оборудовании;
- использование в качестве компенсатора износа недефицитного и дешевого металлического листа;
- отсутствие тепловыделения в корпус;
- минимальное ослабление перемычек корпуса;
- обеспечение физико-механических характеристик восстановленных поверхностей, не уступающих по значениям характеристикам новых деталей;

- возможность повторного восстановления посадочных отверстий.

Сущность способа заключается в следующем. Посадочные отверстия восстанавливаемого корпуса растачивают на  $0,9...1,1$  мм на сторону. После чего в них нарезаются винтовые канавки треугольного профиля с углом при вершине  $60...80^\circ$  и глубиной  $0,35...0,45$  мм. Шаг винтовых канавок равен  $3...5$  мм в зависимости от ширины посадочных отверстий. После растачивания и нарезания винтовых канавок в отверстия устанавливаются свертные кольца, изготавливаемые преимущественно из листовой углеродистой стали (ГОСТ 16523—70) толщиной  $1,3...1,4$  мм.

После запрессовки свертные кольца в отверстиях раскатывают многороликовыми дифференциальными раскатниками на радиально-сверлильных, горизонтально расточных или на специальных агрегатных станках. В процессе раскатывания металл колец деформируется и заполняет винтовые канавки, благодаря чему достигается высокая прочность соединений, обеспечивающая надежную работу сопряжений.

Минимальный натяг раскатывания назначают в зависимости от материала колец и диаметра отверстий. С учетом допусков на предварительно расточенные отверстия и на толщину листа натяг раскатывания отверстий диаметром  $80...160$  мм при материале колец сталь Ст3, сталь 20, сталь 30 равен  $0,18...0,53$  мм; частота вращения раскатников составляет  $150...300$  об/мин (чем больше диаметр отверстия, тем меньше частота вращения раскатника). Подачу раскатывания назначают в пределах  $0,2...0,4$  мм/об.

В процессе раскатывания свертных колец стенки отверстий корпусов испытывают большие радиальные нагрузки и упруго деформируются. Поскольку стенки отверстий корпусных деталей по толщине неодинаковы, т. е. неравно жестки, соответственно неодинаковы деформации стенок по длине окружности отверстия. Поэтому раскатывание свертных колец не обеспечивает требуемой точности размеров и формы отверстий, а также их взаимного расположения.

В этом случае для восстановления взаимного расположения посадочных отверстий необходимо растачивание отверстий. Припуск на чистовое растачивание составляет  $0,15...0,30$  мм на сторону. Для уменьшения шероховатости восстановленных поверхностей отверстий чистовое растачивание совмещают с упорочняющим выглаживанием, для чего в гнездо борштанги последовательно за резцом устанавливают одношариковый раскатник.

Закрепляющее раскатывание свертных колец создает благоприятные условия для чистового растачивания, поскольку имеет место опережающее пластическое деформирование металла и его последующая обработка резанием. При этом повышается стойкость расточных резцов и производительность обработки.

Такая технология восстановления корпусных деталей (рисунок 2) обеспечивает требуемое взаимное расположение всех рабочих поверхностей. Предпочтительные размеры восстанавливаемых отверстий  $50...210$  мм, но могут быть восстановлены отверстия меньших и больших размеров.

Изношенные резьбовые отверстия восстанавливают постановкой резьбовых спиральных вставок, отверстия под валики переключения — постановкой втулок; трещины и обломы устраняются сваркой проволокой ПАНЧ и с помощью фигурных вставок.

Резьбовая спиральная вставка для восстановления резьбовых отверстий представляет собой спиральную пружину, наружная поверхность которой образует резьбовое соединение с корпусом, а внутренняя с болтом или шпилькой. Изготавливают спиральные вставки из коррозионно-стойкой



Рисунок 2. Схема технологического процесса восстановления корпусных деталей.

проволоки ромбического сечения.

При восстановлении резьбовых отверстий выполняются следующие операции:

рассверливание отверстий.

нарезание резьбы под спиральную вставку.

установка спиральной вставки в подготовленное отверстие.

удаление технологического поводка с ввернутой спиральной вставки.

Серийно выпускают комплекты ОР-5526-ГОСНИТИ, которые содержат: сверла, метчики, монтажный ключ для установки спиральной вставки, специальный бородок для удаления технологического поводка и 1000 шт. спиральных вставок разного размера.

Для устранения трещин применяют фигурные вставки. Сущность способа заключается в стягивании кромок трещины

установкой в специально подготовленные пазы металлических фигурных вставок (рисунок 3).

Фигурные вставки представляют собой цилиндры, изготовленные из малоуглеродистой стали и соединенные перемычками [8]. Форма подготовляемого паза корпусной детали с трещиной должна соответствовать форме вставки, т.е. паз состоит из ряда цилиндрических отверстий, соединенных между собой пропилом, по ширине равным ширине перемычки вставки. Для обеспечения герметичности трещины вставки запрессовывают с использованием эпоксидного композиционного материала.

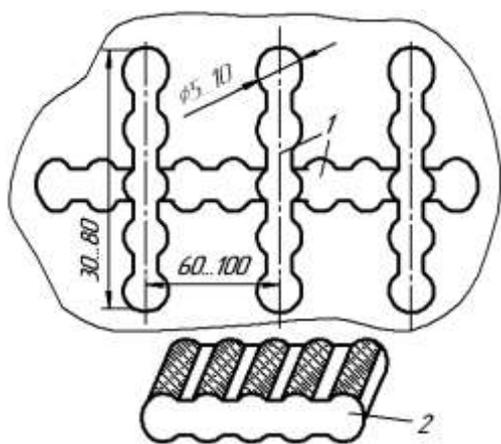


Рисунок 3. Постановка фигурных вставок. 1— места постановки вставок; 2 —фигурные вставки.

Процесс устранения трещин фигурными вставками состоит в подготовке паза под фигурную вставку, запрессовке фигурной вставки в паз, зачистке поверхности со вставкой. При ширине трещины более 0,3 мм ее предварительно стягивают струбциной. При подготовке паза под вставку сначала по накладному кондуктору сверлят отверстия перпендикулярно трещине, а затем удаляют перемычки специальной просечкой.

Вставки устанавливают на расстоянии 25...40 мм друг от друга. При длине трещины до 40 мм устанавливают одну вставку. Эффект стягивания трещины достигается из-за неодинаковости шагов (разность равна 0,2 мм) между просверленными отверстиями и элементами вставки.

Серийно выпускают комплекты ОР-11362-ГОСНИТИ, которые содержат: фигурные вставки, технологическую оснастку и режущий инструмент.

Перспективным направлением совершенствования технологии восстановления корпусных деталей является применение размерных свертных колец, которые устанавливают в отверстиях с использованием низких температур. При этом предусматривается серийное изготовление свертных колец заданных типоразмеров с номинальными внутренними диаметрами и шириной, а также заданным наружным диаметром.

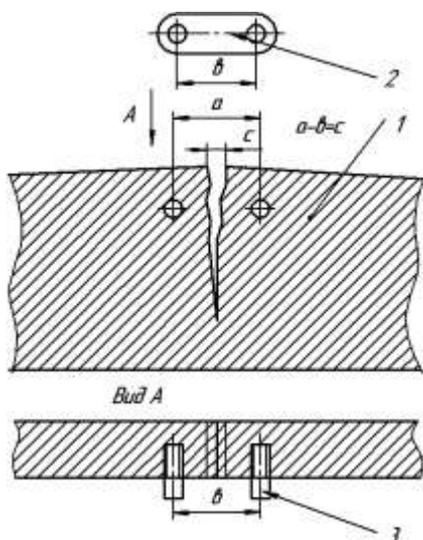


Рисунок 4. Устранение трещины с помощью стяжки. 1-деталь; 2-стяжка; 3-штифт.

Технология восстановления изношенных отверстий в этом случае заключается в растачивании отверстий корпусов до заданного размера и последующей установке размерных свертных колец в отверстие с предварительным охлаждением их в жидком азоте. Возможен также предварительный нагрев корпусной детали, т. е. используется тепловой эффект. Установленное свертное кольцо окончательно формируется до номинальных размеров дорнованием.

Применение такой технологии позволяет исключить операции раскатывания (что очень важно для алюминиевых корпусных деталей) и окончательного чистового растачивания, расширить сферу применения этой технологии для различных типов производств, значительно уменьшить потребность в сравнительно сложных и дорогих для ремонтного производства раскатниках.

Трещины могут быть ликвидированы:

*с помощью стяжек* (см. рисунок 4). По обе стороны трещины на некотором удалении  $a$  от нее сверлят и развертывают два отверстия. В них запрессовывают два штифта 3 с выступающими концами. Изготавливают стальную пластину-стяжку 2 с двумя засверленными и развернутыми отверстиями, расстояние между которыми  $b$  несколько меньше расстояния между штифтами  $b=a-c$ . Трещину стягивают струбциной, стяжку нагревают и надевают на штифты. При охлаждении стяжка стягивает трещину;

*с помощью штифтов*; концы трещины, определенные «керосиновым пробоем», засверливают сверлом диаметром 4...5 мм и вдоль трещины тем же сверлом засверливают отверстия на расстоянии 6...7 мм; во всех отверстиях нарезают резьбу и в эти отверстия ввинчивают резьбовые штифты из мягкой стали или меди, которые должны выступать, над поверхностью на 1...2 мм, после этого засверливают отверстия между штифтами с перекрытием штифтов не менее чем на 1/4 диаметра; в отверстиях нарезают резьбу и ввинчивают в них штифты, обрубая заподлицо; концы выступающих штифтов расчеканивают и опиляют.

*с помощью накладок*; для предупреждения дальнейшего распространения трещины ее концы засверливают сверлом диаметром 4...5 мм; из мягкой стали толщиной 4...5 мм вырезают накладку, размеры которой должны не менее чем на 15 мм перекрывать границы трещины; по размерам накладки из листового свинца или картона вырезают прокладку; на расстоянии 10 мм от края и 10...15 мм друг от друга по периметру в накладке и прокладке сверлят сквозные отверстия под винты М5 или М6 с потайной головкой; по накладке в корпусе отмечают и сверлят отверстия и нарезают резьбу М5 или М6; накладку и прокладку смазывают суриком или клеем (БФ-2, карбинольным клеем-цементом и др.) и прикрепляют винтами к корпусу; края накладки расчеканивают и опиляют; *заваркой* с последующей механической обработкой (при необходимости).

#### Пробоины и сколы устраняют:

*установкой ввертыша*; поврежденное место рассверливают, нарезают в нем резьбу и в это отверстие ввертывают и стопорят кернением резьбовую пробку, предварительно смазанную суриком;

*установкой пробки*; небольшие сколы засверливают и развертывают, в отверстие запрессовывают пробку, опиленную по форме ремонтируемой поверхности;

*установкой вставки*; сколотое место зашлифовывают или фрезеруют, по форме паза изготавливают вставку, которую запрессовывают в паз; вставка может дополнительно крепиться винтами;

*заваркой пробоин и наплавкой сколов* с последующей механической обработкой.

Восстановление сломанной выступающей части (кронштейна, ушка, стержня) осуществляют:

*установкой вставки или пробки*; оставшуюся часть выступающего элемента удаляют фрезерованием, строганием или срубают, зашлифовывают и высверливают; затем выпиливают или фрезеруют паз под вставку или засверливают и раз-

вертывают (или нарезают резьбу) под пробку (либо под штифт с резьбовым концом); вставку запрессовывают в паз и крепят к корпусу винтами; в корпус пробку запрессовывают, а штифт заворачивают резьбовым концом, смазанным суриком.

При наличии в сломанном кронштейне или ушке отверстия его разворачивают или растачивают до номинального размера после установки вставки; приваркой отломанной части к корпусу.

Восстановление изношенных отверстий выполняют:

*установкой ремонтной втулки:* изношенное отверстие засверливают или растачивают под запрессовку в него ремонтной втулки или стакана; от осевого смещения или проворота втулку (стакан) стопорят винтом, устанавливаемым в разъем с корпусом, в запрессованной втулке растачивают или разворачивают отверстие нужного диаметра;

*наплавлением слоя на поверхность отверстия:* поверхность изношенного отверстия наплавляют, а затем обрабатывают до первоначального размера.

Изношенные гнезда под фиксаторы рукояток восстанавливают:

*установкой ремонтной пробки:* изношенные гнезда засверливают сверлом соответствующего диаметра, нарезают резьбу (разворачивают), вворачивают резьбовую пробку (запрессовывают пробку по посадке с натягом), обрабатывают пробку заподлицо со стенкой корпуса, размечают и засверливают новые отверстия под фиксатор;

*установкой накладки:* при расположении гнезд на выступающих приливах корпуса приливы фрезеруют или запиливают; на обработанные поверхности с помощью винтов с потайной головкой крепят стальную планку толщиной не менее 6 мм, в которой размечают и сверлят отверстия под фиксатор.

При всех способах восстановления корпусных деталей ремонтируемое место предварительно зачищают стальной щеткой или шлифовальной шкуркой. При необходимости обеспечения герметичности корпус с трещинами и пробоинами после восстановления подвергают гидравлическому испытанию давлением 0,2...0,3 МПа.

Способ восстановления направляющих зависит от характера и степени их износа.

*Задирь и глубокие риски* запаивают *баббитом*. Для этого ремонтируемое место зачищают, разделяют кромки под углом 90° с высокой шероховатостью поверхности, обезжиривают горячим раствором кальцинированной соды, ацетоном или бензином, подогревают, наносят флюс (хлористый цинк) и паяют массивным (1,5...2 кг) паяльником.

Эти же дефекты могут быть устранены металлизацией, для чего после выполнения указанных выше подготовительных операций с помощью металлизатора на поврежденное место напыляют латунь или цинк. После паяния или напыления направляющие поверхности шлифуют или шабруют.

Таблица 4. Типовой маршрут технологического процесса ремонта корпусных деталей и применяемое оборудование

№	Содержание операции	Оборудование
1	Удаление обломанных болтов и шпилек	Сверлильный или электро-искровой станок
2	Подготовка трещин, пробоин, отверстий с сорванной резьбой и подготовка вставок к заварке	Сверлильный станок, шлифовальная машина с гибким шлангом
3	Заварка трещин, отверстий, приварка вставок	Электросварочная установка
4	Заделка трещин и пробоин пластмассами	Установка для заделки трещин пластмассами
5	Обработка сварных швов, сверление, нарезание резьбы, цекование отверстий	Шлифовальная машина, сверлильный станок
6	Испытание швов на герметичность	Стенд для гидравлического испытания
7	Обработка установочной плоскости и отверстий	Плоскошлифовальный, фрезерный или сверлильный станок
8	Обработка привалочных плоскостей	Фрезерный станок
9	Предварительно растачивание посадочных мест под подшипники, втулки, ДРД, поверхности под покрытия	Расточной станок
10	Окончательное растачивание посадочных мест под подшипники, втулки, ДРД	Расточной станок
11	Запрессовка ДРД (дополнительных ремонтных деталей)	Пресс
12	Нанесение покрытий (гальванических, полимерных и др.)	Установка для нанесения покрытий
13	Предварительная обработка ДРД, гальванических полимерных покрытий	Расточной или шлифовальный станок
14	Окончательная обработка ДРД, гальванических, полимерных покрытий	Расточной или шлифовальный станок
15	Доводка точных внутренних поверхностей	Хонинговальный станок

При незначительном износе (до 0,2мм) прямолинейные поверхности восстанавливают шабрением или шабрением с притиркой пастой ГОИ.

Шабрение поверхностей направляющих выполняют либо без снятия их с фундамента при освобожденных крепежных болтах, либо со снятием с фундамента и установкой на плите или жестком полу. При больших значениях припуска вначале выполняют строгание, шлифование или припиливание, а затем шабрение.

Тип шабера выбирают в зависимости от формы обрабатываемой поверхности. Шаберы из сталей У12А, Р6М5, ШХ15 затачивают на станках с корундовыми кругами зернистостью не более 25 и твердостью СМ1 или СМ2. Шаберы с пластинками из твердого сплава — кругами из карбида кремния или алмазными кругами.

Типовой маршрут ремонта корпусных деталей приведен в таблице 4.

## 2.2 Ремонт гладких и шлицевых валов

Гладкие и шлицевые валы и оси составляют большую часть номенклатуры восстанавливаемых деталей. В большинстве случаев именно эти детали лимити-

тируют ресурс узлов и агрегатов машин. Коэффициент их восстановления при капитальном ремонте машин составляет 0,25...0,95.

У валов наиболее часто дефекты появляются на посадочных поверхностях под подшипники и резьбовых поверхностях. Поверхности под подшипники восстанавливают при износе более 0,017...0,060 мм; поверхности неподвижных соединений (места под ступицы со шпоночными пазами и др.) за счет дополнительных деталей — при износе более 0,04...0,13 мм; поверхности подвижных соединений — при износе более 0,4...1,3 мм; под уплотнения — более 0,15...0,20 мм. Шпоночные пазы восстанавливают при износе по ширине более 0,065...0,095 мм; шлицевые поверхности — при износе более 0,2...0,5 мм.

Из всей совокупности восстанавливаемых поверхностей валов 46 % изнашиваются до 0,3 мм; 27 % — от 0,3 до 0,6 мм; 19 % — от 0,6 до 1,2 мм и 8 % — более 1,2 мм.

Основное требование, которое необходимо выполнить при восстановлении валов, является обеспечение: размеров и шероховатости восстанавливаемых поверхностей, их твердости, сплошности покрытия, прочности сцепления нанесенных слоев с основным металлом, а также симметричности, соосности, радиального и торцового биений обработанных поверхностей, параллельности боковых поверхностей зубьев шлицевых поверхностей и шпоночных пазов оси вала или образующим базовых поверхностей.

Преимущественное применение при восстановлении валов получили следующие виды наплавки: в среде углекислого газа, вибродуговая в различных защитных средах, в природном газе и под флюсом. Эти процессы применяют преимущественно при износах более 0,5 мм. Для восстановления поверхностей, работающих в условиях неподвижных сопряжений, широко распространена электроконтактная приварка металлического слоя (ленты, проволоки).

Преимущества электроконтактной приварки:

- незначительный нагрев деталей;
- возможность приварки металлического слоя различной твердости и износостойкости;
- уменьшение расхода наплавочных материалов;
- возможность регулирования толщины наносимого слоя в зависимости от износа;
- значительное повышение производительности;
- улучшение условий труда наплавщиков.

При износе неподвижных поверхностей до 0,2мм эффективно электромеханическое высаживание и выглаживание. Восстановление деталей этим способом не требует дополнительного материала, а при выглаживании поверхности происходит упрочнение поверхностного слоя, повышается износостойкость и усталостная прочность.

Гальванические процессы применяются только при массовом восстановлении однотипных деталей.

Восстановление гладких валов и осей рекомендуется по трем технологическим маршрутам. Схема технологического процесса восстановления, включающая все три маршрута, приведена на рисунок 5.

*По первому маршруту* восстанавливают наплавкой с последующей механической и термической (при необходимости) обработкой детали со значительным износом; *по второму маршруту* — детали, для которых целесообразно применение электроконтактной приварки ленты или проволоки; *по третьему* — детали, для которых технически возможно применение электромеханической обработки. При этом поверхности деталей со значительным износом (резьбы, шпоночные пазы) при восстановлении их по второму и третьему маршрутам восстанавливают наплавкой.

На шлицевых валах наряду с устранением дефектов, характерных для гладких валов, необходимо восстанавливать шлицевые поверхности. Наиболее широко для восстановления шлицевых поверхностей применяют дуговую наплавку. Технологический процесс включает операции наплавки, нормализации, токарной обработки, фрезерования, термической обработки и шлифования.

Технология трудоемка и не всегда экономически выгодна. Шлицевые поверхности могут быть восстановлены электроконтактной приваркой металлических полос, но существенного снижения трудоемкости и повышения качества восстановления при этой технологии не достигается.

При небольших износах для восстановления шлицевых валов рекомендуется холодное пластическое деформирование.

