

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Ставропольский государственный аграрный университет
Кафедра «Технический сервис, стандартизация и метрология»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы по дисциплине
«Проектирование технологических процессов
восстановления и упрочнения деталей машин»

Ставрополь 2023

Захарин А.В. и др. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Проектирование технологических процессов восстановления и упрочнения деталей машин» – Ставрополь: СГАУ, 2023 – 60 с.

Методические указания содержат общие принципы и положения по проектированию технологических процессов восстановления и упрочнения деталей машин, указания по выполнению разделов курсовой работы, справочные материалы.

Рекомендовано при курсовом проектировании для студентов обучающихся по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, при изучении дисциплины «Проектирование технологических процессов восстановления и упрочнения деталей машин».

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи курсового проектирования	4
2. Структура курсового проекта	4
3. Основные этапы разработки технологических процессов	5
4. Анализ исходных данных и выбор рационального способа восстановления	7
5. Состояние технологического маршрута восстановления	11
5.1. Общие принципы составления маршрута восстановления	11
5.2. Выбор установочных (технологических) баз	12
5.3. Разработка маршрута восстановления	12
6. Разработка операций	13
7. Расчет и выбор режимов восстановления и механической обработки	16
7.1. Расчет режима наплавки под слоем флюса	16
7.2. Расчет режимов вибродуговой наплавки	17
7.3. Расчет режимов электромеханического наращивания	17
7.4. Определение режимов механической обработки	18
8. Техническое нормирование	19
9. Оформление технологической документации	22
Рекомендуемая литература	28
Приложения	30

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цель курсовой работы – освоение методики проектирования технологических процессов ремонта и восстановления изношенных деталей, сборочных единиц, машин и оборудования.

Задачами курсовой работы являются:

- выбор и обоснование рациональных способов восстановления деталей;
- разработка эффективных технологических процессов, подбор рационального ремонтно – технологического оборудования;
- разработка технологической документации на восстановление деталей, ремонт сборочных единиц и машин.

Курсовое проектирование способствует приобретению практических навыков в области технологии ремонта машин. Закрепляет и углубляет теоретические знания, развивает умение пользоваться справочной и периодической литературой, стандартами.

Студент выполняет работу на основании индивидуального задания.

Оформление курсовой работы выполняется согласно методических указаний [9], а форма технологической документации на восстановление детали принимается в соответствии с [3, 4].

2 СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа включает в себя пояснительную записку объемом 35... 40 страниц текста и графическую часть на 2-3 листах формата А1 или презентацию.

Пояснительная записка имеет следующую структуру.

Титульный лист.

Индивидуальное задание.

Содержание.

Введение.

1. Анализ дефектов и выбор рационального способа восстановления.
 - 1.1 Характеристика детали и анализ возможных дефектов.
 - 1.2 Обзор существующих способов восстановления (по основному дефекту).
 - 1.3 Обоснование выбора рационального способа восстановления.
2. Составление технологического маршрута восстановления и выбор оборудования.
3. Разработка операций.
 - 3.1 Разработка операции восстановления (переходы, закрепление детали, расчет и выбор режимов, технологической оснастки, элементы технического нормирования).
 - 3.2. Разработка нестандартной технологической оснастки для выполнения операции (раздел выполняется по указанию руководителя)

проекта с учетом специфики разрабатываемого процесса и восстанавливаемой детали).

3.3. Разработка операции технического контроля (включает обоснование выбора средств измерений).

Заключение.

Список литературы.

Приложения (обязательные):

Графическая часть включает 2-3 демонстрационных листа формата А1. Допускается часть графического материала представлять в презентации.

3 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Задача проектирования технологического процесса восстановления детали заключается в выборе рационального способа и установлении последовательности выполнения технологических операций, при которых достигается необходимое качество изделий при наименьших материальных и трудовых затратах.

Технологические процессы представляют собой комплекты документов, формы и содержания которых должны соответствовать требованиям ЕСТПП.

Для ремонтного производства разрабатываются технологические процессы: разборки, сборки, дефектации и восстановления деталей.

Порядок разработки, согласования и утверждения эксплуатационной и ремонтной документации выполняется в соответствии с ГОСТ. При разработке технологических процессов необходимо осуществить ряд последовательных этапов:

1. Анализ исходных данных. Изучение конструкторской документации на изделие, технических требований к нему, подбор справочной информации, ознакомление с планировкой и оборудованием данного ремонтного предприятия.

2. Анализ действующих и перспективных технологических процессов восстановления деталей, нахождение аналогов и определение рационального способа восстановления деталей.

В основу типизации технологических процессов восстановления деталей положены такие признаки, как конструктивно-технологические параметры деталей, их группировка по массе, габаритам, материалу, виду термической обработки, общности способов восстановления, базирование на станках и т. д.

3. Составление маршрута технологического процесса. Определение последовательности операций, уточнение состава средств технологического оснащения.

4. Разработка операции – разработка последовательности переходов и установок. Выбор средств измерения и режущего инструмента.

5. Нормирование операции – расчет припусков и оптимальных режимов на обработку. Определение разряда работ. Расчет времени и расхода материалов.

6. Оформление рабочих процессов. Заполнение форм технической документации.

Состав документов и их форма зависят от *вида* и *степени детализации* технологического процесса.

По *виду* технологические процессы подразделяются на *единичные* и *унифицированные*.

Под единичным понимается технологический процесс, относящийся к изделиям одного наименования, типоразмера и исполнения (восстановление головки блока двигателя А-01).

Под унифицированным понимается технологический процесс характеризующий группу изделий различных или одинаковых наименований, типоразмера и исполнения. К его разновидностям относятся *типовой* и *групповой* процессы.

Для первого характерна общность конструктивных и технологических признаков. Например, восстановление гильз цилиндров нескольких марок тракторных дизелей.

Для второго – восстановление групп деталей различной конфигурации в конкретных условиях производства на специализированных рабочих местах при общей наладке оборудования.

По *степени детализации* процессы могут разрабатываться по трем вариантам описания:

1. *Маршрутное* – сокращенное описание операций, выполняемых по маршрутной карте (МК), в которой их содержание излагается сокращенно, без указания переходов и режимов обработки.

2. *Маршрутно-операционное* – сокращенное описание операции выполняемых по МК или карте технологического процесса (КТП) в которых содержание большей части из них излагается коротко, без указания переходов и режимов обработки, а отдельные операции излагаются полно, с указанием переходов и режимов.

1. *Операционное* – полное описание всех операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и режимов обработки.

Исходя из программы ремонта, необходимо определить (выбрать) соответствующую технологию восстановления: *подефектную*, *групповую* или *маршрутную*, которая определяется типом ремонтного предприятия.

Подефектная технология используется в тех случаях, когда программа восстановления деталей небольшая, и заключается в том, что технологический процесс восстановления разрабатывается на каждый дефект в отдельности. Детали для восстановления комплектуют только по наименованиям, без учета имеющихся в них сочетаний дефектов. Несмотря на ряд недостатков, подефектная технология применяется на небольших ремонтных предприятиях.

Маршрутная технология предусматривает составление технологии на комплекс дефектов, которые устраняют в определенной последовательности.

На основании экспериментальных (литературных) данных устанавливают вероятность сочетания дефектов в одноименных деталях и группируют детали по маршрутам. Число маршрутов обычно не превышает трех. Определив рациональный способ восстановления каждого дефекта составляют единый план выполнения всех операций, предусмотренный маршрутом.

в) маршрутно-групповая технология предусматривает разбивку дефектных деталей на классы и группы и разработку единого (типового) маршрутного технологического процесса восстановления групп деталей.

При выполнении данного задания целесообразно принять заданное сочетание дефектов за один из маршрутов и вести разработку маршрутной технологии.

4 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Приступая к выбору способов устранения дефектов детали, следует учитывать:

а) величину, характер и расположение дефектов восстанавливаемой детали;

б) условия работы детали;

в) сочетание дефектов. Если имеется возможность устранить сразу несколько дефектов одним способом, то нецелесообразно применять поэлементные способы устранения;

г) конструктивно-технологические особенности, материал, термическую обработку детали, точность обработки, сложность и геометрическую форму детали.

Все многообразие разработанных и применяемых в производстве различных способов ремонта и восстановления деталей можно подразделить на три основных направления.

1) Восстановление посадки без изменения размеров деталей сопряжений:

- регулировкой зазора (например, клапанный механизм);
- заменой одной детали, входящей в сопряжение;
- перестановка в дополнительную рабочую позицию;
- перекомпоновка (подшипники, плунжерные пары).

2) Восстановление изношенных деталей до номинального размера:

- наплавка, электрохимические покрытия и т. д.;
- пластической деформирование;
- постановкой дополнительной детали (бандажирование, постановка втулок, фигурных вставок и т.д.);
- замена части детали на новую (обрезка и приварка быстроизнашивающихся элементов рабочих органов

почвообрабатывающих машин, замена венца маховика, различных шестерен и т. д.).

3) Восстановление деталей до ремонтных размеров:

- индивидуальных, когда более ответственная, дорогая деталь сопряжения обрабатывается до выведения следов износа, а другая, менее сложная, вновь изготавливается по размерам основной с обеспечением заданной посадки;
- категорийных, когда обработка изношенной детали ведётся под заданный ремонтный размер, другая деталь сопряжения изготавливается с ремонтными стандартными размерами (гильза-поршень, шейки коленчатого вала-вкладыши).

Выбор рационального способа восстановления детали следует осуществлять поэтапно, применяя последовательно технологический, техникий и технико-экономический критерии.

Технологический критерий определяет принципиальную возможность применимости того или иного способа восстановления. Отобранные по этому критерию способы восстановления должны удовлетворять двум условиям:

- по своим технологическим особенностям они должны быть применимы к данной детали;
- устранять имеющиеся дефекты.

При выборе нужно учитывать ограничения, которые могут наложить следующие факторы:

- а) статистические характеристики дефекта (максимальное значение прогиба, износа, несоосности и т. п.);
- б) размеры, геометрическая форма, масса или материал детали;
- в) место расположения дефекта на детали;
- г) наличие на детали невосстанавливаемых поверхностей, изготовленных с определённой точностью и имеющих заданные физико-механические и эксплуатационные свойства.

При выборе способов восстановления по технологическому критерию необходимо проанализировать литературные источники и приложение 1.

Из всех существующих способов восстановления необходимо выбрать те, которые обеспечивают требуемые показатели качества, обусловленные параметрами рабочего (ремонтного) чертежа детали: материалом, видом упрочнения, прочностью, твёрдостью, конструктивными размерами, точностью изготовления, шероховатостью рабочих (трущихся) поверхностей и др.

Технический критерий оценивает каждый способ (выбранный по технологическому критерию) детали с точки зрения восстановления (иногда и улучшения) свойств поверхностей.

Комплексную качественную оценку дают по значению коэффициента долговечности (K_d), которые определяют по формуле

$$K_d = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_n, \quad (1)$$

где K_i , K_b , K_c – соответственно коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий (приложение 2); K_n – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановлений деталей в условиях эксплуатации ($K_n=0,8\dots 0,9$).