*При износе шлицев по толщине до 0,5 мм* на их нерабочей наружной поверхности холодным пластическим деформированием на гидравлическом прессе с помощью шлиценакатной головки формируют технологическую канавку. Металл, вытесненный из канавки, заполняет боковую изношенную поверхность зуба и увеличивает наружный диаметр вала, обеспечивая минимально необходимый припуск для механической обработки шлицевой поверхности.

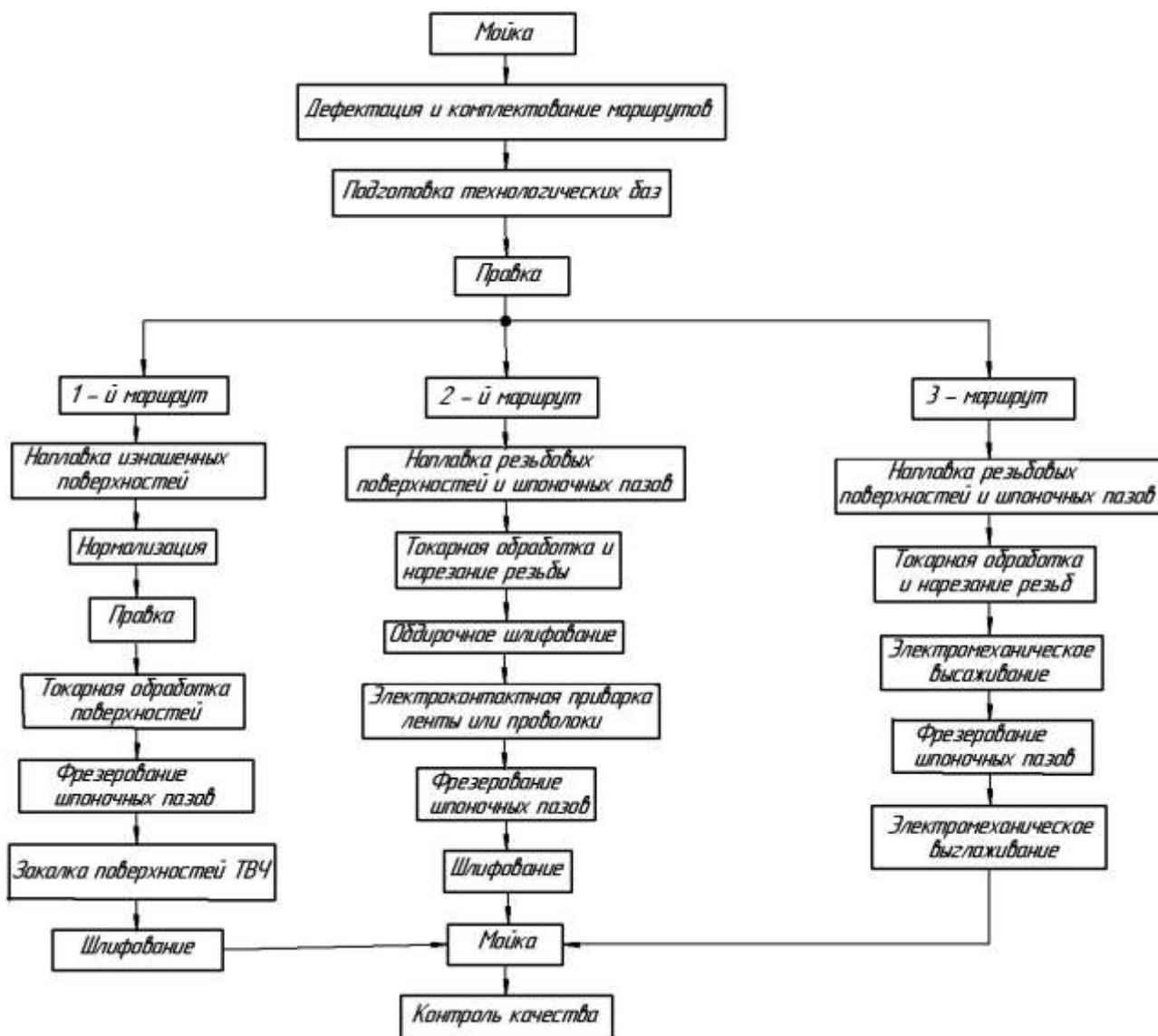


Рисунок 5. Схема технологического процесса восстановления валов

Если износ шлицев по толщине составляет  $0,5 \dots 1,2$  мм, тогда на их наружной поверхности наплавляют валики металла и осаживают на гидравлическом прессе с помощью шлиценакатной головки. При осадке наплавленные на зубья валики внедряются в основной металл, увеличивая ширину зубьев до необходимых размеров в целях получения припуска на механическую обработку.

При износе шлицев по толщине более  $1,2$  мм наплавляют их боковые и наружные поверхности и подвергают механической обработке без деформирования. Для автоматической наплавки шлицевых поверхностей по заданной программе применяют шлиценаплавочную установку 01-06-081 «Ремдеталь». На установке, наряду со шлицевыми поверхностями, можно наплавлять цилиндрические и резьбовые поверхности.

Перспективными направлениями совершенствования технологии восстановления гладких и шлицевых валов в организационном плане является углубление принципа групповой технологии восстановления, создание унифицированной групповой оснастки для восстанавливаемых поверхностей деталей.

По технологии необходимо переходить на высокопроизводительные газотермические способы нанесения порошковых материалов повышенной износостойкости для наружных цилиндрических поверхностей подвижных и неподвижных сопряжений. Возможный маршрут ремонта деталей класса «круглые стержни» приведен в таблице 5.

Таблица 5. Типовой маршрут технологического процесса восстановления деталей класса «круглые стержни»

№	Операция	Оборудование
1	Исправление центровых отверстий	Токарный или центро-вочный станок
2	Устранение радиального биения	Пресс
3	Устранение поврежденной или изношенной резьбы	Токарный станок
4	Наплавка резьбовых и шлицевых поверхностей, заварка шпоночных пазов	Установка для наплавки
5	Правка деталей после наплавки (по потребности)	Пресс
6	Механическая обработка наплавленных поверхностей (резьбовых, шлицевых, шпоночных пазов и гладких отверстий)	Токарный, фрезерный, сверлильный станки
7	Предварительная и окончательная обработка поверхностей, подлежащих сопряжению с ДРД*	Токарный станок
8	Окончательная обработка ДРД с последующей запрессовкой	Круглошлифовальный и токарный станки. Пресс
9	Наплавка шеек	Установка для наплавки
10	Правка вала после наплавки	Пресс
11	Термическая обработка	Термическая печь
12	Правка	Пресс
13	Предварительная и окончательная механическая обработка наплавленных шеек	Токарный и круглошлифовальный станки

*Примечание: \* -ДРД – дополнительная ремонтная деталь*

### 2.3 Технология ремонта зубчатых колес

Зубчатые колеса при эксплуатации подвергаются воздействию значительных изгибающих, контактных и ударных нагрузок, часто работают в условиях загрязнения масла почвенной пылью.

Более интенсивному изнашиванию подвержены зубчатые колеса непостоянного зацепления — переключаемые шестерни коробок передач, изнашиваются преимущественно торцы зубьев. Торцовый износ подлежащих восстановлению зубчатых колес составляет 1,2...6 мм; износ зубьев по толщине в некоторых случаях составляет 1,2 мм.

Коэффициент восстановления зубчатых колес составляет 0,2...0,7.

Зубчатые колеса изготавливают преимущественно из легированных цементованных сталей. После цементации или цианирования и последующей термической обработки твердость рабочих поверхностей зубьев составляет 57...64 HRC<sub>3</sub>.

При техническом обслуживании или при текущем ремонте при модуле зубьев более 5 мм возможны методы ремонта, показанные на рисунке 6.

На ремонтных предприятиях наибольшее распространение получили следующие способы восстановления зубчатых колес:

- наплавка торцов зубьев;
- горячая объемная штамповка
- ротационное пластическое деформирование.

При автоматической наплавке изношенных торцов зубьев наплавляется каждый зуб с принудительным формированием слоя в охлаждаемой водой медной форме — кристаллизаторе. Наплавка выполняется высокоуглеродистой проволокой под слоем флюса. Высокая скорость наплавки и интенсивный отвод тепла в наплавочную форму и в тело зубчатого колеса сводят до минимума термическое влияние дуги на материал зубьев, что исключает повторную термическую обработку. Зубозакругление выполняют электрохимическим способом или на заточном станке.

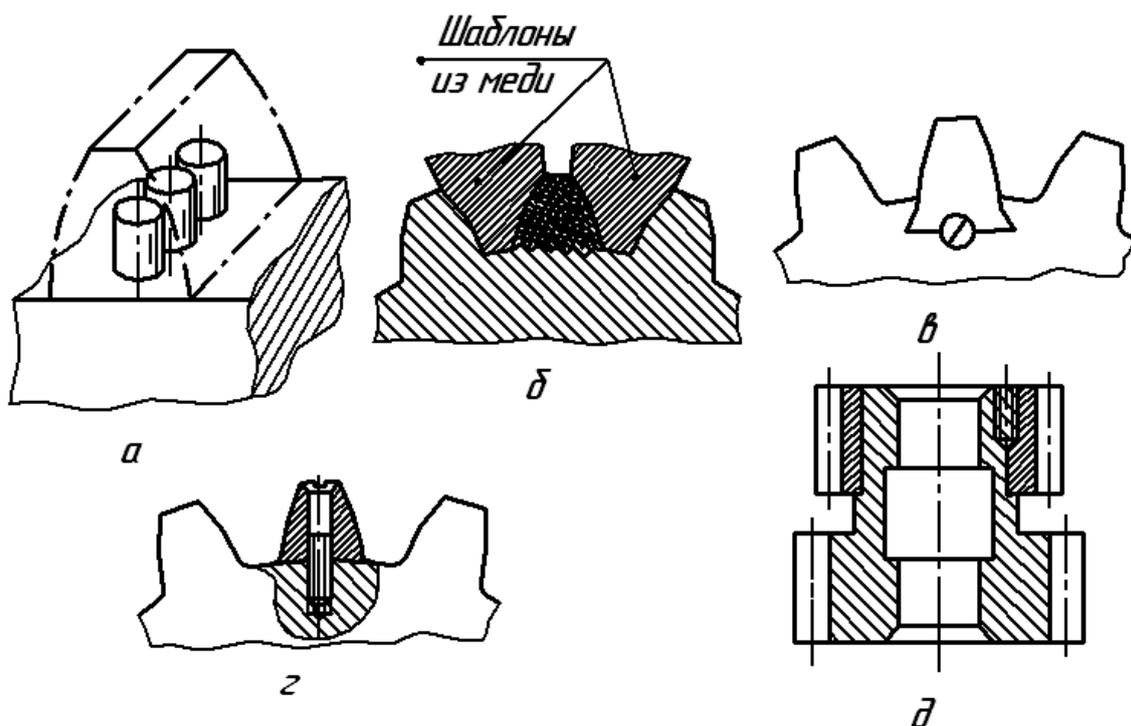


Рисунок 6. Методы ремонта зубьев зубчатых колес.

а – установка шпилек на резьбе с последующей обваркой по шаблону. б – наплавка зуба в медных шаблонах. в – установка зуба в паз и креплением штифтами. г – крепление зуба к ободу винтами. д – замена зубчатого венца с креплением штифтами.

Восстановление торцов зубьев может быть выполнено аргодуговой наплавкой дугой прямого действия неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки, но этот метод не получил распространения на ремонтных предприятиях



При восстановлении шестерен горячей объемной штамповкой шестерню нагревают и помещают в закрытый штамп. Давлением металл в пластическом состоянии перемещается из нерабочих участков на изношенные. В случае недостаточного запаса металла зубчатое колесо предварительно наплавляют по нерабочей поверхности и основной металл выдавливается на изношенные поверхности. Для штамповки применяют специально переоборудованные прессы с ускоренным ходом и усилием 4000...6300 кН.

После штамповки проводят все те виды механической и химико-термической обработки зубчатых колес, какие выполняют при изготовлении новых. Внедрение технологий в производство сдерживается из-за сложности и низкой надежности штамповой оснастки, а также высокой себестоимостью восстановления.

Восстанавливают зубчатые колеса и ротационным пластическим деформированием, при котором изношенный зубчатый венец, нагретый ТВЧ, раздается пуансоном или роликами и одновременно обкатывается зубчатыми накатниками, формирующими зубчатый венец с минимальными припусками на последующую обработку.

Схема технологического процесса восстановления зубчатых колес показана на рисунок 7.

Рисунок 7. Схема технологического процесса восстановления зубчатых колес.

#### 2.4 Последовательность выполнения операций

При восстановлении детали проходят последовательно ряд операций в следующем порядке:

- выполняются подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка, восстановление базовых поверхностей);

• механическая обработка, которая предназначена для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, в том числе специальной (например, при электродуговом напылении нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок и т. п.);

- механическая обработка, которая предназначена для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, в том числе специальной (например, при электродуговом напылении нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок и т. п.);

- наращивание изношенных поверхностей (наплавка, напыление и пр.). При этом в первую очередь выполняют операции, при которых детали нагревают до высокой температуры (сварка, наплавка, термическая обработка). Если необходимо, то детали подвергают вторичной правке.
- выполняют операции, не требующие нагрева деталей (хромирование, железнение и пр.);
- окончательная обработка (токарная, фрезерная, слесарная и пр);
- контрольные операции назначают в конце технологического процесса и после выполнения наиболее ответственных операций.

Примеры записей операций приводятся в таблице 6.

Таблица 6. Нумерация, наименование и содержание операций

Номер опер.	Наименование	Содержание
05	Термическая	Отпуск шлицев
10	Токарная	Срезание шлицев
15	Наплавочная	Вибродуговая наплавка поверхности под шлицы
20	Токарная	Обтачивание поверхности под шлицы
25	Фрезерная	Фрезерование шлицев
30	Слесарная	Заготовка ленты под три изношенные шейки
35	Контрольная	Контроль размеров шлицев и шеек под подшипники
и т.д.		

## Глава 3 ПРИМЕРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА

### 3.1 Технологический процесс ремонта электронасоса НЦВС-40/30М

#### *Конструкция насоса.*

Электронасосный агрегат НЦВС-40/30М состоит из электродвигателя ДМН132SB2ОМ5 мощностью  $N=7,5$  кВт, гидравлической части насоса, сварного фонаря и опоры для крепления электронасоса на фундаменте.

Гидравлическая часть насоса состоит из корпуса, крышки, рабочего центробежного колеса, вакуум-насоса и уплотнительных колец. Материал корпуса – сталь Ст.3 ГОСТ 320-88, крышки – Ст.3 ГОСТ 320-88, рабочего центробежного колеса – бронза Бр08Ц4 ГОСТ 613-84, вакуум-насоса – бронза Бр08Ц4 ГОСТ 613-84.

Корпус насоса имеет подвод воды к рабочему колесу сверху. Подсасывание воды к рабочему колесу осуществляется при помощи вакуум-насоса.

Крепление колеса осуществляется при помощи шпонки. Рабочее колесо разгружено от осевых усилий за счет отверстий в ступице, уравнивающих давление по обе стороны колеса. Ротор насоса выполнен из легированной стали 40Х ГОСТ 5632-82. Подлинник изготовлен из оловянистой бронзы Бр 06Ц6С3 ГОСТ 613-84.

В крышке корпуса насоса расположен уплотнительный сальник с мягкой набивкой и кольцом гидравлического затвора.

К верхней части корпуса крепится съемный всасывающий патрубок. На напорном патрубке установки диффузор с целью стабилизации давления и скорости воды.

Приводной электродвигатель ДМН132SB2ОМ5 соединен с валом насоса кольцевой эластичной муфтой.

Электронасос крепится к фундаменту при помощи шести простых болтов М16х6h-120. Материал болтов – сталь 35 ГОСТ 1050-84, материал гаек – сталь 35 ГОСТ 1050-84, материал пружинных шайб – сталь 65Г ГОСТ 5632-82.

#### *Разборка и промывка деталей*

Разборка насоса производится универсальным слесарно-монтажным инструментом с предварительным демонтажем электродвигателя в следующей последовательности:

- отсоединить от крышки насоса арматуру самовсасывающей системы и систем отсоединения сальника и смазки подлинника;
- снять корпус вакуум-насоса и вывернуть винты крепления разделительного диска к корпусу и крышке насоса;
- выпрессовать полумуфту с вала насоса;
- демонтировать верхний подшипник качения ротора насоса;
- снять крышку сальника;
- снять крышку корпуса насоса;
- вынуть ротор в сборе из корпуса, для чего ротор необходимо опустить немного вниз с тем, чтобы вывести пальцы из полумуфты.

При разборке насоса необходимо соблюдать особую осторожность с целью сохранения прокладки между корпусом и крышкой корпуса, которую заменять не рекомендуется.

Необходимо зафиксировать положение прокладки относительно крышки корпуса.

Разборка ротора производится в горизонтальном положении в случае необходимости замены изношенных подшипников, уплотненных колец, рабочего колеса, разделительного диска или вакуум-насоса.

При разборке золотникового устройства необходимо отвернуть торцевые накидные гайки и вынуть золотник и сильфон.

После разборки детали насоса отмачивают в керосине ГОСТ 18499-83, а затем тщательно протереть.

#### *Дефектация деталей насоса*

*Дефектация корпуса насоса.* Произвести осмотр деталей лупой ЛИ-3-10Х ГОСТ 25706-83 для выявления трещин, раковин, эрозионных разрушений необработанных поверхностей.

Допускается разрушение необработанных поверхностей не превышающее 50% соответствующей толщины стенки на площади не более 15% всей поверхности детали.

Произвести осмотр деталей лупой ЛИ-3-10Х ГОСТ 25706-83 для обнаружения эрозионных разрушений насадочных поверхностей под уплотнительное кольцо и корпус подлинника. Допускаются разрушения на поверхности не более 1,5 мм по толщине.

Произвести осмотр корпуса насоса с помощью лупы ЛИ-3-10Х ГОСТ 25703-83 на выявление рисок, задиров, эрозионных разрушений поверхности отверстия под пальцы сальника. Замерить индикаторным нутрометром НИ-50-100-1 ГОСТ 868-82 отверстия под пальцы сальника. Номинальный размер  $\text{Ø}65^{+0,037}$  мм.

Замерить индикаторным нутрометром НИ-100-160-1 ГОСТ 868-82 посадочные поверхности под подшипник и под кольцо уплотнительное. Номинальный размер отверстия под уплотнительное кольцо  $\text{Ø} 110$  мм.

Наличие трещин в детали определяется при помощи мело-керосиновой пробы.

*Дефектация уплотнительного кольца.* Произвести осмотр детали на выявление трещин, отдельных раковин и эрозионных разрушений на уплотнительной поверхности с помощью лупы ЛИ-3-10Х ГОСТ 25706-83.

Наличие трещин не допускается, в этом случае кольцо уплотняющее подлежит замене. Допускаются отдельные раковины на площади до 15% от всей уплотняющей поверхности.

Замерить индикаторным нутрометром НИ-50-100-1 ГОСТ 868 -82 посадочную поверхность под рабочее колесо. Номинальный размер  $\text{Ø} 98$  мм. Предельно допустимый ремонтный размер  $\text{Ø} 98,4 \pm 0,02$  мм.

*Дефектация корпуса подшипника.* Произвести осмотр корпуса подшипника с помощью лупы ЛИ-3-10ХГОСТ 25706-83 на выявление трещин.

Дефекты не допускаются, в противном случае корпус подлинника подлежит замене.

Измерить рабочую поверхность корпуса подлинника нутромером НИ-18-50-1 ГОСТ 868-82. Номинальный размер  $\varnothing 40 \pm 0,2$  мм. Риски, задиры на рабочей поверхности зачистить шлифовальной шкуркой 2Э825Х50ЛОГ15А5-НМА ГОСТ 5009-82.

Зазор между корпусом подшипника и защитной втулкой должен быть не более 0,4 мм. Если зазор более допустимого, то подшипник подлежит замене.

#### *Дефектация золотникового устройства*

Произвести осмотр корпуса золотника с помощью лупы ЛИ-3-10Х ГОСТ 2506-83.