Рациональными по техническому критерию будут способы, у которых

$$K_d \rightarrow \max . \quad (2)$$

Выбрав несколько способов устранения дефектов с наибольшими значениями коэффициента долговечности, дают им оценку по технико-экономическому критерию.

Технико-экономический критерий связывает себестоимость восстановления детали с её долговечностью

$$K_T = \frac{C_B}{K_D} , \quad (3)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – себестоимость стоимость восстановления 1 м²(дм²) изношенной поверхности детали, руб/м² (руб/дм²).

$$C_B \leq K_D \cdot C_n , \quad (4)$$

где C_n – стоимость новой детали, руб.

Эффективным будет считаться тот способ, у которого

$$K_T \rightarrow \min \quad (5)$$

Значения коэффициента технико-экономической эффективности для различных способов восстановления содержатся в приложении 2.

В зависимости от выбранного способа восстановления определяется порядок и содержание операций по механической обработке. Так, например, при восстановлении изношенных поверхностей с помощью механизированной наплавки нецелесообразно проводить предшествующую механическую обработку, а последующая обработка может быть черновой и чистовой (точение, шлифование). При наращивании гальваническими способами перед восстановлением необходимо изношенные поверхности шлифовать (для придания правильной геометрической формы и выведения следов износа). Последующая обработка, как правило, состоит их чернового и чистового шлифования.

Выбрав способы восстановления и определив порядок и содержание механической обработки, необходимо найти величину наращиваемого слоя (h).

Величина наращиваемого слоя определяется из выражения

$$h = Z + 2Z_b + U \text{ мм}, \quad (6)$$

где Z – припуск, зависящий от применяемого способа наращивания, мм;
 $2Z_b$ – припуск на механическую обработку, мм;
 U – величина износа, мм.

$$Z = R + T + P, \quad (7)$$

где R – величина неровностей получаемого профиля поверхностей; T – величина дефектного слоя наращенной поверхности; P – погрешность во взаимном положении поверхностей деталей, вызванная способом восстановления.

Информация о величине Z берётся из приложения 1.

$$2Z_b \geq \sum_{i=1}^N [\delta_a + 2(H_a + T_a) + 2\sum \Delta_a + 2E_b], \quad (8)$$

где δ_a – допуск на размер, он учитывает погрешности геометрических форм – эллиптичность, огранку, волнистость, выпуклость, вогнутость; H_a – наибольшая высота поверхностных микронеровностей; T_a – глубина поверхностного слоя; $\sum \Delta_a$ – увеличение припуска, компенсирующее все пространственные отклонения; E_b – величина, учитывающая погрешность установки при выполняемом переходе. N – число операций по механической обработке.

Значения припусков ($2Z_b$) на механическую обработку по операциям находятся в приложении 3 или в соответствующей справочной литературе.

При восстановлении изношенной шлицевой поверхности электродуговой наплавкой с заправлением впадин расчётную толщину наплавленного слоя можно определить по формуле:

$$L = (F_{вп} + F_{п}) \cdot \frac{n}{\pi \cdot D_{ср}} + 2Z_b + Z, \quad (9)$$

где $F_{вп} + F_{п}$ – площадь поперечного сечения шлицевой впадины и изношенной части шлица; $D_{ср}$ – средний диаметр шлицевой поверхности; n – количество шлицевых впадин.

Результаты расчетов следует отразить в пояснительной записке.

5 СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

5.1 Общие принципы составления маршрута восстановления

Разрабатывая технологический процесс восстановления, необходимо строго придерживаться следующих основных положений.

Первыми выполняются операции по восстановлению базовых поверхностей. Это может быть исправление центровых отверстий, устранение не плотностей, правка.

Далее предусматривают операции предварительной черновой механической обработки отдельных изношенных поверхностей (при необходимости). К ним можно отнести проточку поверхностей перед отдельными видами наплавки, удаление изношенной резьбы, выведение следов износа и придание правильной геометрической формы поверхности перед наращиванием электролитическим способом.

Устранение дефектов необходимо начинать с устранения дефектов в базовых поверхностях, затем восстанавливаются дефекты, требующие при восстановлении нагрева, значительных деформаций и, наконец, все остальные операции наращивания размера.

Предусматривают совмещение в одной операции восстановление нескольких изношенных поверхностей, если их можно восстановить одним технологическим способом.

Последовательность операций должна исключать повторное поступление деталей на посты восстановления.

Механическую обработку начинают с тех поверхностей, которые являются базовыми при дальнейшей обработке. Дальнейшая механическая обработка ведётся в первую очередь, тех поверхностей, снятие металла с которых в наименьшей степени влияет на жёсткость установки.

Поверхности, обработка которых связана с точностью и допусками относительно взаимного расположения поверхностей (соосности, перпендикулярности, параллельность и т.д.) требуют обязательной обработки при одной установке детали.

Совмещение черновой (предварительной) и чистовой (окончательной) обработок в одной операции и на одном и том же оборудовании нежелательно, так как выполняются с различной точностью. Такое совмещение допускается при обработке жестких деталей с небольшими припусками.

В конце технологического процесса предусматривают финишные операции, например, чистовую проточку, шлифование, полирование и другие операции. Завершают процесс, как правило, контрольные операции.

5.2 Выбор установочных (технологических) баз

При выборе установочных (технологических) баз следует стремиться к соблюдению двух основных условий: совмещение технологических баз с конструкторскими, постоянство баз, то есть к выбору такой базы, ориентируясь на которую можно провести всю или почти всю обработку (например, центровые отверстия вала).

Для соблюдения точности при восстановлении детали необходимо стремиться соблюдать принцип постоянства установочной базы.