Трещины, задиры, риски на поверхности, сопрягаемой с золотниками не допускаются.

Измерить нутромером НИ-18-50-1 ГОСТ 868-82 поверхность сопрягаемую с золотником. Номинальный размер  $\varnothing 40 \pm 0,2$  мм. Зазор в сопряжении не более 0,07 мм.

Трещины, потеря упругости, герметичности уплотнения сильфонного не допускаются. Деталь подлежит замене. Трещины, обломы концов пружины не допускаются, иначе деталь подлежит замене.

*Дефектация вала насоса.* При помощи лупы ЛИ-3-10Х ГОСТ 25706-83 определить коррозионные разрушения. Дефекты не допускаются, деталь подлежит замене.

Микрометром МК 50-1 ГОСТ 6507-88 измерить в двух взаимно-перпендикулярных направлениях наружный диаметр вала под колесо вакуум-насоса, рабочее колесо и полумуфту насоса. Номинальный размер  $\varnothing 32^{-0,016}$  мм.

Микрометром МК 50-1 ГОСТ 6507-88 измерить наружный диаметр вала под подшипник качения. Номинальный размер  $\varnothing 32^{+0,018}_{+0,002}$  мм.

Осмотреть и проверить резьбу М20х1,5, для гайки крепления полумуфты, резьбовым кольцом В211-0082 бд ГОСТ 17763-82. Срыв и снятие резьбы более 2-х ниток не допускается.

Осмотреть и замерить ширину шпоночного паза штангенциркулем ШЦ-1-225-0,1 ГОСТ 166-80. Номинальная ширина  $H=10^{-0,036}$  мм и высота  $B=5^{-0,036}$  мм.

Установить вал в центрах токарного станка и проверить радикальное биение основных поверхностей. Биение посадочных поверхностей и биение шейки вала под подшипник не более 0,02 мм.

*Дефектация колеса вакуум-насоса.* Произвести осмотр колеса вакуум-насоса лупой ЛИ-3-10Х ГОСТ 25706-83. При наличии трещин любого расположения, обломов и скалывания колесо выбрасывается.

Произвести осмотр и замер ширины шпоночного паза штангенциркулем ШУ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80. Номинальная ширина  $V=10^{+0,03}$  мм.

Измерить нутромером НИ 18-50-1 ГОСТ 10-85 в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и двух сечениях по длине отверстия рабочего колеса вакуум-насоса. Номинальный размер  $\varnothing 32^{+0,027}$  мм. Ремонтный размер  $\varnothing 35^{+0,027}$  мм. Измерить микрометром МК 50-1 ГОСТ 6507-88 высоту колеса. При наличии рисок, задигов на торцевой поверхности колесо выбрасывают.

Проверить биение торцов рабочего колеса вакуум-насоса индикатором НЧ 10 Б кл. 1 ГОСТ 577-88. Допустимое биение не более 0,03 мм.

*Дефектация рабочего колеса.* Произвести внешний осмотр колеса на выявление коррозионных и эрозионных разрушений, рисок, раковин на уплотнительной поверхности колеса, трещин на выходной крышке лопастей. Наличие указанных дефектов не допускается. Номинальный размер диаметра колеса  $\varnothing 98_{-0,40}^{-0,50}$  мм. Предельно допустимый размер  $\varnothing 95_{-0,40}^{-0,50}$  мм.

Измерить нутромером НИ-18-50-1 ГОСТ 868-82 в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и двух сечениях по длине отверстия рабочего колеса под вал.

Номинальный размер отверстия  $\varnothing 32^{+0,027}$  мм.

Предельно допустимый ремонтный размер  $\varnothing 35^{+0,027}$  мм.

Внешним осмотром и обмером определить износ шпоночного паза. Номинальный размер паза  $10^{+0,03}$  мм. Наибольший предельный размер 11,0 мм.

*Дефектация полумуфты.* Измерить индикаторным нутромером НИ 18-50-1 ГОСТ 868-82 внутренний диаметр отверстия полумуфты. Номинальный размер  $\varnothing 32$  мм.

Ослабление посадки полумуфты на валу насоса не допускается.

Осмотреть и замерить ширину шпоночного паза штангенциркулем ШЦ 1-125-0,1 ГОСТ 166-80.

Номинальная ширина 10 мм. Предельно допустимая ширина 11,0 мм.

*Дефектация защитных втулок.* При помощи лупы ЛИ-3-10Х ГОСТ 25706-83 определить коррозионные разрушения, трещины. Дефекты не допускаются. В противном случае детали выбрасывают.

Втулки с задирами и рисками на поверхности подлежат ремонту.

Номинальный размер диаметра верхней втулки  $\varnothing 45^{0,4}$  мм.

Номинальный размер диаметра нижней втулки  $\varnothing 40^{+0,3}$  мм.

Предельно допустимый размер для верхней втулки  $\varnothing 44,95$  мм, для нижней втулки -  $\varnothing 39,85$  мм.

*Дефектация разделительного диска.* Измерить штангенциркулем ШЦ-1-200-0,05 ГОСТ 166-80 наружный диаметр диска.

Предельно допустимый размер  $\varnothing 200_{-0,45}^{-0,15}$  мм.

При износе диска свыше допустимого – деталь изготовить заново.

### **3.2 Восстановление поврежденных деталей насоса**

#### *Ремонт корпуса насоса*

Незначительные дефекты корпуса насоса (свинца, коррозионных и эрозийных разрушений) устраняются проницательно бакелитовым лаком ГОСТ 901-88.

При наличии эрозийных и коррозионных разрушений необработанные поверхности дефекты, расположенные друг от друга на расстоянии более чем 20 мм, вырубает или высверливают порознь; при более близком расположении – производят сплошную вырубку дефектного участка.

При глубине дефекта 5...7 мм вырубает фаску с углом раскрытия  $70^{\circ}$ ... $80^{\circ}$ .

Если концы трещин не выходят на поверхность детали, то концы трещин засверливают, а участок с трещиной вырезают или вырубает при помощи воздушно-дуговой резки.

По концам несквозных трещин просверливают отверстия на глубину 2...4 мм, а по концам сквозных трещин просверливают сквозные отверстия  $\varnothing 6..10$  мм.

Разделку кромок производят зубилом.

После разделки кромок поверхность детали обезжирить порошком. Заделку трещин производить участками длиной 30...80 мм с очисткой и проволокой каждого участка.

Наплавку производят электродами ОМЗ-1 ТУ 14-16.8-17-86. При наплавке и сварке деталей толщиной более 4...5 мм рекомендуется подогрев до  $300...500^{\circ}\text{C}$ .

После заварки трещин, произвести гидравлическое испытание давлением  $P=0,45$  МПа в течение не более 10 минут. Течь и отпотевание в районе наплавки не допускаются. Местное отпотевание вне районов наплавки допускается устранять бакелитовым лаком.

Посадочные поверхности под уплотнительное кольцо и корпус подшипника растачивают. Допустимые наибольшие диаметры расточек под уплотнительное кольцо:  $\varnothing 110^{+0,027}$ ... $115^{+0,027}$  мм; под корпус подшипника:  $\varnothing 75^{+0,027}$ ...  $\varnothing 78^{+0,027}$  мм. Несоосность расточек не более 0,03 мм.

Допускается изношенные поверхности под уплотнительные кольца и корпуса подшипника хромировать. Для этого указанные поверхности обезжиривают керосином, и полируют участки, не подлежащие хромированию и подвергнуть детали хромированию толщиной 0,3 мм.

После хромирования корпус насоса нагреть в масляной ванне до температуры  $120^{\circ}\text{C}$ ... $150^{\circ}\text{C}$ , а затем промыть.

После остывания рабочие поверхности шлифовать под номинальные размеры. При этом размеры посадочных поверхностей должны согласоваться с ремонтными размерами уплотнительного кольца и корпуса подшипника.

Посадочную поверхность под сальник расточить. Допустимый предельный размер расточки  $\varnothing 70^{+0,027}$  мм. Несоосность расточек не более 0,05 мм.

Размеры посадочной поверхности под сальник необходимо согласовать с номинальным размером сальника.

#### *Ремонт уплотнительного кольца*

Риски, задиры, отдельные раковины на уплотнительной поверхности зачистить шлифованной шкуркой 2Э 825x15 ЛОГ 15А 5-НМА ГОСТ 5009-82.

#### *Ремонт корпуса подшипника*

Риски, задиры на рабочей поверхности зачистить шлифованной шкуркой 2Э 825x15 ЛОГ 15А 5-НМА ГОСТ 5009-82, причем предельно допустимый размер не должен превышать  $\varnothing 40,1^{+0,062}$  мм.

#### *Ремонт золотникового устройства*

Задиры, риски на поверхности, сопряженной с золотником зачистить шлифованной шкуркой 2Э 825x15 ЛОГ 15А 5-НМА ГОСТ 5009-82, причем зазор в сопряжении не должен превышать 0,07 мм.

#### *Ремонт вала насоса*

При износе посадочных поверхностей под рабочее колесо вакуум-насоса, рабочее колесо, полумуфту и подшипник качения указанные поверхности шлифовать до получения чистой поверхности, обезжирить порошком, изолировать участки, не подлежащие обработке, и подвергнуть вал гальваническому хромированию толщиной слоя 0,3 мм.

После хромирования вал промыть в порошке, нагреть в масляной ванне до температуры 120...150<sup>0</sup>С. После остывания рабочие поверхности шлифовать на номинальные размеры; причем биение посадочных поверхностей должна быть не более 0,02 мм, зазоры под рабочее колесо вакуум-насоса, рабочее колесо и полумуфту не должны превышать 0,02...0,04 мм.

При снятии шпоночного паза менее 10% ширины произвести разделку паза на ремонтный размер на вертикально-фрезерном станке с изготовлением новой шпонки.

Допустимая ширина шпоночного паза: 10...11 мм.

При снятии резьбы более чем на две нитки – резьбу калибровать.

#### *Ремонт колеса вакуум-насоса*

При незначительных разрушениях кромок рабочего вала вакуум-насоса, кромки зачистить напильником 2820-0021 ГОСТ 1465-80 и шлифовальной шкуркой 2Э 820x50 ЛОГ 15А 5-НМА ГОСТ 5009-82, причем разрушенные кромки должны быть скручены.

Местные раковины или эрозионные разрушения при глубине до 1 мм зачистить напильником 2820-0021 ГОСТ 1465-80 и шлифовальной шкуркой 2Э 820x50 ЛОГ 15А 5-НМА ГОСТ 5009-82.

При износе торцевой поверхности колеса не должно превышать 0,03 мм.

При снятии шпоночного паза до 10% номинальной ширины произвести разделку шпоночного паза на ремонтный размер с изготовлением новой шпонки.

Допустимая наибольшая ширина шпоночного паза 11,0 мм.

После ремонта колесо вакуум-насоса должно быть статически отбалансировано по 10 классу.

#### *Ремонт рабочего колеса*

При разрушении выходной кромки лопасти колеса, кромку зачистить напильником 2820-0021 и шлифовальной шкуркой 27 825x50 ЛОГ 15А 5НМА; разрушенные кромки должны быть скручены.

Раковины и эрозионные разрушения при глубине 1 мм и общей площадью 15% от общей поверхности заварить электродами ОМЗ-І ТУ 14-16.8-17-86. Места заправки зачистить напильником и шлифовальной шкуркой. Заваренные места не должны выступать над поверхностью колеса.

Раковины и эрозионные разрушения глубиной до 1 мм зачистить напильником и шлифовальной шкуркой.

При износе уплотнительной поверхности колеса необходимо провести расточку на ремонтный размер.

Номинальный размер: Ø 98,0 мм. Предельный допустимый размер: Ø 95,0 мм.

После обработки зазор в уплотнении не должен превышать  $b = 0,4...0,57$  мм.

При ослаблении посадки на валу, посадочную поверхность рабочего колеса зачистить шлифованной шкуркой или расточить, обезжирить керосином и подвергнуть расточку рабочего колеса гальваническому хромированию толщиной слоя 0,3 мм.

После хромирования колесо промыть в керосине, нагреть в масляной ванне до температуры 120...150<sup>0</sup>С. После остывания посадочную поверхность рабочего колеса шлифовать на размер Ø 32 мм.

Допустимый наибольший диаметр расточки: Ø 35 мм. Зазор в сопряжении колеса с валом должен быть 0,04 мм.

При снятии шпоночного паза до 10% номинальной ширины произвести разделку шпоночного паза на ремонтный размер, с изготовлением новой шпонки.

Допустимая наибольшая ширина шпоночного паза 11,0 мм.

После ремонта рабочее колесо подвергается статической балансировке по 10 классу.

### *Ремонт муфты*

При смятии шпоночного паза до 10% номинальной ширины произвести разделку шпоночного паза под ближайший ремонтный размер с изготовлением новой шпонки.

Допустимая наибольшая ширина шпоночного паза: 11,0 мм.

### *Ремонт защитных втулок*

При наличии рисок, зазоров на поверхность защитных втулок провести обработку шлифовальной шкуркой или шлифовать.

Предельные допустимые ремонтные размеры:

- верхней втулки:  $\varnothing 44,95^{+0,067}$  мм
- нижней втулки:  $\varnothing 39,9_{-0,142}^{-0,08}$  мм.

### *Мероприятия по технике безопасности при ремонте.*

Перед началом ремонтных работ, начальник ремонтного цеха обязан:

- обеспечить соблюдение всеми членами ремонтной бригады правил техники безопасности;
- лично проинструктировать лиц, назначенных для ремонта.

Опасные места производства ремонтных работ должны быть ограждены и хорошо освещены. Перед началом работы и по их окончании рабочее место необходимо привести в надлежащий порядок.

На время прекращения работ рабочее место должно быть приведено в безопасное состояние (ограждение, освещение, вывешивание плакатов).

Во время проведения ремонтных работ запрещается:

- работать без соответствующей спецодежды и индивидуальных защитных средств;
- работать неисправными инструментами или проводить работы инструментом, не предназначенным для данного вида работ.

Весь рабочий инструмент перед началом работы должен быть проверен на обнаружение неисправностей и дефектов, способных привести к несчастным случаям во время работ.

При работе со стационарным или переносным электрооборудованием необходимо особое внимание уделить наличию и состоянию заземления. Изоляция питающего кабеля не должна иметь видимых наружных повреждений.

### *Сборка насоса. Испытания насоса.*

Сборка насоса производится в следующей последовательности:

- вставить ротор в сборе в корпус;
- закрыть корпус насоса крышкой;
- закрыть крышку сальника;
- вставить верхний подшипник качения ротора насоса;
- запрессовать полумуфту на вал насоса;
- ввернуть финты крепления разделительного диска к корпусу и крышке насоса и поставить корпус вакуум-насоса;

- подсоединить к крышке насоса арматуру самовсасывающей системы и систем охлаждения сальника и смазки подшипника.

При установке ротора обратить особое внимание на правильную установку ротора в корпусе, не допуская переносов в посадочных местах.

Правильно собранный и установленный ротор должен свободно вращаться от руки.

Все прокладки должны быть выполнены по месту и по форме стыков соединяемых деталей и необходимых толщин.

Гайки крышки и фланцевых соединений должны быть равномерно зажаты.

Прилегание шпонок к боковым поверхностям конечных пазов должно быть не менее 85% длины шпонки. Плотность прилегания шпонок и стыков корпусных частей контролируется щупом; щуп толщиной 0,1 мм не должен проходить в соединениях стыков, а щуп толщиной 0,05 мм – в соединениях шпонки и шпоночного паза.

После сборки, насос НЦВС-40/30М поступает на участок, где проводится его испытание на подтверждение рабочих характеристик: частота вращения ротора  $n$  (об/мин) : производительность  $Q$  (м<sup>3</sup>/ч), напор  $H$ (м.вод.столба).

Продолжительность испытаний насоса – не менее 4-х часов без перерыва.

### **3.3 Проектирование технологического процесса восстановления шеек коленчатого вала малоомощного двигателя.**

Рассмотрим операции, связанные только с восстановлением шатунных и коренных шеек, т.е. частичное восстановление. Это связано с тем, что на участок поступают только коленчатые валы с дефектами коренных и шатунных шеек. С другими неисправностями коленчатые валы здесь не рассматриваются.

*Разработка маршрутной технологии*

Обозначения: Ш.Ш. – шатунная шейка;

К.Ш. – коренная шейка

- 1.Очистная.
- 2.Дефектовочная.
- 3.Разборочно-очистительная.
- 4.Термическая.
- 5.Очистная.
- 6.Контрольная.
- 7.Шлифовальная для Ш.Ш.
- 8.Шлифовальная для К.Ш.
- 9.Герметизирующая.
- 10.Наплавочная.
- 11.Термическая.
- 12.Правильная.
- 13.Герметизирующая (для К.Ш.).
- 14.Наплавочная (для К.Ш.).
- 15.Шлифовальная черновая (для 1<sup>ой</sup> и 5<sup>ой</sup> К.Ш.).

16. Шлифовальная черновая (для Ш.Ш.).
17. Шлифовальная черновая (для К.Ш.).
18. Сверлильная.
19. Шлифовальная чистовая (для Ш.Ш.)
20. Ультразвуковое упрочнение (УЗУ Ш.Ш).
21. Шлифовальная чистовая (для К.Ш.).
22. Ультразвуковое упрочнение (УЗУ КШ).
23. Сборочная.
24. Балансировочная.
25. Разборочная.
26. Очистная.
27. Сборочная.
28. Контрольная.

#### 1. Очистная.

Очистить вал и промыть его в растворе моющего средства МС-8 концентрации 20 г/л и температурой 75...80 °С.

Наличие смолистых отложений, загрязнения и смазки на поверхности вала не допускаются.

Машина для очистки ОМ-5288 .

Разряд работы-2. Трудоемкость-4,5 мин .

#### 2. Дефектовочная.

Провести тщательный визуальный осмотр. Определить геометрические параметры вала – измерить инструментом.

Определить трещины магнитным дефектоскопом МД-50 .

Режимы: ток намагничивания 1500А, метод намагничивания – циркулярный, характер тока – мгновенный.

Условия: трещины более 5 мм не допускаются.

Разряд работ-4. Трудоемкость-8,5 мин .

#### 3. Разборочно-очистная.

Вывернуть пробки, не выворачиваемые пробки удалить.

Прочистить масляные каналы и полости.

Оборудование: приспособление специальное.

Станок радиально-сверлильный 2Н155 .

Разряд работ-2. Трудоемкость-6,5 .

#### 4. Термическая.

Поместить вал в печь при температуре 400...450 °С и выдерживать в течение 30 минут.

Электропечь шахтная СШО 10.10/10 .

### 5. Очистная.

Очистить и промыть вал в растворе средства Лабомид-203 концентрацией 20 г/л и температурой 75...80° С.

Разряд-2. Трудоемкость-5 мин.

### 6. Контрольно – дефектовочная (см. операцию 2.).

### 7. Шлифовальная, подготовительная (для Ш.Ш.).

Шлифовать под наплавку до Ø63,6<sub>-0,1</sub> м.м. последовательно 1<sup>ю</sup>, 2<sup>ю</sup>, 3<sup>ю</sup>, 4<sup>ю</sup> шатунные шейки на длину 57,6 м.м., обеспечив шероховатость поверхности Ra=2 мкм.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423.

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900x50x305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 12 мин .

### 8. Шлифовальная, подготовительная (для К.Ш.).

Шлифовать под наплавку, обеспечив шероховатость поверхности Ra 2 мкм. 1<sup>ю</sup> К.Ш. Ø72,6 мм. На длину 32 мм. Со 2<sup>й</sup> до 5<sup>й</sup> до Ø72,6<sub>-0,1</sub> мм на длину соответственно 28,5<sup>+0,5</sup> мм, 28,5<sup>+0,5</sup> мм, 28,5<sup>+0,5</sup> мм, 42,5<sup>+0,5</sup> мм .

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 .

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900x50x305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 16 мин .

### 9. Герметизирующая (для Ш.Ш.).

Заглушить отверстия масляных каналов на Ш.Ш. стержнями из графита ГП-1. Трудоемкость – 1 мин [10].

### 10. Наплавочная (для Ш.Ш.).

Наплавить последовательно 1<sup>ю</sup>, 2<sup>ю</sup>, 3<sup>ю</sup>, 4<sup>ю</sup> шатунные шейки до Ø60 мм. Проволокой Нп – 30xГСА под флюсом Ан-348 в следующем режиме :

- частота вращения вала, мин<sup>-1</sup> - 2,5
- подача головки, мм/об. -4,6
- подача проволоки, м/мин -1,4...1,6
- смещение электрода, м/мин -8...10
- вылет электрода, мм. -10...12
- сила тока, А -180...200
- напряжение, В -25...30

Оборудование: установка ОКС – 5523 ГОСНИТИ.

Разряд работы – 3. Трудоемкость – 26 мин.

### 11. Термическая (см. операцию 4)

### 12. Правильная.

Править вал, выдерживая допуск радиального биения средних К.Ш. относительно оси центров – 0,3 м.м.

Оборудование: пресс 6328 .

Приспособление: специальное.

Разряд работ – 2. Трудоемкость – 5 мин .

### 13. Герметизирующая (для К.Ш.) (см. операцию 9).

### 14. Наплавочная (для К.Ш.).

Наплавить последовательно 1<sup>ю</sup>, 5<sup>ю</sup>, 2<sup>ю</sup>, 4<sup>ю</sup>, 3<sup>ю</sup> шейки до  $\varnothing 78^{+0,5}$  мм проволокой Нп-30ХГСА под флюсом Ан-348 в следующем режиме :

- частота вращения вала, мин<sup>-1</sup> 2...2,5
- подача головки, мм/об. -4,6
- подача проволоки, м/мин -1,2...1,6
- смещение электрода, м/мин -8...12
- вылет электрода, мм. -8...10
- сила тока, А -240...260
- напряжение, В -24...26

Оборудование: установка ОКС – 5523 ГОСНИТИ.

Разряд работы – 3. Трудоемкость – 28 мин .

### 15. Шлифовальная черновая (для 1<sup>й</sup> и 2<sup>й</sup> К.Ш.).

Шлифовать после наплавки 1<sup>ю</sup> коренную шейку до  $\varnothing 75,2_{-0,1}$  мм. от ее торца и до упорного бурта, 5<sup>ю</sup> на длине  $43^{+0,5}$  мм., обеспечивая чистоту Ra 1,6 мкм.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 .

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900x50x305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 10 мин.

### 16. Шлифовальная черновая (для Ш.Ш.).

Шлифовать до  $\varnothing 66,1_{-0,1}$  мм. последовательно 1<sup>ю</sup>, 2<sup>ю</sup>, 3<sup>ю</sup>, 4<sup>ю</sup> шатунные шейки на длине  $75^{+0,2}$  мм, выдержав радиус кривошипов  $47,5 \pm 0,1$  мм, обеспечив Ra 1,6 мкм.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 .

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900x50x305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 27 мин .

### 17. Шлифовальная черновая (для К.Ш.).

Шлифовать до  $\varnothing 75,2$  мм. последовательно 2<sup>ю</sup>, 3<sup>ю</sup>, 4<sup>ю</sup> коренные шейки на длине  $29^{+0,5}$  мм, выдерживая шероховатость Ra 1,6 мкм .

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 .

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900x50x305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 32 мин.

### 18. Сверлильная.

Сверлить на коренных и шатунных шейках 16 масляных каналов  $\varnothing 7^{+0,3}$  мм, выдерживая координаты каналов.

Оборудование: станок радиально-сверлильный 2845 .

Разряд работы – 3. Трудоемкость – 7 мин.

### 19. Шлифовальная чистовая (для Ш.Ш.).

Шлифовать до  $\varnothing 65,51_{-0,02}$  мм последовательно  $1^{10}, 2^{10}, 3^{10}, 4^{10}$  шатунные шейки на длине  $58^{+0,12}$  мм, выдерживая радиус галтельных переходов  $1,5 \pm 0,15$  мм. Точность углового расположения  $25'$ , параллельность осей шеек относительно общей оси. Шероховатость Ra 0,63 мкм .

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 .

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900x50x305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 12,5 мин .

### 20. Ультразвуковое упрочнение (УЗУ (для Ш.Ш.).

Упрочнить шатунные шейки ультразвуковым инструментом.

Оборудование: станок токарно-винторезный 1К62 модернизированный, т.е. с приспособлением для УЗУ.

Режим работы:

$T_o = L/nS$  мин,

где L – длина шейки в мм;

n – число оборотов  $n = V \cdot 60/d$ , где

V – скорость вращения детали  $V = 0,33 \dots 0,99$  об/мин,

d – диаметр шеек, мм.,

S – подача, мм/об.  $S_{пр} = 0,12 \dots 0,15$  мм/об.

По формуле находим число оборотов:  $n = 1000 \cdot 0,4 \cdot 60 / 3,14 \cdot 65,5 = 117$  об/мин.

По формуле находим:  $T_o = 58 / 117 \cdot 0,14 = 4,14$  мин.

Так как 4 шатунные шейки, то  $T_o = 17,6$  мин.  $T_{пз} = 19$  мин .

### 21. Шлифовальная чистовая (для К.Ш.).

Шлифовать до  $\varnothing 74,5_{-0,02}$  мм.  $1^{10}$  коренную шейку на длине  $32^{+0,16}$  мм,  $2^{10}, 3^{10}, 4^{10}$ , на длине  $27,5^{+0,075}$  мм,  $5^{10}$  на длине  $41,5^{+0,5}$  мм. Шероховатость Ra 0,63 мкм .

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 .

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900x50x305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 15 мин .

## 22. Ультразвуковое упрочнение (УЗУ (для К.Ш.)).

Упрочнить коренные шейки ультразвуковым инструментом.

Оборудование: станок токарно-винторезный 1К62 модернизированный, т.е. с приспособлением для УЗУ.

Режим работы:

По формуле находим число оборотов:  $n=1000 \cdot 0,4 \cdot 60 / 3,14 \cdot 74 = 102,6$  об/мин.

По формуле находим:  $T_0 = 32 / 102,6 \cdot 0,12 = 2,59$  мин.

Так как коренных шеек 5, то  $T_0 = 12,95$  мин.  $T_{пз} = 19$  мин.  $T_{всп} = 0,5$  мин.

## 23. Сборочная.

Ввернуть пробки.

Трудоемкость – 2,5 мин .

## 24. Балансировочная.

Надеть на каждую шатунную шейку груз массой 3,395кг и провести динамическую балансировку вала, высверлив отверстия в противовесах в радиальном направлении. Допуск дисбаланса не более 30 кг/см.

Оборудование: верстак ОРГ 5365. Станок балансировочный КИ-4274.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 8 мин .

## 25. Разборочная.

Вывернуть пробки.

Трудоемкость – 2,5 мин .

## 26. Моечная. (см. операцию 1).

## 27. Сборочная.

Ввернуть пробки.

Трудоемкость – 2,5 мин.

## 28. Контрольная.

Провести контроль согласно техническим требованиям на выдачу коленчатого вала из восстановления.

Трудоемкость – 8 мин .

Выбор оборудования, оснастки, приспособления и вспомогательного инструмента используемого при ремонте заданной детали осуществлен с учетом следующих факторов:

- вид обработки;
- точность обрабатываемой поверхности;
- расположение обрабатываемой поверхности относительно технологических баз;
- габаритные размеры и масса заготовки;
- производительность операции;

- тип производства.

### 3.4 Проектирование технологического процесса ремонта промежуточного вала

#### 1 Общая часть

Характеристика детали

Вал вторичный редуктора.

Данный вал предназначен для передачи крутящего момента. Он представляет собой вал, имеющий шпоночные пазы, опорные шейки под подшипники и шестерни передач. На концах данного вала установлены подшипники, которые запрессованы в корпусе редуктора.

Вал выполнен из стали 15 ХГН2ТА ГОСТ 4543-71.

Поверхность вала имеет твердость  $\approx 57\text{HRC}_3$ .

Габаритные размеры вала: наибольший диаметр-81 мм, длина вала-323 мм.

Масса вала 0,2750кг.

*Технические требования к отремонтированной детали.* Восстановленный вторичный вал должен отвечать следующим основным техническим требованиям: овальность и конусность шейки под подшипник второй и третьей не более 0,01 мм, шейки под задний подшипник не более 0,02 мм; радиальное биение отверстия под подшипник второй и третьей относительно шеек под передний и задний подшипники не более 0,03 мм, радиальное биение под сальник относительно шеек под те же подшипники не более 0,05 мм, шероховатость шеек под передний подшипники и под втулку шестерни пятой передачи не более  $R_a = 1,25$  мкм, отверстие под роликовый подшипник не более  $R_a = 0,63$  мкм.

*Технические требования на дефектацию детали.* Технические требования на дефектацию вторичного вала приведены в карте технических требований, которая является основным техническим документом на ремонт детали и она содержит все основные дефекты данного вала.

#### *Дефекты детали и причины их возникновения*

Вал вторичный является ответственной деталью редуктора и в процессе эксплуатации он испытывает большие знакопеременные нагрузки, трение, давление, моменты кручения в результате которых возникают различного рода дефекты:

*Дефект 1.* Износ шейки под передний подшипник, возникает из-за неравномерной нагрузки, неправильной технической эксплуатации, плохой смазки во время работы.

*Дефект 2.* Вмятины от роликов или износ шеек под подшипники второй и третьей передачи, возникает из-за ударов во время работы, повышенного трения, неправильной технической эксплуатации, плохой смазки.

*Дефект 3.* Износ шейки под задний подшипник, возникает из-за неравномерной нагрузки, неправильной технической эксплуатации, плохой смазки.

*Дефект 4.* Повреждение резьбы, возникает вследствие большой нагрузки между витками резьбы.

*Выбор размера партии деталей.* В условиях серийного ремонтного производства размер партии принимаем равным месячной или квартальной потребности в ремонтируемых или изготавливаемых деталях.

Месячная потребность в деталях (размер партии деталей) определяется по формуле [9]:

$$K_{II} = \frac{P \cdot K \cdot m}{12}$$

где  $K$  - коэффициент ремонта (принимаем  $K = 0.7$  по данным РЗ);

$m$  - число одноименных деталей в редукторе, шт;

$P$  - производственная программа ремонта деталей, шт;

$K_{II}$  - размер партии деталей.

$$K_{II} = \frac{7500 \cdot 0.7 \cdot 1}{12} = 437.5 \quad \text{шт принимаем } 440 \text{ шт}$$

Вал вторичный редуктора относится к деталям 2 класса - крупные стержни.

*Выбор рационального способа восстановления детали.*

Выбираем способы восстановления дефектов вала, которые можно применять. Износ шеек под подшипник второй и третьей передачи и под задний подшипник можно восстановить: наплавкой, напылением, хромированием с последующей обработкой или обработкой шейки вала под ремонтный размер.

Из числа возможных способов выбираем способ, который обеспечивает последующий межремонтный ресурс восстановленной детали, т.е. удовлетворяет требуемому коэффициенту долговечности 0,8...1,0. Данные способы указаны в таблице 8.

Таблица 8. Коэффициенты долговечности

Вибродуговая наплавка	1.0
Железнение	0.9...1.0
Наплавка в среде углекислого газа	1.0
Хромирование	0.97...1.0

Из данных способов выбираем способ восстановления, характеризующийся наиболее высоким значением коэффициента технико-экономической эффективности.

Наиболее выгодным и эффективным способом для восстановления шеек под подшипник второй и третьей передачи и под задний подшипник является вибродуговая наплавка, с максимальным коэффициентом технико-экономической эффективности - 0,456.

Данный способ восстановления вторичного вала, обладает следующими преимуществами: небольшой нагрев детали, не оказывающий влияние на их термообработку, небольшая зона термического влияния; достаточно высокая производительность процесса, которая по площади покрытия составляет 8...10 см<sup>2</sup>/мин.

*Выбор технических баз.* Для деталей корпусные стержни, технологической базой являются - центровые отверстия.

Центровые отверстия, выбранные в качестве технологических баз, обеспечивают соблюдение принципов постоянство и единство баз. Они являлись технологическими базами при изготовлении вала, используя их можно обрабатывать все поверхности.

### *Технологические схемы устранения каждого дефекта*

Технологические схемы содержат способы устранения дефекта, последовательность устранения дефекта, а также точность обработки. Данные приведены в таблице 9.

#### *Расчет припусков*

Общий расчет припуска, при износе шеек под подшипник второй и третьей передачи, на обработку.

Наплавить шейки под подшипник второй и третьей передачи, выдерживая  $d = 81,4$  мм. Точить наплавленные шейки предварительно, выдерживая  $d = 81,4$  мм. Шлифовать шейки, выдерживая  $d=81,1$  мм. Диаметр шеек после шлифования равен размеру по рабочему чертежу:  $d = 81_{-0.023}$ .

Диаметр шеек после шлифования равен:  $d_1 = d + 2h$

где  $2h$  - припуск на шлифование, мм;  $2h = 0,1$  мм

$$d_1 = 81 + 0,1 = 81,1 \text{ мм}$$

Диаметр шеек после точения равен:  $d_2 = d_1 + 2h_2$

где  $2h_2$  - припуск на точение, мм:  $2h_2 = 0,3$  мм

$$d_2 = 81,1 + 0,3 = 81,4 \text{ мм}$$

Таблица 7 Карта технических требований на дефектацию детали

Наименование детали (сборочной единицы). Вал вторичной коробки передач.					
			Обозначение 236-1701105Б		
			Материал Сталь 15 ХГН2ТА ГОСТ 4543-71		
			Твердость 59...65 HRCэ ≥ 57 HRCэ		
Позиция на эскизе	Возможный дефект	Способ установления дефектации, средства контроля	Размер, мм		Заключение
			По рабочему чертежу	Допустимый без ремонта	
1	Износ шейки под подшипник Вмятины от роликов или износ шеек под подшипники шестерен	Калибр-скоба HE 40П ГОСТ 2015-84 или микрометр МК50-1 ГОСТ 6507	$\varnothing 40^{+0.020}_{+0.003}$	$\varnothing 39,99$	Железнение Хромирование Наплавка
2		Осмотр Калибр-скоба HE 81h7 ГОСТ 2015-84 или микрометр МК 100-1 ГОСТ 6507	$\varnothing 81_{-0.023}$	$\varnothing 80,96$	Наплавка
3	Износ шейки под задний подшипник	Калибр-скоба HE 60С ГОСТ 2015-84 или микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507	$\varnothing 60 \pm 0.01$	$\varnothing 59,98$	Железнение Хромирование Наплавка
4	Повреждение резьбы	Осмотр калибр-кольцо резьбовой HE M39×2 – 8g ГОСТ 18405	M39×2 – 8g		Калибровать Наплавить при срыве или износе резьбы

Диаметр шеек после наплавки равен:  $d_3 = d_2 + 2h_3$

$$d_3 = 81,4 + 2 = 83,4 \text{ мм.}$$

где  $2h_3$  - припуск на механическую обработку после наплавки, мм.

#### *Общий расчет припуска на обработку при износе шеек под подшипник*

Наплавить шейку под задний подшипник выдерживая  $d = 60,4$  мм. Точить наплавленную шейку предварительно, выдерживая  $d = 60,4$  мм. Шлифовать шейку, выдерживая  $d=60,1$  мм. Диаметр шейки после шлифования равен размеру по рабочему чертежу:  $d = 60 \pm 0.01$

Диаметр шейки после шлифования равен:  $d_1 = d + 2h$

где  $2h$  - припуск на шлифование, мм;  $2h = 0,1$  мм  
 $d_1 = 60 + 0,1 = 60,1$  мм

Диаметр шейки после точения равен:  $d_2 = d_1 + 2h_2$

где  $2h_2$  - припуск на точение, мм:  $2h_2 = 0,3$  мм  
 $d_2 = 60,1 + 0,3 = 60,4$  мм

Диаметр шейки после наплавки равен:  $d_3 = d_2 + 2h_3$   
 $d_3 = 60,4 + 2 = 62,4$  мм.

где  $2h_3$  - припуск на механическую обработку после наплавки, мм.

#### *Технологический маршрут восстановления детали*

На основании составленного технологического маршрута оформляется маршрутно-операционная карта технологического процесса восстановления детали.

#### *005 Токарно-винторезная.*

1. Установить вал в патрон и закрепить.
2. Зачистить центровую фаску.
3. Переустановить вал.
4. Снять вал и положить в ящик.

Таблица 9. Технологические схемы устранения каждого дефекта

Дефект	Способ устранения дефекта	Наименование и содержание операций	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм
Износ шеек под подшипник второй и третьей передачи	Вибродуговая наплавка	<u>Шлифовальная</u> Шлифуем шейки под подшипник второй и третьей передачи	8	1,6
		<u>Наплавка</u> Подготовить вал и наплавить шейки под подшипник второй и третьей передачи	11	3,2
		<u>Токарная</u> Проточить наплавленные шейки.	9	0,8
		<u>Шлифовальная</u> Черновое шлифование шеек под подшипник второй и третьей передачи	7	1,6
Износ шейки под задний подшипник	Вибродуговая наплавка	<u>Шлифовальная</u> Шлифуем первую шейку под задний подшипник	8	1.6
		<u>Наплавка</u> Подготовить вал и наплавить шейку под задний подшипник	11	3.2
		<u>Токарная</u> Проточить наплавленную шейку.	9	0.8
		<u>Шлифовальная</u> Черновое шлифование шейки под задний подшипник	7	1.6
		<u>Шлифовальная</u> Чистовое шлифование шейки под задний подшипник		
		<u>Контроль</u>		

### *010 Наплавочная.*

1. Установить вал в патрон и закрепить.
2. Очистить шейку от грязи и ржавчины.
3. Наплавить шейки под подшипник второй и третьей передачи придерживаясь диаметра равного 81,4 мм, на длине 18 мм, не заплывая фаски и не доходя до торца 1...1,5 мм; наплавить шейку под задний подшипник до диаметра равного 60,4 мм на длине 15 мм.
4. Внешним осмотром проверить качество наплавки. Наплавленный слой должен отвечать следующим требованиям, быть без наплывов и глубоких раковин.
5. Снять вал и положить в ящик.

### *015 Токарно-винторезная.*

1. Установить вал в патрон и закрепить.
2. Точить шейки под подшипник второй и третьей передачи выдерживая  $d = 81,4$  мм на длине 18 мм.
3. Точить шейку под задний подшипник выдерживая диаметр 60,4 мм на длине 15 мм.
4. Проверить шероховатость обработанной поверхности.
5. Снять вал и положить в ящик.

### *020 Контрольная.*

1. Проверить диаметр шеек под подшипник второй и третьей передачи.
2. Проверить диаметр шейки под задний подшипник.

### *025 Кругло-шлифовальная.*

1. Установить вал в центра и закрепить.
2. Шлифовать шейки под подшипник второй и третьей передачи выдерживая диаметр 81,1 мм на длине 18 мм по 9 качеству точности, с классом шероховатости 1,6 мкм.
3. Шлифовать шейку под задний подшипник выдерживая диаметр 60 мм на длине 15 мм по 7 качеству точности, с классом шероховатости 0,8 мкм.
4. Шлифовать шейки под подшипник второй и третьей передачи выдерживая диаметр 81,1 мм на длине 18 мм по 9 качеству точности, с классом шероховатости 1,6 мкм.
5. Шлифовать шейку под задний подшипник диаметр 60 мм на длине 15 мм по 7 качеству точности, с классом шероховатости 0,8 мкм.
6. Проверить диаметры шеек и их шероховатость.
7. Снять вал и положить в ящик.

### 030 Контрольная.

1. Проверить диаметр шеек на соответствие размерам по рабочему чертежу
2. Проверить шероховатость

#### *Выбор оборудования*

При выборе оборудования мы учитываем размер партии обрабатываемых деталей, рабочую зону станка, габаритные размеры деталей, расположение обрабатываемых поверхностей, требования к: точности, шероховатости и экономичности обработки. Выбранное оборудование занесено в таблице 10.