Установочной базой называется поверхность, служащая для установки детали на станке и ориентирующая её, относительно режущего инструмента. Установочные базы бывают основные и вспомогательные.

Основной базой называется такая поверхность детали, которая или сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, или оказывает влияние на работу детали в машине.

Вспомогательной базой называется поверхность детали, принятая в качестве установочной базы при изготовлении детали, но не сопрягающаяся с другой деталью, совместно работающей в собранной машине и не оказывающая влияние на работу данной детали в машине.

Если всю обработку детали нельзя вести на одной базе, то в качестве новой базы должна быть выбрана такая обработанная поверхность, которая определяется точными размерами, наиболее влияющими на работу детали в собранной машине.

Установочная база по своим размерам должна давать возможность получить надёжное крепление заготовки, при котором она не изменяет своего положения во время обработки, базирующие поверхности не должны деформироваться от усилий, возникающих при резании металла. Обработка детали должна начинаться с той поверхности, которая будет установочной базой для дальнейших операций.

5.3 Разработка маршрута восстановления

Исходными данными для разработки маршрута восстановления служат карта эскизов или ремонтный чертеж, схема выбранного рационального способа устранения дефектов, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работы и нормы времени.

При составлении маршрута восстановления детали необходимо наметить последовательность отдельных операций и установок технологического процесса, подобрать и указать основное оборудование (станки, стеллажи, установки), определить вид и разряд работ, количество рабочих мест.

Операцией называется часть процесса, осуществляемая на одном рабочем месте, охватывающая собой все последовательные действия над деталью до перехода к обработке следующей детали, выполняемая одним технологическим оборудованием.

Установкой называется придание детали необходимого положения при закреплении на оборудовании, причём какое-либо перемещение заготовки на этом оборудовании считается новой установкой.

Операция формулируется кратко по роду обработки, например токарная, фрезерная, сверлильная и т.д. при обработке или наплавочная, гальваническая и т.д. при наращивании.

Для выбора вида, содержания и назначения правильной последовательности операций требуется провести анализ литературных источников по подобным процессам восстановления, с учетом специфики их применения для конкретной детали. Этот этап во многом раскрывает уровень технологического мышления студента, показывает умение использовать знания для решения конкретных инженерных задач.

Основное оборудование для ремонта деталей будет определяться способом восстановления. При выборе необходимо принимать во внимание согласование конструктивных размеров детали (длины, массы и др.) с технической характеристикой оборудования (высота центров, межцентровое расстояние, максимальный диаметр сверления, длина обрабатываемых деталей и др.). Важное значение имеет стоимость, масса и габаритные размеры оборудования.

Выбор технологического оборудования для восстановления деталей и механической обработки производят используя справочные материалы [2], [6], [11], [14], [16] и др.

Установки детали намечают руководствуясь принципами изложенными в п.п. 5.2, особенностями применяемого оборудования и спецификой конкретной детали.

Используя справочные материалы [8] определяют вид и разряд работ.

Проделанную работу по составлению маршрута восстановления, необходимые пояснения и обоснования со ссылками на используемую литературу необходимо отразить пояснительной записке. Разработанный маршрут восстановления рекомендуется оформить в виде рисунка в пояснительной записке и вынести на лист графической части.

В заключении следует сделать выводы по количеству операций и рабочих мест в предлагаемом технологическом маршруте восстановления, количестве единиц основного оборудования и производственных рабочих, базовых поверхностях и применяемых установках детали.

6 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИЙ

Разработка операций представляет собой выбор последовательности переходов и установок для осуществления данной операции. Производится подбор приспособлений, режущего и мерительного инструмента. Определяются, рассчитываются режимы обработки и нормы времени.

Переходом называется часть операции, которая характеризуется неизменностью обрабатываемой поверхности режущего инструмента и режима работы оборудования.

Проходом называется часть перехода, при которой снимается или наращивается один слой металла.

Переходы описываются подробно, но в лаконичной форме, при этом для большей ясности иллюстрируются графическими изображениями (эскизами) с указанием способа крепления заготовки на станке или в приспособлении, а также – положения режущих инструментов при обработке или приспособлений при восстановлении.

При разработке операций наращивания изношенных поверхностей различными способами (наплавка, гальванические способы и т. д.), порядок переходов, как правило, определяются технологическим процессом осуществления данного способа наращивания.

При механической обработке порядок переходов и установок определяются в первую очередь конструкцией детали, её конфигурацией, размерами, взаимосвязью между рабочими и нерабочими поверхностями и т. д.

Общими рекомендациями могут быть следующие: необходимо стремиться обрабатывать все или большую часть поверхностей с одной установки детали; начинают обработку, как правило, с исправления центровых отверстий у вала и обработки торцевых поверхностей деталей типа шкив; обработка поверхностей начинается обычно с большого диаметра и далее в порядке его уменьшения; при обработке деталей типа шкив обработку начинают с отверстия и далее, устанавливают деталь на оправке, ведут всю дальнейшую обработку.

Выбор технологической оснастки, материалов для восстановления деталей и механической обработки производят используя справочные материалы [2], [6], [11], [14], [16] и др.

Для восстановления детали может быть использована нестандартная технологическая оснастка. В этом случае по указанию преподавателя студент выполняет соответствующую разработку с оформлением соответствующего раздела пояснительной записки. Чертеж (схема) разработанной оснастки выносится на лист графической части, спецификация помещается в приложение.

Выбор режущего инструмента и его параметров производят для обеспечения выбранного режима с учетом характера обрабатываемого материала и конструктивных особенностей деталей. Выбор приспособлений, режущего инструмента для механической обработки производят по справочникам, например [16] и им подобным.