#### *Выбор технологической оснастки*

Таблица 10 Сводная ведомость оборудования [10]

Но-мер	Код	Наименование	Код	Наименование и модель	Мощность, кВт
Операции			Оборудование		
005	4114	Токарно-винторезная	381161	Станок токарно-винторезный 16К20	10
010	9125	Наплавка	386291	Установка наплавочная ОЧС-1252А, выпрямитель ВДУ 301	1,7
015	4114	Токарно-винторезная	381161	Станок токарно-винторезный 16К20	10
020	0264	Контроль	393140	Калибры для контроля ГОСТ 16085-80	
025	4131	Круглошлифовальная	381314	Станок круглошлифовальный 3М151	11
030	0227	Контроль	381311	Специальный стол для контроля	

При централизованном восстановлении деталей применяют специальные приспособления и вспомогательный инструмент, а также стандартные: центра, патроны, оправки, станочные тиски и другие. Выбранные данные сведены в табл. 11,12,13.

#### *Расчет режимов обработки*

005 Расчет режима резания при токарной операции.

Переход 1

Точить поверхность шеек под подшипник второй и третьей передачи выдерживая размеры  $d=81,4$  мм,  $L=18$  мм,  $Ra=6,3$  мкм.

Определяем глубину резания и число проходов по формуле:

$$t = \frac{d_1 - d}{2}$$

где  $d_1, d$ - диаметры заготовки до и после обработки,  $d_1=83,4$  мм,  $d=81,4$  мм.

Таблица 11. Сводная ведомость приспособлений и вспомогательного инструмента

Но-мер	Наименование	Код	Наименование
Операции		Приспособления и вспомогательный инструмент	
005	Токарно-винторезная	396111 392830	Патрон Втулка переходная для крепления инструмента
010	Наплавочная	392840 392841	Центр упорный Центр станочный вращающийся
015	Токарно-винторезная	396111 392830	Патрон Втулка переходная для крепления инструмента
020	Контрольная		
025	Кругло шлифовальная		Центр
030	Контрольная		

Таблица 12. Сводная ведомость материалов

Номер	Наименование	Наименование	Стандарт
Операция		Материал	
005	Токарно-винторезная		
010	Наплавка	Проволока стальная-наплавочная Нп-70	ГОСТ 10343-82
015	Токарно-винторезная	СОЖ	ТУ38-110-247-73
020	Контроль		
025	Круглошлифовальная	СОЖ, УКРИНОЛ-1	2-390 ТУ 39-101-19Э-76
030	Контроль		

$$t = \frac{83.4 - 81.4}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Число проходов принимаем равное 2, тогда  $t = 0,5$  мм.

Таблица 13. Сводная ведомость режущего и слесарного инструмента

Но-мер	Наименование	Код	Наименование	Материал режущей части	Обозначение и номер стандарта
Операции		Инструмент			
005	Токарно-винторезный	391881	Резцы токарные черновые	P18	ГОСТ 10903-77 2301-0053
010	Наплавка	398560	Шкурка шлифовальная	P18	15А 40-НМА ГОСТ 5009-82
015	Токарно-винторезный	392131	Резцы токарные чистовые и резьбовые	ВК6	T15K6 ГОСТ 18881-74
020	Контроль				
025	Кругло шлифовальный	398100	Круг шлифовальный		ГОСТ 2424-83
030	Контроль				

Определяем значение подачи инструмента, учитывая точность и качество обработки, механические свойства обрабатываемого материала.  $S_0 = 0,15$  мм/об

Определяем скорость резания по формуле:

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

где  $V_{ТАБЛ}$ - табличное значение скорости резания равно  $236 \text{ мин}^{-1}$ ;  
 $K_1 K_2 K_3$ - коэффициенты зависящие от обрабатываемого материала, инструмента и вида обработки.  $K_1=0,9$ ,  $K_2=1,25$ ,  $K_3$  не учитывается.

$$V = 236 \cdot 0,9 \cdot 1,25 = 265,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot 265,5}{3,14 \cdot 81,4} = 1038,74 \text{ мин}^{-1},$$

$n_{ш}$  - фактическое паспортное значение частоты

Вращения шпинделя равняется  $1600 \text{ мин}^{-1}$ .

Определяем фактическую скорость резания по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\phi}}{1000}$$

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 81.4 \cdot 1600}{1000} = 408.95 \text{ м/мин.}$$

### Переход 2

Точить поверхность шейки под задний подшипник выдерживая размеры  $d=60,4$  мм,  $L=15$  мм,  $Ra=6,3$  мкм.

Определяем глубину резания и число проходов по формуле:

$$t = \frac{d_1 - d}{2}$$

где  $d_1, d$ - диаметры заготовки до и после обработки,  $d_1=62,4$  мм,  $d=60,4$  мм.

$$t = \frac{62.4 - 60.4}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Число проходов принимаем равное 2, тогда  $t = 0,5$  мм.

Определяем значение подачи инструмента, учитывая точность и качество обработки, механические свойства обрабатываемого материала.  $S_0=0.15$  мм/об

Определяем скорость резания по формуле:

$$V = V_{ТАБЛ} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

где  $V_{ТАБЛ}$ - табличное значение скорости резания равное  $236 \text{ мин}^{-1}$ ;

$K_1 K_2 K_3$ - коэффициенты зависящие от обрабатываемого материала, инструмента и вида обработки.  $K_1=0,9$ ,  $K_2=1,25$ ,  $K_3$  не учитывается.

$$V = 236 \cdot 0.9 \cdot 1.25 = 265.5 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot 265.5}{3.14 \cdot 60.4} = 1399.902 \text{ мин}^{-1},$$

где  $n_{ш} = 1600 \text{ мин}^{-1}$  - фактическое паспортное значение частоты вращения шпинделя равняется.

Определяем фактическую скорость резания по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\phi}}{1000}$$

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 60.4 \cdot 1600}{1000} = 303.44 \text{ м/мин.}$$

Полученные результаты режимов резания сведем в таблицу 14.

Таблица 14. Режимы резания для токарной операции

Номер	$t$	$S_0$	$V$	$n_{ш}$	$n$	$V_{\phi}$
переход 1	0,5	0,15	265,5	1038,74	1600	408,95
переход 2	0,5	0,15	265,5	1399,902	1600	303,44

025 Расчет режима резания для шлифования.

Переход 1

Рассчитываем фактическую скорость вращения шлифовального круга по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d_{KP} \cdot n_{KP}}{1000 \cdot 60}$$

где  $d_{KP}$ - диаметр шлифовального круга по паспорту станка мм;  
 $n_{KP}$ - частота вращения круга по паспорту станка мин<sup>-1</sup>.

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 125 \cdot 1910}{1000 \cdot 60} = 12.494 \text{ м/с.}$$

Рассчитываем фактическую окружную скорость вращения детали по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d_0 \cdot n_0}{1000}$$

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 81.4 \cdot 80}{1000} = 20.44 \text{ м/мин.}$$

где  $d_0$ - диаметр детали до обработки;  
 $n_0$ - частота вращения детали по паспорту станка.

Определяем продольную подачу за один оборот обрабатываемой детали по формуле:

$$S = \beta \cdot B_k$$

где  $\beta$ - доля ширины шлифовального круга =1,8;

$B_k$ - ширина шлифовального круга,  $B_k=10$  мм.

$$S = 1.8 \cdot 10 = 18 \text{ мм.}$$

Определяем минутную подачу по формуле:

$$S_M = S \cdot n_D$$

где  $n_D$ - частота вращения по паспорту станка.

$$S_M = 18 \cdot 80 = 1440 \text{ об/мин.}$$

Переход 2

Рассчитываем фактическую скорость вращения шлифовального круга, для шейки вала под задний подшипник по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d_{кр} \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}$$

где  $d_{кр}$ - диаметр шлифовального круга по паспорту станка мм;

$n_{кр}$ - частота вращения круга по паспорту станка мин<sup>-1</sup>.

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 125 \cdot 1910}{1000 \cdot 60} = 12.494 \text{ м/с.}$$

Рассчитываем фактическую окружную скорость вращения детали по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d_0 \cdot n_0}{1000}$$

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 60.4 \cdot 80}{1000} = 15.172 \text{ м/мин.}$$

где  $d_0$ - диаметр детали до обработки;

$n_0$ - частота вращения детали по паспорту станка.

Определяем продольную подачу за один оборот обрабатываемой детали по формуле:

$$S = \beta \cdot B_k$$

где  $\beta=1,5$ - доля ширины шлифовального круга;

$B_k$ - ширина шлифовального круга,  $B_k=10$  мм.

$$S = 1.5 \cdot 10 = 15 \text{ мм.}$$

Определяем минутную подачу по формуле:

$$S_M = S \cdot n_D$$

где  $n_D$ - частота вращения по паспорту станка.

$$S_M = 15 \cdot 80 = 1200 \text{ об/мин.}$$

Результаты режимов шлифования сведем в таблице 15.

Таблица 15. Режимы шлифования.

Номер и наименование операции	$B_k$ , мм	$D_{кр}$ , мм	$n$ , об/мин	$V_{\phi}$ , м/мин	$S_M$ , мм/мин	$\beta$
Переход 1	10	125	1910	20,44	1440	1,8
Переход 2	10	125	1910	15,172	1200	1,5

#### Расчет параметров вибродуговой наплавки

Расчет режима для вибродуговой наплавки производим по исходным данным: марка электродной проволоки Нп-70; диаметр электрода  $d_3=1,6$  мм; твердость после наплавки 17...23 HRC<sub>3</sub>; плотность тока  $D_a=80$  А/мм<sup>2</sup>, полярность обратная.

## Переход 1

Определяем силу тока для вибродуговой наплавки по формуле:

$$I = 0.785 \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot D_a$$

$$I = 0.785 \cdot 1.6^2 \cdot 80 = 160.8 \text{ A.}$$

Определяем массу расплавленного металла по формуле:

$$\sigma_{PM} = I \cdot a_n / 60$$

$a_n$ - по справочнику принимаем равным 8,3 г/А<sup>2</sup>.

$$\sigma_{PM} = 160.8 \cdot 8.3 / 60 = 22.2 \text{ г.}$$

Определяем объем расплавленного металла по формуле:

$$Q_{P.M} = \frac{\sigma_{P.M}}{\gamma}$$

$$Q_{P.M} = \frac{22.2}{7.85} = 2.8 \text{ мм}^3/\text{А.}$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$\sigma_{PP} = \frac{Q_{P.M}}{0.785 \cdot d_{\text{э}}^2}$$

$$\sigma_{PP} = \frac{2.8}{0.785 \cdot 1.6^2} = 1.3 \text{ мм/об.}$$

Определяем скорость наплавки по формуле:

$$\sigma_H = \frac{0.785 \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot \sigma_{PP} \cdot K \cdot a}{t \cdot S}$$

где  $K=0,8$ ;  $a=0,9$ ;  $S=2,8$  мм/об.

$$\sigma_H = \frac{0.785 \cdot 1.6^2 \cdot 1.3 \cdot 0.8 \cdot 0.9}{2 \cdot 2.8} = 0.32 \text{ мм/об}$$

Определяем частоту вращения детали при наплавке по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot \sigma_H}{\pi \cdot d}$$

где  $d$ - диаметр детали.

$$n = \frac{1000 \cdot 0.3}{3.14 \cdot 81.4} = 1.173 \text{ мм/об.}$$

Полярность тока при наплавке обратная, напряжение 20...24 В.

## Переход 2

Определяем силу тока для вибродуговой наплавки по формуле:

$$I = 0.785 \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot D_a$$

$$I = 0.785 \cdot 1.6^2 \cdot 80 = 160.8 \text{ A.}$$

Определяем массу расплавленного металла по формуле:

$$\sigma_{PM} = I \cdot a_n / 60$$

$a_n$ - по справочнику принимаем равным 8.3 г/А<sup>2</sup>.

$$\sigma_{PM} = 160,8 \cdot 8,3 / 60 = 22,2 \text{ з.}$$

Определяем объем расплавленного металла по формуле:

$$Q_{P.M} = \frac{\sigma_{P.M}}{\gamma}$$

$$Q_{P.M} = \frac{22,2}{7,85} = 2,8 \text{ мм}^3/\text{А.}$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$\sigma_{PP} = \frac{Q_{P.M}}{0,785 \cdot d_3^2}$$

$$\sigma_{PP} = \frac{2,8}{0,785 \cdot 1,6^2} = 1,3 \text{ мм/об.}$$

Определяем скорость наплавки по формуле:

$$\sigma_H = \frac{0,785 \cdot d_3^2 \cdot \sigma_{PP} \cdot K \cdot a}{t \cdot S}$$

где  $K=0,8$ ;  $a=0,9$ ;  $S=2,8$  мм/об.

$$\sigma_H = \frac{0,785 \cdot 1,6^2 \cdot 1,3 \cdot 0,8 \cdot 0,9}{2 \cdot 2,8} = 0,32 \text{ мм/об}$$

Определяем частоту вращения детали при наплавке по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot \sigma_H}{\pi \cdot d}$$

где  $d$ - диаметр детали.

$$n = \frac{1000 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 60,4} = 1,58 \text{ об/мин.}$$

Полярность тока при наплавке обратная, напряжение 20...24 В.

Режимы для наплавки сведем в таблицу 16.

Таблица 16. Режимы наплавки.

Номер и наименование операции	$I, \text{ А}$	$\sigma_{PP}, \text{ мм/об}$	$n, \text{ об/мин}$	$\sigma_H, \text{ мм/об}$	$Q_{PM}, \text{ мм}^3/\text{А}$
Переход 1	160,8	1,3	1,173	0,32	2,8
Переход 2	160,8	1,3	1,58	0,32	2,8

### Расчет норм времени

При технологическом нормировании определяем основное время на каждый переход -  $t_o$ , вспомогательное время -  $t_{всп}$ , дополнительное время -  $t_6$ , штучное -  $t_{шт}$ , подготовительно-заключительное -  $t_{п-з}$ , штучно-калькуляционное -  $t_{шт-к}$

В зависимости от вида обработки основное время рассчитывается по определенным формулам, а остальное выбираем по нормативам и справочникам.

## Переход 1

Определяем основное время на токарную обработку по формуле:

$$t_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S_\phi \cdot П_\phi}$$

где  $L$ - длина пробега резца;

$L_1 = 0,5$  мм - длина врезания резца по расчету;

$L_2 = 18$  мм - длина обработки;

$П_\phi$ - фактическая частота вращения шпинделя;

$S_\phi$ - назначенная фактическая подача.

$$t_0 = \frac{18 + 0.5}{0.15 \cdot 1600} = 0.077 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время по формуле:

$$t_{всп} = t_{вУ} + t_{вП} + t_{вЗ}$$

где  $t_{вП} = 0,2$  мин - вспомогательное время, связанное с каждым переходом;

$t_{вЗ} = 0,2$  мин - вспомогательное время, связанное с замерами детали;

$t_{вУ} = 0,4$  мин.

$$t_{всп} = 0.4 + 0.2 + 0.2 = 0.8 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время по формуле:

$$t_{оп} = t_0 + t_{всп}$$

$$t_{оп} = 0.077 + 0.8 = 0.877 \text{ мин.}$$

Определяем дополнительное время по формуле:

$$t_\partial = t_{оп} \cdot \left( \frac{K_1 + K_2}{100} \right)$$

где  $K_1, K_2$ - процент от оперативного на организационно-техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности;  $K_1 = 4\%$ ,  $K_2 = 4\%$ .

$$t_\partial = 0.877 \cdot \left( \frac{4 + 4}{100} \right) = 0.07 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

$$t_{шт} = t_0 + t_{всп} + t_\partial = t_{оп} + t_\partial$$

$$t_{шт} = 0.077 + 0.8 + 0.07 = 0.947 \text{ мин.}$$

Определяем штучно-калькуляционное время по формуле:

$$t_{шт-к} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{X}$$

где  $t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время (время на инструктаж, подготовку станка к работе);

$X$ - размер партии деталей.

$$t_{nz} = 16 + 10 = 26$$

$$t_{шт-к} = 0.895 + \frac{26}{437.5} = 0.954 \text{ мин.}$$

Шлифование шейки вала под подшипник.

Определяем основное машинное время по формуле:

$$t_o = \frac{Z \cdot K \cdot n_u}{S_i}$$

где  $Z$  - припуск на обработку на сторону = 0,05 мм;

$K$  = 1,6 - коэффициент, учитывающий износ шлифовального круга, точность шлифовки;

$n_u$  = 80 об/мин - частота вращения изделия;

$S_i$  = 8 мм. - подача

$$t_o = \frac{0.05 \cdot 1.6 \cdot 80}{8} = 0.8 \text{ мин}$$

Определяем вспомогательное время по формуле:

$$t_{всп} = t_{вУ} + t_{вП} + t_{вЗ}$$

где  $t_{вУ}$ ,  $t_{вП}$ ,  $t_{вЗ}$  - время затраченное на установку и снятие детали, связанное с переходами и контрольными измерениями.

$$t_{вУ} = 0,5 \text{ мин.}$$

$$t_{вП} = 0,7 + 0,23 = 0,3 \text{ мин}$$

$$t_{вЗ} = 0,12 \text{ мин}$$

$$t_{всп} = 0,5 + 0,3 + 0,12 = 0,92 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время по формуле:

$$t_{оп} = t_o + t_{всп}$$

$$t_{оп} = 0.8 + 0.92 = 1.72 \text{ мин.}$$

Определяем дополнительное время по формуле:

$$t_{доп} = t_{орг.тех} + t_{от}$$

где  $t_{орг.тех} = 9\%$ , - время на обслуживания рабочего места от  $t_{оп} = 0,15$  мин.

$t_o = 9\%$ ,  $T$  - время перерыва на отдых от  $t_{оп} = 0,15$  мин.

$$t_{оп} = 0.15 + 0.15 = 0.3 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{доп}$$

$$t_{шт} = 0.3 + 1.72 = 2.02 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время = 18 мин.

Определяем штучно-калькуляционное время по формуле:

$$t_{шт-к} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{X}$$

$$t_{шт-к} = 2.02 + \frac{18}{437.5} = 2.06 \text{ мин.}$$

Наплавка шейки под роликоподшипник.

Определяем основное машинное время по формуле:

$$t_0 = \frac{L}{S \cdot n}$$

где  $L = 18$  мм - длина шейки наплавляемой детали;  
 $n = 2,06 \text{ мин}^{-1}$  - частота вращения детали.

$$t_0 = \frac{18}{2.8 \cdot 2.06} = 3.12 \text{ с}$$

Определяем для наплавки вспомогательное время по формуле:

$$t_{всп} = t_{пер} + t_{ус} + t_{изм}$$

$$t_{пер} = 0.07 \cdot L$$

$$t_{пер} = 0.07 \cdot 18 = 1.26 \text{ с}$$

где  $t_{ус} = 0,34$  мин - время на установку и снятие детали;

$$t_{изм} = 0,1 \text{ мин.}$$

$$t_{всп} = 1.26 + 0.34 + 0.1 = 1.7 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время по формуле:

$$t_{оп} = t_0 + t_{всп}$$

$$t_{оп} = 1.38 + 1.7 = 2.346 \text{ мин.}$$

Определяем дополнительное время по формуле:

$$t_{доп} = t_{оп} \cdot \left( \frac{a_{авс} + a_{отд}}{100} \right)$$

$$t_{доп} = 2.346 \cdot \left( \frac{0.165 + 0.09}{100} \right) = 2.348 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{доп}$$

$$t_{шт} = 2.346 + 2.348 = 4.694 \text{ мин.}$$

Переход 2

Определяем основное время на токарную обработку шейки под задний подшипник по формуле:

$$t_0 = \frac{L + L_1 + L_2}{S_\phi \cdot \Pi_\phi}$$

где  $L$ - длина пробега резца;

$L_1 = 0.5$  мм - длина врезания резца по расчету;

$L_2 = 15$  мм - длина обработки;

$\Pi_\phi$ - фактическая частота вращения шпинделя;

$S_\phi$ - назначенная фактическая подача.

$$t_0 = \frac{15 + 0.5}{0.15 \cdot 1600} = 0.064 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время по формуле:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{вн}} + t_{\text{вп}} + t_{\text{вз}}$$

где  $t_{\text{вп}} = 0.2$  мин - вспомогательное время, связанное с каждым переходом;

$t_{\text{вз}} = 0.2$  мин - вспомогательное время, связанное с замерами детали;

$t_{\text{вн}} = 0.4$  мин.

$$t_{\text{всп}} = 0.4 + 0.2 + 0.2 = 0.8 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время по формуле:

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{всп}}$$

$$t_{\text{оп}} = 0.064 + 0.8 = 0.864 \text{ мин.}$$

Определяем дополнительное время по формуле:

$$t_\partial = t_{\text{оп}} \cdot \left( \frac{K_1 + K_2}{100} \right)$$

где  $K_1, K_2$ - процент от оперативного на организационно-техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности;  $K_1 = 4\%$ ,  $K_2 = 4\%$ .

$$t_\partial = 0.864 \cdot \left( \frac{4 + 4}{100} \right) = 0.069 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

$$t_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{всп}} + t_\partial = t_{\text{оп}} + t_\partial$$

$$t_{\text{шт}} = 0.064 + 0.8 + 0.069 = 0.933 \text{ мин.}$$

Определяем штучно-калькуляционное время по формуле:

$$t_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{X}$$

где  $t_{ПЗ}$ - подготовительно-заключительное время (время на инструктаж, подготовку станка к работе);

$X$ - размер партии деталей.

$$t_{нз} = 16 + 10 = 26$$

$$t_{шт-к} = 0.933 + \frac{26}{437.5} = 0.992 \text{ мин.}$$

Наплавить шейку под задний подшипник.