Средства измерения (калибры, штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы, микрометры, индикаторы часового типа, индикаторные нутромеры и др.) должны обеспечивать возможность контроля проверяемого параметра восстанавливаемой детали с требуемой точностью.

ГОСТ 8.051-81 устанавливает значения погрешностей, допускаемых при измерениях линейных размеров [12]. Допускаемая (наибольшая) погрешность

измерения линейных размеров должна составлять не более 20...30% от допуска на контролируемый параметр.

Измерительные средства выбираются в зависимости от величины допуска на размер, точности и формы обрабатываемой поверхности. Для выбора можно пользоваться номограммами (рисунок 1). По горизонтали приведены размеры детали, по вертикали – допуски на изготовление. Наклонные линии определяют точность и конкретный вид измерительного устройства [13].

Например, номинальный размер отверстия под подшипник в корпусе водяного насоса двигателя равен $62^{+0,03}$ (допуск 30 мкм), а допустимый 62,09 (допуск 90 мкм). Пользуясь номограммой находим, что при контроле номинального размера необходимо пользоваться индикаторным нутромером, а при контроле допустимого – штангенциркулем с точностью отсчёта по нониусу 0,02 мм.

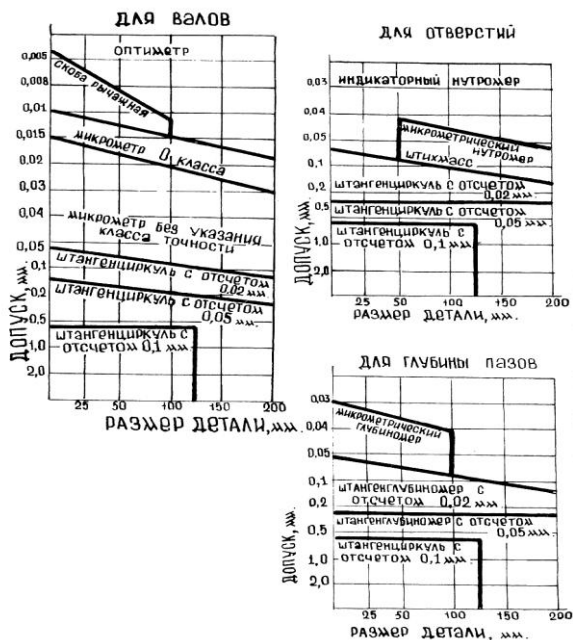


Рис.1 - Номограммы для выбора измерительных средств

7 РАСЧЁТ И ВЫБОР РЕЖИМОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

7.1 Расчёт режима наплавки под слоем флюса

При выборе режима наплавки под слоем флюса следует исходить из твёрдости восстанавливаемой поверхности, величины износа и размеров детали. Марка флюса и электродной проволоки выбирается в соответствующей литературе [2], [7] и др. В зависимости от диаметра наплавляемой детали или толщины стенки в месте наплавки выбирается сила тока и диаметр электродной проволоки (таблица 1).

Таблица 1
Зависимость силы тока и диаметра электродной проволоки от диаметра наплавляемой детали

Диаметр детали, мм	30-60	60-150	150-500	500-700	св. 700
Сила тока, А	90-100	120-300	160-400	180-450	220-500
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле

$$V_n = \frac{\alpha_n \cdot J}{\frac{\pi \cdot d}{4} \cdot \gamma} \text{ м/ч}, \quad (10)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч ($\alpha_n=7\dots16$); J – величина тока, А; d – диаметр проволоки, мм; γ – плотность материала проволоки, г/см³ ($\gamma = 7,6$ г/см³).

Скорость наплавки определяется по формуле

$$V_n = \frac{\alpha_n \cdot J}{\delta \cdot S \cdot \gamma} \text{ м/ч}, \quad (11)$$

где δ – толщина слоя наплавки, мм (в зависимости от величины износа она может быть равной от 1 до 4 мм); S – величина продольной подачи наплавочной головки на один оборот, мм (принимается примерно равной удвоенной толщине слоя наплавки).

Частота вращения детали определяется по формуле

$$n = 5,3 \frac{V_H}{D} \text{ об/мин,} \quad (12)$$

где D – диаметр наплавляемой детали, мм.

Величина вылета электрода принимается равной $h = (10...12)d$, величина смещения с зенита принимается равной $\ell = (0,05...0,07) D$.

7.2 Расчёт режима вибродуговой наплавки

При расчёте и выборе режима вибродуговой наплавки марку электродной проволоки выбирают применительно к материалу детали и её поверхностной твёрдости, а диаметр проволоки в соответствии с толщиной наплавки, которую устанавливают в зависимости от износа детали и припуска на обработку. Продольная подача головки при диаметре электродной проволоки $d=1,2...2,0$ мм составляет $1...3$ мм за один оборот детали.

Величину продольной подачи подбирают в зависимости от конкретных условий наплавки. Если подача слишком велика, между наплавленными валиками могут остаться просветы – незаплавленные места. При слишком малой подаче слой может не сплавиться с деталью. Вылет электрода должен находиться в пределах $5...10$ мм. Частота вращения детали определяется по формуле

$$n = 15 \frac{d^2 \cdot V_n}{h \cdot S \cdot D} \cdot \eta \text{ об/мин,} \quad (13)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм; V_n – скорость подачи проволоки, мм/с ($V_n = 1,7$ м/мин); η – коэффициент перехода металла проволоки в наплавленный слой ($\eta=0,85...0,90$); h – толщина слоя наплавки, мм; S – шаг наплавки ($1,0...1,8$) мм/об; D – диаметр детали, мм.

Рабочее напряжение рекомендуется $16...20$ В, сила тока $150...220$ А. Амплитуда вибрации должна находиться в пределах $1,6...2,2$ мм.

7.3 Расчёт режима электролитического наращивания

Электролитическое наращивание изношенных поверхностей позволяет получать широкий диапазон твёрдости осадённого слоя. При хромировании от 4000 до 12000 МПа, при железнении (осталивании) от 1200 до 6500 МПа. Необходимая твёрдость достигается выбором состава электролита, его температуры и плотности тока.

Время, необходимое для получения нужной толщины покрытия, определяется по формуле:

$$t = \frac{1000 \cdot \gamma \cdot h}{D_k \cdot c \cdot \eta}, \quad (14)$$

где γ – плотность осаждаемого металла, г/см² (для хрома $\gamma = 6,9$, для железа $\gamma = 7,6$); h – толщина покрытия, мм; D_k – плотность тока, А/дм² (при железнении $D_k = 20 \dots 50$ А/дм², при хромировании $D_k = 30 \dots 60$ А/дм²); c – электрохимический эквивалент, г/А·ч (для хромирования $c = 0,323$, для железнения $c = 1,042$); η – к. п. д. ванны (при хромировании $\eta = 12 \dots 15$, при железнении $\eta = 80 \dots 90$).

7.4 Определение режимов механической обработки

Определение режимов резания заключается в выборе по заданным условиям (техническим требованиям к шероховатости и точности обработанной поверхности, физико-механических свойств обрабатываемого материала, конструкции режущего инструмента и материала его режущей части, допустимого износа инструментов, его стойкости и геометрических параметров режущей части) рационального сочетания глубины, подачи и скорости резания, обеспечивающих наименьшую трудоёмкость и себестоимость выполнения операции.

Особенности расчета режима при шлифовании

Глубина резания t при черновом шлифовании берётся в пределах 0,01...0,08 мм и при чистовом 0,005...0,015 мм.

Подачу принимают в долях от ширины шлифовального круга в мм/об. При черновом шлифовании $S=(0,5 \dots 0,8)B$, при чистовом $S=(0,25 \dots 0,50)B$, где B – ширина шлифовального круга ($B=32$ мм).

Скорость резания

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{60000} \text{ м/с}, \quad (15)$$

где D_k – диаметр круга, мм; n_k – частота вращения круга, об/мин.

Скорость вращения изделия подсчитывается по формуле

- при шлифовании периферией круга:

$$V_{из} = \frac{C \cdot D_{из}^p}{T_m \cdot t^x \cdot S^y} \text{ м/мин}, \quad (16)$$

- при шлифовании торцом круга:

$$V_{из} = \frac{C}{T^m \cdot t^x \cdot B^z} \text{ м/мин}, \quad (17)$$

где D – диаметр детали, мм; T – стойкость круга, мин. ($T=30...40$ мин); t – глубина резания, мм; C – коэффициент, характеризующий условия обработки; m, x, z – показатели степени. Значение этих параметров приведены в [17].

Подсчитывается частота вращения изделия

$$n = \frac{1000 \cdot V_{из}}{\pi \cdot D_{из}} \text{ об/мин}, \quad (17)$$

и согласовывается с паспортными данными станка, приведёнными в таблице 2.

Таблица 2

Основные данные круглошлифовальных станков

	Модели станка				
	312М	3А130	3160А	3150	3А164
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	200	280	300	300	400
Расстояние между центрами, мм	500	700	1000	1000	2000
Наибольший диаметр шлифовального круга, мм	300	300	750	400	750
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин	2500	1880-2100	825	825	850
Частота вращения внутришлифовального шпинделя, об/мин	8000-17000	8000-17000	-	-	-
Пределы частоты вращения шпинделя передней бабки, об/мин	150-800	60-400	60-240	60-400	30-180

8 ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Техническое нормирование заключается в определении штучного времени ($T_{шт}$) и подготовительно-заключительного ($T_{п.з.}$) [8].

$$T_{шт} = T_о + T_в + T_{доп.} \text{ мин}, \quad (18)$$

где T_o – основное или технологическое время, в течении которого происходит изменение формы, размеров, внешнего вида или внутренних свойств детали в результате какого-либо вида обработки;

T_v – вспомогательное время, затрачиваемое на различные вспомогательные действия, обеспечивающие выполнение основной работы (установка, выверка, применение и снятие детали, настройка оборудования и др.) Выбирается из приложения 4 или справочного пособия [8];

$T_{доп.}$ – дополнительное время, складывается из времени организационно-технического обслуживания рабочего места (смена, заточка инструмента, уборка стружки и др.) и времени перерывов на отдых, естественные надобности и т.д.

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_v \text{ мин,} \quad (19)$$

Дополнительное время рассчитывают пропорционально затратам оперативного. Его определяют в процентом отношении от оперативного времени

$$T_{доп} = \frac{T_{оп} \cdot K}{100} \text{ мин,} \quad (20)$$

где K – процентное отношение дополнительного времени к оперативному, берется из таблицы 3.

Таблица 3

Данные для расчёта дополнительного времени

Вид обработки	Отношение к оперативному времени (K), %	Вид обработки	Отношение к оперативному времени (K), %
Токарная	8	Шлифование	9
Строгание	9	Фрезерование	7
Сверление	6	Зуборезные работы	8

Основное время при наплавке

$$T_o = \frac{\ell \cdot i}{n \cdot S} \text{ мин,} \quad (21)$$

где ℓ - длина зоны наплавки, мм;

I – число проходов ($i = 1$);

n – число оборотов детали в мин.;

S – продольная подача, шаг наплавки, мм/об;

Вспомогательное время, связанное с наплавкой составляет 0,6 мин. На один проход. Дополнительное время составляет 15% от оперативного времени. Подготовительно-заключительное время – 16 мин.