Определяем основное машинное время по формуле:

$$t_0 = \frac{L}{S \cdot n}$$

где  $L = 15$  мм - длина шейки наплавляемой детали.

$n = 2.06 \text{ мин}^{-1}$  - частота вращения детали.

$$t_0 = \frac{15}{2.8 \cdot 2.06} = 2.6 \text{ с}$$

Определяем для наплавки вспомогательное время по формуле:

$$t_{всп} = t_{пер} + t_{yc} + t_{изм}$$

$$t_{пер} = 0.07 \cdot L$$

$$t_{пер} = 0.07 \cdot 15 = 1.05 \text{ с}$$

где  $t_{yc} = 0,34$  мин - время на установку и снятие детали;

$$t_{изм} = 0,1 \text{ мин.}$$

$$t_{всп} = 1.05 + 0.34 + 0.1 = 1.49 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время по формуле:

$$t_{оп} = t_0 + t_{всп}$$

$$t_{оп} = 2.6 + 1.49 = 4.09 \text{ мин.}$$

Определяем дополнительное время по формуле:

$$t_{доп} = t_{оп} \cdot \left( \frac{a_{авс} + a_{отд}}{100} \right)$$

$$t_{доп} = 4.09 \cdot \left( \frac{1.62 + 0.94}{100} \right) = 4.115 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время по формуле:

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{доп}$$

$$t_{шт} = 4.09 + 4.115 = 8.205 \text{ мин.}$$

**Заключение**

Был усовершенствован процесс восстановления вторичного вала редуктора методом вибродуговой наплавки с последующей токарной и шлифовальной обработкой. Была произведена установка новейшего оборудования, которое удовлетворяет всем самым новейшим техническим стандартам и нормам, таким как экономичность, производительность, безопасность труда, долговечность.

Стоимость восстановления методом вибродуговой наплавки на данном оборудовании обходится на 50% дешевле, производительность труда увеличилась на 15,7%. С учетом этих изменений были просчитаны все режимы, т.к. резание, шлифование, наплавка и были пересчитаны все нормы времени на операции.

### 3.5 Проектирование технологического процесса ремонта валика водяного насоса

*Краткое описание назначения, устройства и условий работы детали.* Валик водяного насоса является его основной деталью. Валик передает вращение от вала вентилятора к крыльчатке, которая перегоняет воду в системе охлаждения. Крыльчатка крепится к левому концу валика и закрепляется на нем посредством сегментной шпонки и гайки, которая крепится специальным стопорным кольцом.

Повышенные требования при эксплуатации и ремонте должны предъявляться к поверхности  $\varnothing 17_{-0,012}$ , так как неудовлетворительное (изношенное) состояние данной цилиндрической поверхности может вызвать протекание охлаждающей жидкости и попадание ее в масло, что может вызвать выход двигателя из строя [8].

Напряжения, которые испытывает валик носят скручивающий характер.

Валик изготовлен из качественной стали 45 с твердостью заготовки НВ 241...285 часть данной детали закаливается (ТВЧ) и при этом закаленный слой имеет твердость HRC 52...62.

Годовая программа 12500 шт.

*Анализ дефектов детали и требований, предъявляемых к отремонтированной детали.*

Таблица 17. Дефекты валика

Номер дефекта	Название дефекта	Метод или прибор контроля	Размеры	
			Номинальный	Предельно допустимый
1	Износ $\varnothing 17_{-0,012}$	Микрометр	$\varnothing 17_{-0,012}$	16,7
2	Износ шпоночной канавки (разбиение)	Штангенциркуль	$4^{+0,045}_{-0,055}$	4,4
3	Износ резьбы M14x1,5 кл.2	Визуально, резьбовой шагомер	M14x1,5 кл.2	

## Выбор способов устранения дефектов

### Дефект №1 (Износ $\varnothing 17_{-0,012}$ ).

Выбираем способы восстановления по конструкторско-технологическим характеристикам.

#### *Металлизация:*

«Металлизация порошковой лентой» не подходит из-за малой толщины наращиваемого слоя металла и вида покрытия.

Способ «Металлизация газовая порошковая» не подходит из-за дороговизны материала покрытия (бронза дорогая).

«Металлизация электродуговая» подходит по всем параметрам и показателям.

«Металлизация высокочастотная» не подходит по материалу покрытия и виду восстанавливаемой поверхности.

#### *Ручная и механизированная наплавка под слоем флюса*

Наплавка ручная газовая» и Наплавка ручная аргоно-дуговая не подходят по виду основного материала изношенной детали.

Наплавка порошковой лентой, Наплавка с последующей термомеханической обработкой подходят по всем показателям.

#### *Вибродуговая наплавка.*

Вибродуговая под флюсом не подходит из-за большого минимально допустимого диаметра восстанавливаемой поверхности  $\varnothing 40 \dots 45$ , а у нас  $\varnothing 17$  мм.

«Вибродуговая наплавка в среде углекислого газа, «Наплавка с последующей термомеханической обработкой», «Вибронаплавка порошковой проволокой» подходят по всем показателям.

#### *Микронаплавка, наплавка в среде $CO_2$ , припекание порошков.*

«Наплавка электро-импульсная», не подходит по виду поверхности восстановления.

«Микронаплавка под флюсом», «Наплавка порошковой проволокой», «Электродуговая наплавка порошковая» не подходят из-за большого минимально допустимого диаметра восстанавливаемой поверхности  $\varnothing 40 \dots 45$ , а у нас  $\varnothing 17$  мм.

«Наплавка в среде углекислого газа» подходит по всем показателям.

#### *Хромирование.*

ХРпол, ХРлег, «Хромирование в холодном электролите» не подходят так как сопряжение восстанавливаемой поверхности является подвижным.

«Хромирование», «Хромирование пористое», «Хромирование в саморегулирующемся электролите» подходит по всем показателям.

### *Железнение.*

Использование в данном случае любого вида железнения весьма не желательно по трем причинам:

- а) Приходится наносить 2-3 слоя, так как один не обеспечивает требуемой толщины.
- б) Низкая экологичность методов железнения, требуется очистка стоков.
- в) Низкая усталостная выносливость.

### *По показателям физико-механических свойств.*

Способ наплавки ручной аргонодуговой не подходит из-за малой величины микротвердости (всего 200 кг/мм<sup>2</sup>).

Способ наплавки вибродуговой в среде пара не подходит из-за малой величины микротвердости (всего 225 кг/мм<sup>2</sup>). Другие способы вибронаплавки не подходят из-за малого показателя долговечности.

Способ наплавки в среде углекислого газа без охлаждения не подходит из-за малой величины микротвердости (всего 230 кг/мм<sup>2</sup>).

Способ хромирования в обычном электролите не подходит из-за малой величины выносливости.

### *По технико-экономическим показателям.*

Наплавка ручная газовая не подходит для нашего массового ремонта деталей (12500 деталей в год), так как является весьма дорогим способом.

Хромирование способами «Хромирование в холодном электролите», «Хромирование струйное» не желательны к применению из-за дороговизны.

### *По прочим характеристикам.*

Способ «Металлизация электродуговая» не стоит применять т.к. получаемое покрытие является хрупким, что для нашего случая недопустимо.

Способ вибродуговой наплавки в среде углекислого неприемлем из-за наличия пор, раковин, трещин и т.д.

Способ вибронаплавки порошковой проволоки не желателен к применению из-за наличия неравномерностей в структуре покрытия.

Способ микронаплавки в среде углекислого газа с добавлением аргона нежелателен к применению из-за низкой производительности.

Способ хромирования в электролите с каталитическими добавками применяется редко и оборудование для него весьма дорого, поэтому его мы тоже не будем применять.

Выбираем способ хромирования в саморегулирующемся электролите .

### Дефект №2 (износ шпоночной канавки).

*Выбираем способы по конструкторско-технологическим характеристикам.*

*Металлизация.*

«Металлизация высокочастотная», «Металлизация порошковая газовая», «Металлизация порошковой лентой» не подходят по виду материалу покрытия. По всем показателям подходит способ «Металлизация электродуговая».

*Ручная и механизированная сварка под слоем флюса.*

Подходят способы «Наплавка аргонно-дуговая», «Сварка под слоем флюса». Остальные способы не подходят по виду восстанавливаемой поверхности или материалу покрытия.

*Вибродуговая наплавка.*

Ни один способ не подходит из-за вида восстанавливаемой поверхности.

*Микронаплавка, наплавка в среде CO<sub>2</sub>, припекание порошков.*

Подходит метод «Наплавка электродуговая», другие не подходят по виду поверхности восстановления (упрочнения).

*Хромирование.*

Также не подходит не один метод, так как не совпадают виды поверхности восстановления (упрочнения).

*Железнение.*

Не подходит не один метод, так как не совпадают виды поверхности восстановления (упрочнения).

*По показателям физико-механических свойств.*

Способ «металлизация электродуговая» не подходит из-за низких показателей коэффициента выносливости, сцепляемости и долговечности.

*По технико-экономическим и прочим показателям.*

В принципе способы ремонта сваркой «Наплавка ручная аргонно-дуговая», «Сварка под слоем флюса» и «Микронаплавкой электроимпульсной» имеют примерно одинаковую себестоимость, все же предпочтение отдадим способу «Электроимпульсной микронаплавки», т.к. сварка «Наплавка ручная аргонно-дуговая», является малопродуктивной, а «Сварка под слоем флюса» требует термической обработки.

В результате выбираем способ электроимпульсной наплавки.

Дефект №3 (износ резьбы M14x1,5 кл.2) .

*Выбираем способы по конструкторско-технологическим характеристикам.*

### *Металлизация.*

Способы «Металлизация порошковой лентой», «Металлизация газопламенная», «Металлизация высокочастотная» не подходят по типу материала покрытия. Подходит лишь способ «Металлизация электродуговая».

### *Ручная и механизированная сварка под слоем флюса.*

Основные способы, а также «Наплавка порошковой проволокой», не подходят из-за большого минимально допустимого покрытия.

Способ «Наплавка ручная агонно-дуговая» не подходит по виду материала изношенной детали.

Остается способ «Наплавка ручная газовая».

### *Вибродуговая наплавка.*

Не подходит не один из способов, из-за большого минимально допустимого диаметра восстанавливаемой поверхности.

### *Хромирование.*

В принципе для восстановления детали подходит почти любой способ хромирования, но заглядывая вперед отметим что хромированные детали в дальнейшем трудно обработать (механически), так что применение хромирования нежелательно.

### *Железнение.*

Основные способы не подходят по виду поверхности восстановления и качеству нанесенного слоя металла.

Способ «Железнение с нанесением сплава» подходит для нашей детали.

### *По показателям физико-механических свойств.*

Способ «Металлизация электро-дуговая» не подходит из за низких показателей коэффициента выносливости, сцепляемости и долговечности.

Способ «Наплавка ручная газовая» не подходит из-за низкой долговечности.

### *По технико-экономическим и прочим показателям.*

Выбираем из способов микронаплавки «Наплавка в углекислом газе» и железнение самый дешевый по себестоимости ремонта. Ими оказываются «микронаплавка» и «Железнение с нанесением сплава», но при дальнейшем рассмотрении характеристик этих двух способов делаем вывод, что применения способа «Железнение с нанесением сплава» более выгодно, поэтому выбираем этот способ.

*Описание способа восстановления деталей хромированием в саморегулирующемся электролите.*

Процесс нанесения покрытий на детали включает в себя три группы операций: подготовку детали к нанесению покрытия, нанесения покрытия и обработки детали после покрытия.

Подготовка деталей к нанесению покрытия включает в себя следующие операции: механическую обработку поверхностей, подлежащих наращиванию; очистку деталей от окислов и предварительное обезжиривание; монтаж деталей на подвесное приспособление; изоляцию поверхностей, не подлежащих покрытию; обезжиривание деталей с последующей промывкой в воде; анодную обработку (декапирование).

Предварительная механическая обработка детали имеет цель придать восстанавливаемым поверхностям правильную геометрическую форму. Производится эта обработка в соответствии с рекомендациями по механической обработке соответствующего материала.

Очистку поверхности деталей от окислов поверхности проводят обработкой поверхности путем обработки шлифовальной шкуркой или мягкими кругами с полировальной пастой. Предварительное обезжиривание деталей производят промывкой в растворителях (уайт-спирите, дихлорэтаноле, бензине и др.).

При монтаже деталей на подвесное приспособление необходимо обеспечить надежный их электрический контакт с токоподводящей штангой, благоприятные условия для равномерного распределения покрытия по поверхности детали и для удаления пузырьков кислорода, выделяющихся при электролизе.

Для защиты поверхностей, не подлежащих наращиванию, применяют: шапон-лак в смеси с нитроэмалями в соотношении 1:2, нанося его несколько слоев при послойной сушке на воздухе; чехлы из полихлорвинилового пластика толщиной 0,3...0,5 мм; различные футляры, втулки, экраны, изготовленные из неэлектропроводных кислотостойких материалов (эбонит, текстолит, винипласт и т. п.).

Окончательное обезжиривание подлежащих наращиванию поверхностей деталей наиболее часто производят путем электрохимической обработки в щелочных растворах следующего состава: едкий натр - 10 кг/м<sup>3</sup>, сода кальцинированная - 25, тринатрийфосфат - 25, эмульгатор ОП-7 3...5 кг/ м<sup>3</sup>. Режим обезжиривания: температура 70...80°С, плотность тока 5...10 А/дм<sup>2</sup>, длительность процесса 1...2 мин.

Детали при электрохимическом обезжиривании навешивают на катодную штангу. При электролизе на поверхности детали выделяется водород, который химически срывает жировую пленку и таким образом ускоряет процесс омыления и эмульгирования жиров. Во избежание наводораживания сменяют полярность на обратную и в течении 0,2...0,3 мин обрабатывают детали на аноде.

Детали простой формы можно обезжиривать также путем протирки кашицей венской извести, состоящей из смеси окиси кальция и окиси магния с добавками 3% кальцинированной соды и 1,5% едкого натра. Эту смесь разводят водой до пастообразного состояния и наносят на детали волосяными кистями.

После обезжиривания детали промывают в горячей, а затем в холодной воде, Сплошная, без разрывов, пленка воды на обезжиренной поверхности свидетельствует о хорошем качестве удаления жиров.

Декапирование (анодную обработку) производят для удаления тончайших оксидных пленок с поверхности детали и обеспечения наиболее прочного сцепления гальванического покрытия с подложной. Эта операция непосредственно предшествует нанесению покрытия.

При хромировании анодную обработку производят в основном электролите. Детали завешивают в ванну для хромирования и для прогрева выдерживают 1-2 мин без тока, а затем подвергают обработке на аноде в течении 30...45с при анодной плотности тока 25...35 А/дм<sup>2</sup>. После этого не вынимая детали из электролита, переключают их на катод и наносят покрытие.

В ряде случаев перед декапированием осталяемые детали подвергают анодному травлению. Анодному травлению перед декапированием подлежат детали, не подвергающиеся механической обработке. Травление в этом случае происходит в специальной ванне с хлористым электролитом.

Обработка деталей после нанесения покрытия включает следующие операции: нейтрализацию деталей от остатков электролита; промывку деталей в холодной и горячей воде; демонтаж деталей с подвесного приспособления и удаление изоляции; механическую обработку детали до требуемого размера; термическую обработку (при необходимости).

Этот порядок выполнения заключительных операций сохраняется при нанесении покрытий из любых электролитов, однако конкретные процессы имеют некоторые особенности.

Так, если детали подвергались хромированию, то их сначала промывают в ванне с дистиллированной водой (для улавливания электролита), а затем - в проточной воде, после чего погружают на 0,5...1 мин в 3-5% -ный раствор кальцинированной соды (для нейтрализации остатков электролита) и окончательно промывают в теплой воде. Затем детали снимают с подвесных приспособлений, удаляют с них изоляцию и сушат в сушильном шкафу при температуре 120...130°C. В некоторых случаях для снятия внутренних напряжений в хромовых покрытиях детали проходят термообработку с нагревом до 180-200°C в масляной ванне и выдержкой при этой температуре в течении 1...2 ч.

Хромирование в саморегулирующемся электролите отличается от других видов тем, что при введении в электролит вместо серной кислоты трудно растворимых солей сернокислого стронция SrSO<sub>4</sub> и кремнистого калия K<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> в количестве, превышающем их растворимость, электролит становится устойчивым, так как автоматически поддерживается постоянная концентрация ионов SO<sub>4</sub> и SiF<sub>6</sub>. При избытке в электролите указанных солей, превышающих их растворимость, часть солей будет находиться в растворе в виде диссоциированных ионов, а часть на дне ванны в виде твердой фазы. При изменении концентрации хромового ангидрида концентрация ионов SO<sub>4</sub> и SiF<sub>6</sub> будет автоматически поддерживаться постоянной за счет частичного растворения солей. Таким образом, необходимость в частых корректировках электролита отпадает. Применяется

следующий состав электролита (г/л): хромовый ангидрид 200...300; сульфат стронция 5,5...6,5; кремнефторид калия 18...20. Плотность тока  $D_k=50...100$  А/дм<sup>2</sup>;  $t=50...70^\circ\text{C}$ ; выход по току 17...18%.

В саморегулирующемся электролите можно получать все три вида хромовых осадков. Скорость отложения осадка при плотности 60 А/дм<sup>2</sup> и  $t=55...65^\circ\text{C}$  достигает 45...50 мкм/ч.

Вследствие агрессивности электролита свинцовая футировка ванны не пригодна из-за сильного растравливания. Хорошим материалом для ванн является нержавеющая сталь 1X18H9. В качестве материала для анодов применяют свинцово-оловянистые сплавы, из которых лучшим является припой ПОС-10. По причине агрессивного действия электролита на металл необходима тщательная защита поверхности деталей, не подлежащих хромированию. Изоляционными материалами здесь могут быть винипласт, полихлорвинил, плексиглас, а также специальные составы.

В настоящее время разработаны и исследованы новые составы саморегулирующихся электролитов, значительно устраняющие недостатки сульфато-кремнефторидного электролита. Для примера приводится состав сульфато-кремнефторидного электролита с добавкой бихромата калия. (г/л):  $\text{CrO}_3=250$ ;  $\text{SrSO}_4=6...8$ ;  $\text{K}_2\text{SiF}_6=20$ ;  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7=110$ ; режим хромирования  $D_k=30...100$  А/дм<sup>2</sup>;  $t=40...70^\circ\text{C}$ ; выход по току 17...24%. При применении данного электролита получение блестящих осадков возможно при пониженных температурах и плотностях тока, коррозионная активность электролита значительно снижается.

Таблица 18. Технологический процесс восстановления валика

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование, инструмент
05	Моечная	Мойка и очистка валика от масла и грязи	Моечная машина
10	Дефектовочная	Выявление изношенных поверхностей и резьб	Штангенциркуль, шагомер резьбовой
15	Наплавочная	Наплавка поверхности шпоночной канавки	Установка для автоматической наплавки
20	Предохранительная	Защита поверхностей от действия электролита	Установка для защиты винипластовыми материалами
25	Наращивающая	Наращивание диаметра вала	Гальваническая ванна
30	Предохранительная	Защита поверхностей от действия электролита	Установка для защиты винипластовыми материалами
35	Наращивающая	Восстановление резьбы	Гальваническая ванна
40	Слесарная	Правка шпоночной канавки	Слесарный станок и инструмент
45	Шлифовальная	Шлифовка валика	Круглошлифовальный станок
50	Резьбонарезная	Прогонка резьбы плашкой	Токарный станок

### *Разработка технологического процесса.*

Перед разработкой технологического процесса восстановления детали выбираю базы. Проводим основные операции по подготовке детали к восстановлению. Разрабатываем схему технологического процесса. Последовательность операций устанавливаем с учетом особенностей своей детали. Схема технологического процесса приведена в таблице 18.

### *Нормирование операций при восстановлении поверхностей детали*

Техническая норма штучно-калькуляционного времени (в минутах) определяется по формуле [9]:

$$t_{\text{шк}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{от}} + t_{\text{п-з}}/n,$$

где  $t_0$ -основное технологическое время, необходимое для целенаправленного воздействия на деталь (время на хромирование или наплавку);

$t_{\text{в}}$ -вспомогательное время, затрачиваемое на установку и снятие детали, измерение размеров, подвод, отвод инструмента и т.д.;

$t_{\text{обс}}$ -время организационного и технологического обслуживания рабочего места;

$t_{\text{от}}$ -время на отдых и личные надобности работающего;

$t_{\text{п-з}}$ -время на подготовительные и заключительные работы, которое рассчитывают на партию деталей;

$n$  - число деталей в партии.

Время ( $t_0 + t_{\text{в}}$ ) называется оперативным  $t_{\text{оп}}$ , а время ( $t_{\text{обс}} + t_{\text{от}}$ ) - дополнительным и берется в процентах от  $t_{\text{оп}}$ .

Тогда

$$t_{\text{шт}} = (1 + k/100) t_{\text{оп}},$$

где  $t_{\text{шт}}$ -штучное время, мин;

$k$ -коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места, %.

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{шт}} + t_{\text{п-з}}/n.$$

### *Нормирование операции хромирования цилиндрической поверхности.*

Основное время нахождения деталей в ваннах (время наращивания металла), мин:

$$t_0 = \frac{60 \cdot 1000 \cdot h \cdot \gamma}{P_k \cdot c \cdot \eta},$$

где  $h$ -толщина слоя покрытия 0,2мм;

$\gamma$ -плотность осаждаемого металла 7,8;

$P_k$ -катодная плотность тока,  $P_k=60$  А/дм<sup>2</sup>;

$c$ -электрохимический эквивалент  $c=0,324$  г/А ч;

$\eta$ -выход по току  $\eta=13\%$ ;

$$t_0 = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 0,2 \cdot 7,8}{60 \cdot 0,324 \cdot 13} = 370,3 \text{ мин}$$

Вспомогательное время равно:

$$t_g = t_g^I + t_g^{II},$$

где  $t_g^I$  - вспомогательное время, перекрывающееся основным,  $t_g^I = 0$  мин;

$t_g^{II}$  - вспомогательное время, не перекрывающееся основным временем,  $t_g^{II} = 0,17$  мин;

Норма времени на операцию, отнесенная к одной детали, равна:

$$t_{\text{нн}} = \frac{t_0 + t_g^I + 0,12 \cdot (t_0 + t_g^{II})}{m} + \frac{t_{n-3}}{n} = \frac{360,3 + 0 + 0,12 \cdot (360,3 + 0,17)}{24} + \frac{10}{48} = 17,053 \text{ мин};$$

Нормирование операции электроимпульсной наплавки разбитой шпоночной канавки.

Основное время при наплавке, мин:

$$t_0 = \frac{0,06 \cdot F \cdot l \cdot \gamma \cdot k_n}{\alpha_n \cdot I} \cdot k_c,$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения канавки 16 мм;

$l$  - длина шва, 13 мм;

$\gamma$  - плотность осаждаемого металла 7,8;

$k_n$  - коэффициент разбрызгивания металла 0,9;

$c$  - электрохимический эквивалент  $c = 0,324$  г/А ч;

$\eta$  - выход по току  $\eta = 13\%$ ;

$\alpha_n$  - коэффициент расплавления 6 г/А ч;

$I$  - сварочный ток, 200 А;

$k_c$  - коэффициент, учитывающий сложность работы ( $k_c = 1$ )

$$t_0 = \frac{0,06 \cdot 16 \cdot 13 \cdot 7,8 \cdot 0,9}{6 \cdot 200} = 0,073 \text{ мин}$$

Вспомогательное время равно:

$$t_g = 0,35 \text{ мин.}$$

Дополнительное время составляет 5% от оперативного времени ( $t_o + t_g$ )

Подготовительно-заключительное время  $t_{n-3}$  принимают 15 мин на партию деталей.

Норма времени на операцию, отнесенная к одной детали, равна:

$$t_{\text{нн}} = t_o + t_g + 0,05 \cdot (t_o + t_g) + \frac{t_{n-3}}{n} = 0,073 + 0,35 + 0,05 \cdot (0,073 + 0,35) + \frac{15}{48} = 0,75665 \text{ мин}$$

### 3.6 Проектирование маршрутной карты ремонта вала редуктора

*Задание:* разработать технологический процесс ремонта вала (см. чертеж на стр.83).

*Последовательность:*

- по рабочему чертежу вала определим пять наиболее вероятных дефектов
- заполним карту дефектации
- по чертежу заполняется карта дефектации
- по карте дефектации составим маршрут ремонта вала редуктора

Исходя из условий работы, наиболее вероятными дефектами являются:

- образование трещин в галтелях и ответственных поверхностях;
- износ шпоночных пазов;
- износ шеек под подшипники;
- износ поверхности вала под зубчатым колесом;
- срыв или смятие резьбы.

#### 1) Трещины.

На валах трещины обычно образуются в местах перехода поверхностей и под подшипниками. В практике существуют несколько способов устранения трещин:

- а) трещины заделывают с помощью синтетического клея и полимерных материалов;
- б) трещины заваривают электродуговой или газовой сваркой, предварительно разделав ее;
- в) штифтовка трещин;
- г) установка накладок;
- д) стяжка.

Для вала из этих способов можно применить заделку трещин полимерными материалами и заварку трещин электродуговой или газовой наплавкой. Так как ремонтируемая деталь является ответственной, имеет небольшие размеры, то учитывая себестоимость работ, качество нанесенного покрытия и наличие оборудования предлагается метод заварки трещин газовой сваркой.

#### 2) Износ шпоночного паза 18P9.

Восстановление шпоночного паза можно осуществить с помощью нескольких способов:

- а) заварить паз полностью и фрезеровать паз заново, на том же месте;
- б) заварить паз полностью и фрезеровать новый паз под углом 90° или 180°;
- в) наплавка боковых поверхностей по медному шаблону;
- г) методом ремонтного размера.

В нашем случае все 4 способа применимы. Выбираем способ заварки и фрезеровки нового паза на том же месте из-за низкой себестоимости.

#### 3) Износ шеек под подшипники Ø 70кб - 2 шт.

Методы восстановления шеек под подшипники:

- а) если износ менее 0,2 мм:
  - гальваническое осаждение;
  - электромеханическое высаживание и выглаживание;
  - металлизация.
- б) если износ от 0,2 мм до 1,2 мм:
  - наплавка;
  - постановка втулок;
  - металлизация;
  - метод ремонтных размеров.
- в) если износ более 1,2 мм:
  - наплавка;
  - постановка втулок;
  - метод ремонтных размеров.

На детали допустимый износ может достигать 0,298 мм. Поэтому выбираем метод восстановления с помощью наплавки, из-за низкой трудоемкости и себестоимости.

#### 4) Износ поверхности Ø 80пб.

Износ этой поверхности может быть восстановлен с помощью:

- а) гальванического осаждения;
  - б) электромеханического высаживания и выглаживания;
  - в) металлизацией;
  - г) наплавкой;
  - д) постановкой втулок;
  - е) методом ремонтных размеров;
  - ж) нанесением полимерных покрытий,
- в зависимости от величины износа и требуемых качеств для поверхности.

На нашей детали допустимый износ может достигать 0,2 мм. Поэтому выбираем метод восстановления с помощью наплавки в среде CO<sub>2</sub>, вследствие отсутствия вредных выделений и удобства визуального контроля дуги.

#### 5) Срыв и смятие резьбы М16.

Методы восстановления резьбовых отверстий:

- а) метод ремонтных размеров;
- б) наплавка сплошная и нарезание номинальной резьбы;
- в) постановка (запрессовка) резьбовой втулки.

В нашем случае восстанавливаем сплошной наплавкой и нарезанием номинальной резьбы, тем самым обеспечивается прежний номинальный размер при низкой себестоимости. Оборудование, оснастка, приспособления и вспомогательный инструмент используемый при ремонте заданной детали.

Выбор оборудования, оснастки, приспособления и вспомогательного инструмента используемого при ремонте заданной детали осуществлен с учетом следующих факторов:

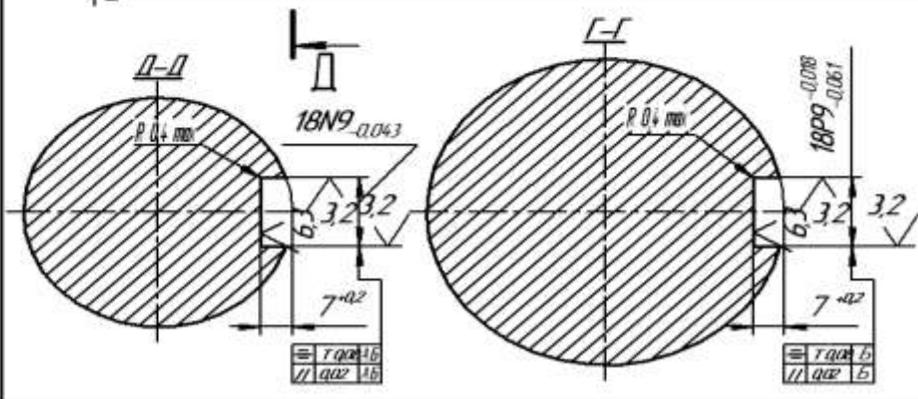
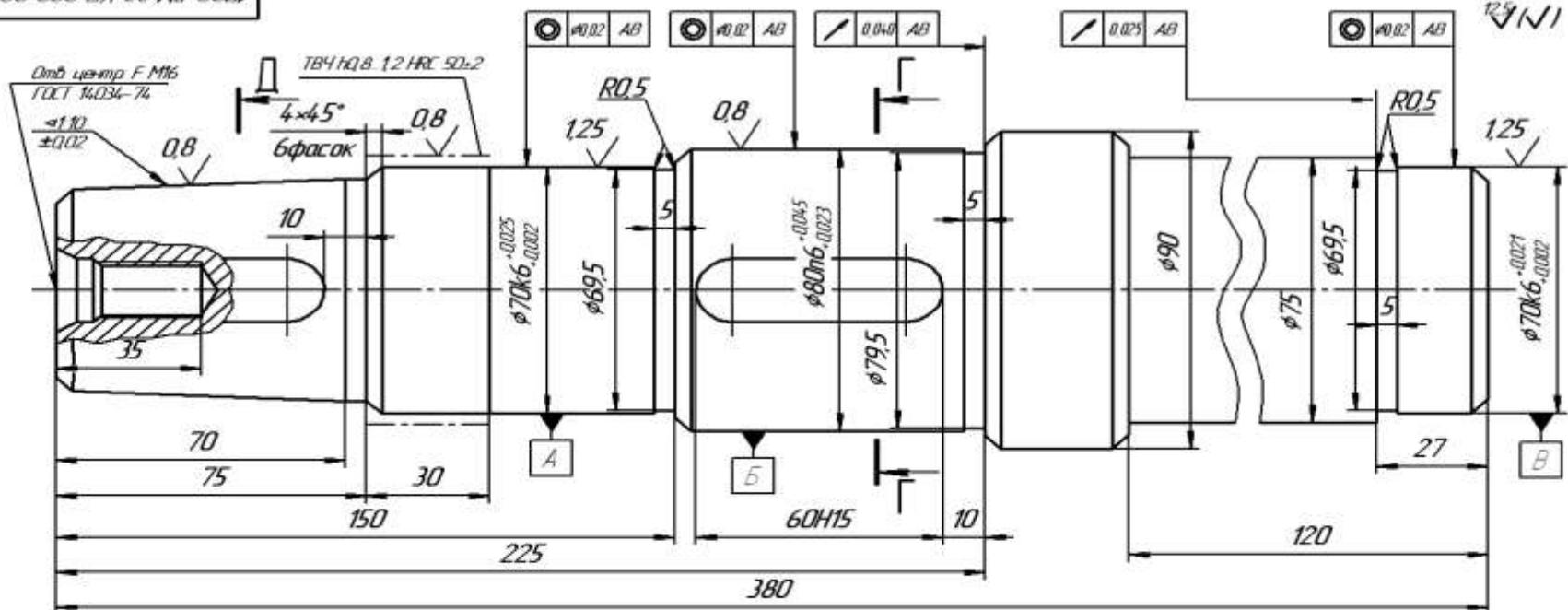
- вид обработки;

- точность обрабатываемой поверхности;
- расположение обрабатываемой поверхности относительно технологических баз;
- габаритные размеры и масса заготовки;
- производительность операции;
- тип производства.

По этим данным заполняется карта дефектации и маршрутная карта ремонта.

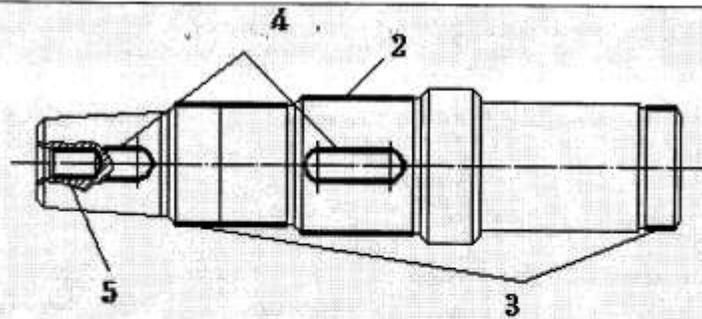
### 3.7 ПРИМЕРЫ ЗАПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА РЕМОНТ ВАЛА

ИД 00 000 ЛК 8Е ВП 6024



1. НВ 210..240, кроме места указанного осяда
2. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий по H14, валов по h14, остальных  $\pm t/2$
3. Овальность и конусность поверхностей А и В не более 0,01 мм
4. Смещение оси паза относительно оси вала не более 0,025 мм

				КП-270240-Тв0П-05		
Исполн.	Модиф.	Испыт.	Лист	Масса	Масштаб	
			Вал	2,2	1:1	
Сталь 45 ГОСТ 1050-74				Лист 1 из 1 Актив У.И. Шегендова ар СЭУ-01-2		



### Карта технических требований на дефектацию

Наименование детали или сборочной единицы	Обозначение по чертежу	Количество на машину
Вал	—	1
Материал	Твердость	Масса
Сталь 45 ГОСТ 1050-74	НВ 210-240	—

№ поз На чер.	Возможные дефекты	Способ установления дефектов и контрольный инструмент	Размеры, мм			Заключение и рекомендуемый способ восстановления
			Номинальный	Допустимый	Ремонтный	
1	Трещины	Визуальный, лупа 4-х кратного увеличения	—	—	—	Разделка и заварка трещин
2	Износ поверхности Ø80h6	Микрометр	Ø80	79,8	—	Наплавка и обработка до номинального размера
3	Износ шеек под подшипники Ø70k6 x 2	Микрометр	Ø70	69,702	—	Наплавка и обработка до номинального размера
4	Износ шпоночного пазы 18N9 и 18P9	Штангенциркуль тип II	18x60	18,25x60,25	—	Заварить полностью, фрезеровать новый паз номинального размера
5	Срыв и смятие резьбы M16	Резьбовой калибр M16	M16	—	—	Заварить полностью и нарезать резьбу номинального размера

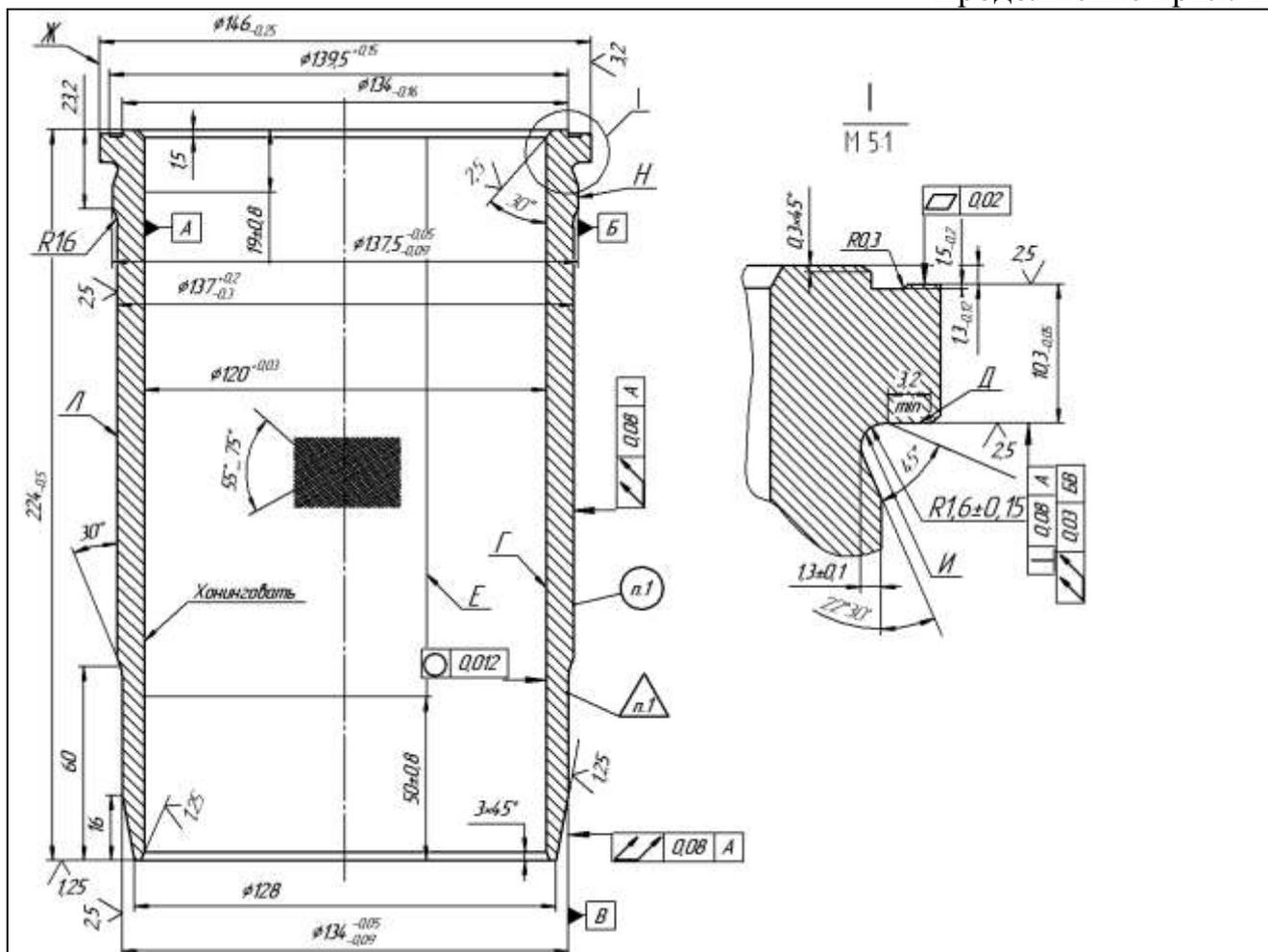
Маршрутная карта ремонта вала

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование	Инструмент	Исполнитель
05	Моечная	Мойка наружных поверхностей	Ванна моечная	Щетки, скребки, ветошь	Слесарь 3 разряда
10	Дефектовочная	Обнаружение дефектов	Стол контрольный	Микрометр, штангенциркуль, лупа, резьбовой калибр	Дефектовщик 4 разряда
15	Токарная	Сверление центровых отверстий	Токарный станок 16К20	Центровочное сверло	Токарь 3 разряда
20	Наплавочная	Наплавить износ Ø80пб, Ø70кб, 2 паза 18x60, трещины, резьбу М16	Токарный станок, наплавочная головка	Электрод Нп-40	Наплавщик 4 разряда
25	Токарная	Точить начерно, начисто Ø70кб, Ø 80пб, сверлить Ø16 и нарезать резьбу М16	Токарный станок 16К20	Резцы токарные	Токарь 4 разряда
30	Фрезерная	Фрезеровать паз 18Р9,18N9	Фрезерный станок 6Р81	Фреза	Фрезеровщик 4 разряда
35	Термическая	Закалить Ø70кб, Ø80пб и отпустить	Закалочный станок	—	Термист 4разряда
40	Шлифовальная	Шлифовать Ø70кб, Ø80пб	Круглый шлифовальный станок 3К630	Шлифовальный круг	Шлифовальщик 5 разряда
45	Контрольная	Контроль восстанавливаемых поверхностей	Стол контрольный	Микрометр, штангенциркуль, лупа, резьбовой калибр	Контролер 4 разряда