Основное время при точении

$$T_o = \frac{\pi \cdot D \cdot \ell \cdot i}{1000 \cdot V \cdot S} \text{ мин,} \quad (22)$$

где D – диаметр детали, мм;

ℓ - длина обрабатываемой поверхности детали с учётом врезания и перебега (4...5 мм) резца, мм; i – число необходимых проходов для снятия припуска на обработку ($i = 4...6$); V – скорость резания, м/мин; S – подача, мм/об.

Основное время при шлифовании

$$T_o = \frac{\ell \cdot i}{n \cdot S_{np}} \cdot K_3, \quad (23)$$

где ℓ - длина обрабатываемой поверхности с учётом врезания и перебега шлифовального круга, мм; n – частота вращения; i – число проходов ($i = 4...6$); S_{np} – продольная подача, мм/об. (S_{np} берётся: при черновом шлифовании (0,5...0,8) $V_{кр}$; при чистовом (0,25...0,50) $V_{кр}$. $V_{кр}$ – ширина шлифовального круга). K_3 – коэффициент зачистных ходов (принимают в пределах 1,2...1,7 в зависимости от требований к чистоте обработки; большее значение для более высокого класса чистоты).

Основное время при фрезеровании

$$T_o = \frac{\ell \cdot i}{n \cdot S_{об}} \text{ мин,} \quad (24)$$

где ℓ - длина фрезеруемой поверхности с учётом врезания и перебега (4...5 мм), мм; i – число проходов ($i = 2-3$); $S_{об}$ – подача на один оборот фрезы, мм/об, n – частота вращения, об/мин.

$$S_{об} = S_Z \cdot Z \text{ мм/об}, \quad (25)$$

где S_Z – подача на один зуб, мм; Z – число зубьев [11].

Основное время при сверлении

$$T_o = \frac{\ell}{n \cdot S} \text{ мин}, \quad (26)$$

где ℓ - глубина сверления с учётом врезания (0,3 мм) и выхода сверла (1...3 мм), мм; n – частота вращения инструмента, об/мин; S – подача на один оборот, мм/об.

Подготовительно-заключительным называют время, затрачиваемое рабочим на подготовку к определенной работе и выполнение действий, связанных с её окончанием.

Подготовительно-заключительное время включает следующие работы: получение наряда, задания, инструмента, ознакомление с работой, чертежом, техпроцессом, получение материала приспособлений, сдача готовых деталей, инструмента, уборка рабочего места.

Подготовительно-заключительное время выбирается по справочному пособию [8].

9 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В зависимости от степени детализации технологических процессов в технологических документах принято в виде описания: маршрутное, маршрутно-операционное и операционное. Наиболее простое – маршрутное описание, применяемое в условиях единичного, мелкосерийного производства на стадиях разработки документации «Предварительный проект», «Опытный образец».

Маршрутное описание следует применять и в документах на единичные техпроцессы (ЕТП) изготовления или ремонта изделий, где операции выполняются без применения технологических режимов, например, в комплектах документов ЕТП на слесарные, слесарно-сборочные, контрольные работы. Маршрутное описание заключается в краткой записи содержания операций в технологической последовательности выполнения, без указания переходов и режимов.

Маршрутно-операционное описание применяется для документов, разрабатываемых на стадиях «Опытный образец» (опытная партия, опытный ремонт). Заключается в том, что в маршрутной карте (МК) или карте технологического процесса (КТП) для основных операций вспомогательного и дополнительного характера – применяется маршрутное описание.

В операционном описании подробно указываются все переходы с режимами обработки, расход материалов, трудозатраты и другие дополнительные сведения.

Операционное описание применяется для документов, разрабатываемых при серийном, массовом производстве и заключается в том, что в МК или КТП принято операционное описание, то есть подробно указываются все переходы, режимы, оборудование и другие сведения для всех операций маршрутной карты.

В курсовом проекте рекомендуется использовать маршрутное и операционное описание разрабатываемых документов (приложение 7).

В полный комплект документов с маршрутно-операционным описанием ЕТП по ГОСТ 3.1119-83 входят:

- 1^х – титульный лист ТЛ;
- 2 – маршрутная карта или карта техпроцесса МК/КТП;
- 3^х – ведомость оснастки ВО;
- 4^х – комплектовочная карта КК;
- 5^х – ведомость операций ВОП;
- 6^х – оперативная карта ОК;
- 7^х – карта эскизов КЭ.

Документы, обозначенные номерами со звездочкой, применяются по усмотрению разработчика.

Обязательной разработке подлежит маршрутная карта МК или МК/КТП и, как правило, также операционные карты ОК и карта эскизов – КЭ.

Эскизы разрабатываются на технологические процессы, операции и переходы.

Изображение изделия на эскизе должно быть выполнено в масштабе, в рабочем положении детали и должно содержать размеры, предельные отклонения, шероховатость, баз опор, зажимов, необходимых для выполнения операций, для которых разработан эскиз.

Количество видов, разрезов, линий устанавливает разработчик. Обрабатываемые поверхности (восстанавливаемые) следует обводить линией толщины 2, но при разработке одного эскиза на техпроцесс допускается эти поверхности не обводить.

Технические требования, таблицы, графики следует помещать в свободной части документа справа от изображения изделия.