## Литература

1. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Технология ремонта металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 2000. 321с.
2. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. -М.: Машиностроение, 1989.480с.
3. Мухамбетов Г.М. Технология ремонта машин и механизмов морской техники. Алматы, КазАТК, 2007, 292с.
4. Одинцов В. А. Поверхностное упрочнение деталей. Справочник. - М.: Машиностроение, 1989. — 386с.
5. Подсушный А.М., Фролов Э.Е. Ремонт паротурбинных агрегатов. -М.: Транспорт, 1985. - 216с.
6. Полевой С.Н. и др. Упрочнение металлов. Справочник. М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
7. Термическая обработка в машиностроении. Справочник. М.: Машиностроение, 1980. – 783 с.
8. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. /В.Е. Канарчук, О.Л. Голяк, А.Д.Чигринец и др.-М.: Транспорт, 1995.-303с.
9. Справочник технолога машиностроителя. Т1,Т2 /Под ред. А.Г.Косиловой Р.К.Мещерякова. М.: Машиностроение, 1995.
10. Технология машиностроения: в 2т. – Т.2. Производство машин: Учебник для вузов / [В.М.Бурцев, А.С. Васильев, О.М. Деев и др.]; под ред. Г.Н. Мельникова. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана,2001.

<b>СУДОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД</b>	<b>УТВЕРЖДАЮ:</b> Главный инженер СРЗ
<b>СОГЛАСОВАНО:</b> Начальник ПУЗЧ и ЭРО	_____
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС</b> <i>восстановления втулки цилиндра</i> <i>дет. № 740.100.20.21</i>	
Распоряжение № _____ от _____ 200__ г.	Главный технолог _____
Акт № _____ от _____ 200__ г.	Главный метролог _____
	Начальник ТБ _____
	Разработал: инженер-технолог _____



1, Химический состав в %: С-3,2...3,5; Мп-0,5...0,7; Si-2,0...2,5; Ti-0,06...0,1; Си-0,8...1,2;

Сп-0,6...0,8; В-0,03...0,06 Ni-0,12...0,25; V-0,1...0,25; P 0,2; S 0,12; F- остальное.

2. НВ 229...269.

3. Маркировать Ту-шрифтом ПО-5 ГОСТ 2930-82 глубиной 0,7мм.

4. Клеймить Кт-шрифтом ПО-5 ГОСТ 2930-82.

5. Втулка не должна иметь трещин, свищей, местной рыхлости, пористости, шлаковых

засоров, раковин, посторонних включений (кроме оговоренных ниже).

6. Допускаются газовые раковины не более 2-х мм и глубиной не более 1мм, удаление друг от друга не менее 40мм.

- на поверхностях Г, Ж,Л и Н – не более 3-х раковин.

7. Микрогеометрия пов. Г должна представлять собой сетку впадин глубиной 2,5...5,0 мкм.

Односторонний рез, заусенцы и наволакивания не допускаются.

8. После равновершинного хонингования поверхность полировать антифрикционными

брусками. Оценку микрогеометрии производить в соответствии с технологической

*инструкцией завода-изготовителя.*

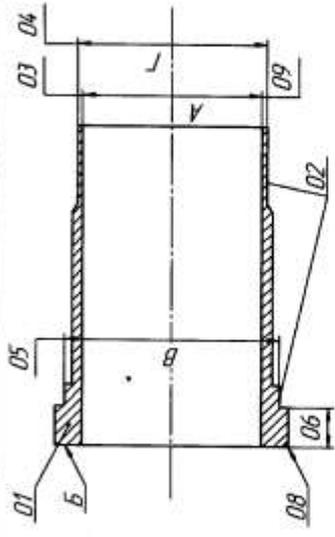
*9. Вне участка E допускается плавное увеличение диаметра пов. Г до  $\emptyset$  120,05мм на краях.*

*10. Острые кромки притупить фаской или радиусом не более 0,3 мм*

*11. Неуказанные предельные отклонения – по ОСТ 37.01.236-81.*

**Втулка цилиндровая**

<p><b>Карта технических требований на дефектацию</b></p>		<p>Наименование детали или сборочной единицы</p>	<p>Обозначение по чертежу</p>	<p>Количество на машину</p>	
					<p>Втулка цилиндрическая</p>
		<p>Материал</p>	<p>Твердость</p>	<p>Масса</p>	
		<p><b>Чугун специальный</b></p>			
<p>№ поз. на черт.</p>	<p>Возможные дефекты</p>	<p>Способ установления дефектов и контрольный инструмент</p>	<p>Размеры, мм</p>		<p>Заключение и рекомендуемый способ восстановления</p>
			<p>Номинальный</p>	<p>Допустимый</p>	
01	Трещины или обломы	Осмотр. Лупа ЛАХ-10* ГОСТ 7594-75	-	-	Браковать, кроме указанных в дефекте 08
02	Задир, выровы, забоины на посадочных поясах В и Г	Осмотр. Лупа ЛАХ-10* ГОСТ 7594-75	-	-	Браковать
03	Износ отверстия гильзы	Нутромер 100...160мм, ГОСТ 9244-75	$\varnothing 120^{+0,021}$	$\varnothing 120,10$	Хонинговать
04	Износ нижнего посадочного пояса	Скоба для дефектации гильзы ИМК 10-36	$\varnothing 134^{-0,05}$ $-0,08$	$\varnothing 133,91$	Браковать при размере менее $\varnothing 133,91$
05	Износ верхнего посадочного пояса	Скоба для дефектации гильзы ИМК 10-36	$\varnothing 137,5^{-0,05}$ $-0,08$	$\varnothing 137,41$	Браковать при размере менее $\varnothing 137,41$
06	Износ буртика по высоте	Скоба регулируемая ГОСТ 2216-88	10,3 <sub>-0,03</sub>	10,27	Обработать торцы в ремонтный размер



Продолжение прил. 1

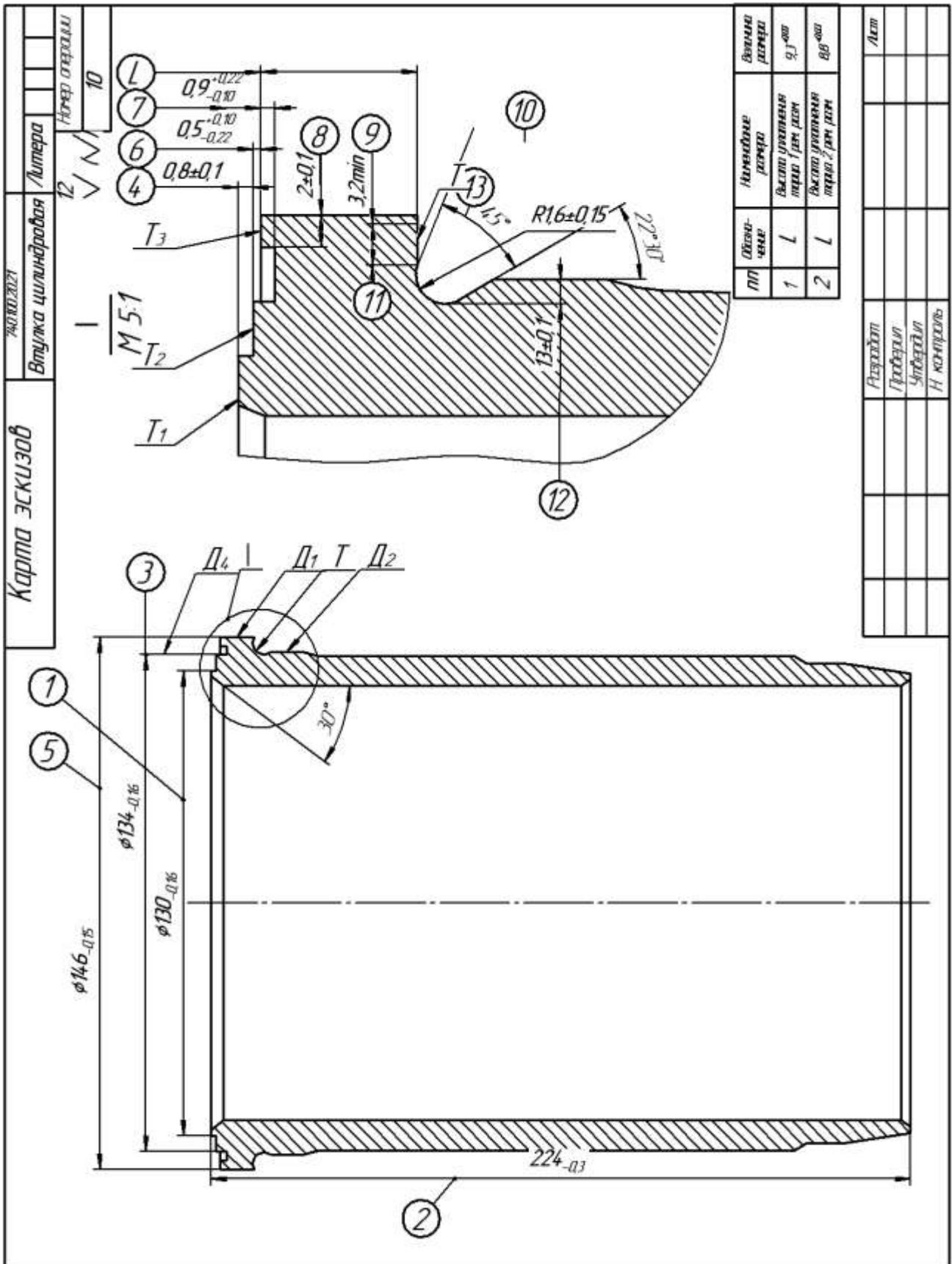
№ поз. На черт.	Возможные дефекты	Способ установления дефектов и контрольный инструмент	Размеры, мм			Заключение и рекомендуемый способ восстановления
			Номи- нальный	Допус- тимый	Ремонт- ный	
07	<i>Наличие нагара в верхней части</i>	<i>Осмотр</i>	-	-	-	<i>Хонинговать</i>
08	<i>Облом бурта втулки</i>	<i>Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-83</i>	-	-	-	<i>Заварить не более 3-х обломов общей длиной до 45...50мм</i>
09	<i>Износ отверстия втулки более Ø120,10</i>	<i>Нутромер 100...160 ГОСТ 9244-85</i>	Ø 120 <sup>+0,021</sup>	Ø120,10	-	<i>Постановка свертных колец или термопластическое обжатие</i>





















Приложение 2

**Сравнительная характеристика некоторых способов восстановления**

Оценочные показатели способов восстановления деталей	Сварка ручная			Наплавка механизированная			Электролитические покрытия		Электрохимическое высаживание	Пластическое деформирование	Обработка под ремонтный размер	Постановка дополнительной детали
	Электродуговая	Газовая	Аргонодуговая	В среде CO <sub>2</sub>	Под слоем флюса	Вибродуговая	Хромирование	Остативание				
Восстановление размера и посадки*	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	-	±
Восстановление свойств:												
коэффициент износостойкости	0,70	0,70	0,7	0,72	0,91	1,0	1,67	0,91	1,1	1,0	0,95	0,90
коэффициент выносливости	0,60	0,70	0,70	0,90	0,87	0,62	0,97	0,82	1,0	0,90	0,90	0,90
коэффициент сцепления	1,0-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,82	0,65	1,0	1,0	1,0	1,0
коэффициент долговечности	0,42	0,49	0,49	0,63	0,79	0,62	1,72	0,58	1,1	0,9	0,86	0,8
Толщина покрытия, мм	5	3	4	2...3	3...4	2...3	0,3	0,5	0,2	2	0,2	5
Расход материалов кг/м <sup>2</sup>	48,0	38,0	36,0	30,0	38,0	31,0	21,2	23,3	—	3,5	2,5	78
Масса оборудования, т	0,7	0,6	0,8	7,5	7,5	6,4	4,4	4,4	2,5	7,5	6,0	2,8
Площадь под оборудование, м <sup>2</sup>	1,7	1,8	3,0	13,6	13,6	11,2	15,2	15,2	3,0	11,7	11,0	4,0
Стоимость оборудования, тыс. тенге.	250	225	400	2125	2300	1800	2050	2050	700	1900	1750	625
Производительность процесса, м <sup>2</sup> /ч	0,016	0,014	0,018	0,03	0,033	0,031	0,018	0,054	0,112	0,021	0,08	0,007
Трудоемкость восстановления, норм.-ч/м <sup>2</sup>	60	72	56	28	30	32	54,6	18,6	9,0	36,2	16,7	148
Себестоимость восстановления, тыс.тг/м <sup>2</sup>	24,37	29,25	22,85	11,37	12,17	13,00	22,12	7,55	3,65	14,70	6,80	60,50
Коэффициент технико-экономической эффективности, тыс.тг/м <sup>2</sup>	58,00	59,50	46,75	18,05	15,37	20,95	12,87	13,00	3,32	16,30	7,95	74,50

Примечание: «+» - возможно; «-» - невозможно; «±» - возможно ограничено

### Приложение 3

#### Технологические возможности упрочняющей обработки

Процесс упрочняющей обработки	Способ упрочнения	Основной обрабатываемый материал	Точность обработки	Шероховатость поверхности	Твердость обрабатываемой поверхности	Толщина упрочненного слоя, мм		Область применения
						min	max	
Пластическое деформирование (наклеп) рабочих поверхностей деталей машин	Обкатывание и раскатывание роликами	Чугун, сталь и сплавы из цветных металлов	Сохраняется от предыдущей обработки	0,08...0,32	Увеличивается на 20..50%	1,0	35,0	Шейки валов, подшипники
	Обкатывание пружинящими шариками	То же	То же	0,08...0,32	То же	0,3	5,0	Штоки, шпиндели, валы
	Дробеструйная обработка	То же	То же	0,08...0,32	Увеличивается на 20..40%	0,4	1,5	Клапанные пружины, галтели валов и др
	Центробежно-шариковый наклеп	То же	То же	3,2...12	Увеличивается на 15..60%	0,3	1,5	Шатуны
Химико-термическая (термодиффузионная) обработка	Цементация	Малоуглеродистая сталь (0,35С)	Коробление, деформация в пределах 0,5...0,15мм	Увеличивается на 1—2 класса	HRC 60...65	0,5	2,0	Пальцы
	Азотирование	Сталь, чугун		То же	RV 650-1200	0,05	0,60	Коленчатые валы, пальцы
	Цианирование	Сталь	Коробление 0,05...0,10мм	То же	HRC 60...75	0,05	2,5	Детали газораспределения
	Хромирование	Сталь, чугун		Снижается на 1—2 кл	HRC 60...75	0,05	0,3	Детали топливной аппаратуры
	Сульфоцианирование	То же		Коробление 0,05...0,15мм	То же	HRC 40...70	0,05	1,0
Поверхностная закалка	Закалка с нагревом газовым пламенем	Сталь, чугун	Коробление в пределах 0,03 ...0,1 мм	То же	Не изменяется	0,5	10,0	Крупные валы, барабаны
	Закалка с нагревом ТВЧ	То же	То же	Снижается на 1 класс	То же	0,2	10,0	Поршневые пальцы, цилиндрические втулки и др.

#### Приложение 4. Характеристики металлорежущих станков

	<i>Наименование оборудования</i>	Модель, тип	Краткая техническая характеристика	Мощность, кВт
1	Универсальный токарно-винторезный станок повышенной точности	1E604	200 x 350	1,1
2	Токарно-винторезный станок повышенной точности	1П61	320 x 710	2,2
3	Токарно-винторезный станок	1Н61	320 x 710	2,2
4	Токарно-винторезный станок	1А616	320 x 710	4,0
5	Универсальный токарно-винторезный станок	16К20	400 x 1400	10,0
6	Токарно-винторезный станок повышенной точности	16К20П	400 x 1000	10,0
7	Токарно-винторезный станок	16Б20	400 x 1000	4,1
8	Универсальный токарно-винторезный станок	163	630 x 1400	13,0
9	Токарно-револьверный станок с горизонтальной осью револьверной головки, прутковый	1Д340П	Наибольший диаметр обрабатываемого прутка 40 мм	5,5
10	Токарно-револьверный станок с вертикальной осью револьверной головки	1365	Наибольший диаметр обрабатываемого прутка 65 мм	13,0
11	Вертикально-фрезерный консольный станок	6Р11	Размер рабочей поверхности стола 250X1000	5,5
12	Горизонтально-фрезерный универсальный станок	6Н80	Размер рабочей поверхности стола 200X800	3,0
13	Поперечно-строгальный станок	7В36	Размер рабочей поверхности стола 450X700	3,5
14	Долбежный станок	7Б420	Ход долбяка 25 - 200	4,0
15	Внутришлифовальный универсальный станок	3К227В	Наибольш. диаметр шлифуемого отверстия 100 мм	4,0
16	Плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом и	3Б722	Размер рабочего стола 320x1000	10,0
17	Круглошлифовальный станок	3Б12	200 x 500	3,0
18	Точильно-шлифовальный станок	3Б633	Наиб. диаметр обрабатываемого изделия 300 мм	1,7
19	Радиально-сверлильный станок	2Л52	Наибольший диаметр сверления 25 мм	1,5
20	Настольно-сверлильный одношпиндельный станок	2М112	Наибольший диаметр сверления 12 мм	0,6
21	Вертикально-сверлильный одношпиндельный станок	2Н125	Наибольший диаметр сверления 25 мм	2,2
22	Зубофрезерный станок	5К324А	Наиб. наружный диаметр нарезаемых колес 500 мм	7,5
23	Однокривошипный двухстоечный пресс простого действия	КД-2328	Усилие 63 т	8,3
24	Электроэрозионный прошивочный станок	4А611	Размеры стола 400x630	1,8





Формат 60x84 1\12  
Объем 103 стр., 8,6 печатных листа  
Тираж 20 экз.  
Отпечатано  
В Редакционно- издательском отделе  
КГУТиИ им.Ш.Есенова  
г.Актау, 32мкр.