При разработке схемы установки изделия на операции допускается применять упрощенное изображение без указания его отдельных элементов. Изображение технологических наладок и установок с инструментом следует указать упрощенно в плане.

Если эскиз относится к нескольким операциям техпроцессов, номера этих операций следует указать над изображением изделия подчеркивать, например, 005-020.

Содержание техпроцесса записывается в МК (МК/КТП) построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки присвоен свой служебный символ (прописная буква русского алфавита), который проставляется перед

номера строки. Служебные символы условно обозначают состав информации на данной строке и предназначены для обработки документов средствами автоматизации. Для документов ЕТП установлены следующие служебные символы обязательной последовательности чередования А, Б, К/М (или М), О, Т, Р. Нарушение последовательности не допускается. Строки с служебными символами А, Б, К/М (или М) разбиты на графы по модульному принципу, каждая графа предназначена для записи точно определенной информации:

А – номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции;

Б – код, наименование оборудования и информация по трудозатратам, а именно: СМ – степень механизации; ПРОФ – код профессии по классификатору ОКПДТР; Р – разряд работы, необходимый для выполнения операции; УТ – код условий труда по ОКПДТР и код вида нормы: (код тарифной сетки, Х – холодная, Г – горячая, ОВ – особо вредная), код вида нормы (Р – расчетная, Х – хронометражная, ОС – опытная статистическая); КР – количество исполнителей, занятых при выполнении операции; КОИД – количество одновременно ремонтируемых деталей при выполнении данной операции; ЕН – единица нормирования, на которую установлена норма времени, например, 1, 10, 100; ОП – объем производственной партии в шт.; $K_{шт}$ – коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании; $T_{пз}$ – норма подготовительно-заключительного времени на операции; $T_{шт}$ – норма штучного времени на операцию;

К/М (или М) – наименование деталей, сборочных единиц и материалов, применяемых при выполнении операции: обозначение деталей, сборочных единиц по конструкции документу или материала по классификатору; ОПП – обозначение подразделения (склада), откуда поступают комплектующие детали или материалы; КИ – количество деталей, применяемых при сборке; $N_{расч.}$ – норма расхода материала.

На бланках МК модули обведены линией двойной толщины и подлежат обязательному заполнению.

Строки со служебными символами О, Т, Р являются «плавающими» и предназначены для свободной записи по всей длине строки без привязки к графам модуля: О – содержание операций и переходов; Т – технологическая оснастка, применяемая при выполнении операции причем в последовательности – приспособления, вспомогательный инструмент, режущий инструмент и слесарно-монтажный инструмент; Р – режим обработки.

Операция техпроцесса нумеруют в маршрутной карте числами арифметической прогрессии: 005, 010, 015 и т. д. При операционном описании какой-либо операции переходы нумеруются числами натурального ряда: 1, 2, 3, 4 и т. д.

Содержание операций и переходов записываются в технологической последовательности по всей длине строки, подробно, четко, лаконично и

выражают глаголом в повелительном наклонении. Приводят наименования восстанавливаемого элемента детали, например, «наплавить» поверхность 2 до $46^{+0,5}$.

При восстановлении одноименных элементов детали указывают их число, например, «сверлить 4 отверстия Ø6». Чтобы не составлять ведомость технологического контроля, в строке «О» приводят технические требования к выполнению операции и контролируемые размеры при восстановлении отдельных элементов детали, например «осталить отверстие 3 до Ø $72^{+0,15}$ », «проточить начерно поверхность 2 до Ø $100_{-0,1}$, раковины не допускаются».

Допускается перенос информации на последующие строки, в этом случае повторно проставлять служебные символы О, Т или Р в начале очередной строки не обязательно. Допускается также проставлять данные по технологическим режимам в тексте содержания операции на строках с символами О; в этом случае последовательность чередования строк будет: А, Б, М, О, Т – без выделения режимов в отдельную строку с символом Р.

Основную надпись на бланках МК оформляют по ГОСТ 3.1103-83. Она включает в себя шесть информационных блоков:

б л о к 1 – блок адресной (поисковой) информации;

б л о к 2 – блок состава исполнителей;

б л о к 3 – блок внесения изменения;

б л о к 4 – блок дополнительной информации;

б л о к 5 – блок вспомогательной информации;

б л о к 6 – блок вида и назначения документов.

Правила оформления основной надписи рассмотрим на примере, приведенном в приложении 1 «Комплект документов ЕТП восстановления детали».

Б л о к 1:

графа 1 – краткое наименование (условное обозначение) организации-разработчика документа;

графа 2 – обозначение изделия (детали) по основному конструкторскому документу (по каталогу);

графа 3 – код 14 классификационных группировок технологических признаков заполняется для групповых и типовых технологических процессов;

графа 4 – кодовое обозначение данного документа. Состоит из трех чисел, разделенных точками. Первое семизначное число является государственным кодом организации-разработчика (Самарская СГСХА – 00493304). Второе пятизначное число 500100 – код характеристики документа обозначает:

- вид документации (первые две цифры 10 – маршрутная карта, 20 – карта эскизов, 40 – ведомость технологических документов, 42 – ведомость оснастки, 60 – операционная карта, 02 – комплект документов техпроцесса, 50 – карта техпроцесса – КТП);

- вид техпроцесса по организации (третья цифра), 0 – без указания, 1 – единичный техпроцесс (операция) ЕТП, 2 – типовой техпроцесс ТТП, 3 – групповой техпроцесс ГТП;

- вид техпроцесса по методу выполнения (четвертая и пятая цифры) 00 – без указания, 01 – общего назначения; 02, 03 – технический контроль; 41, 42 – обработка резанием; 50, 51 – термообработка; 60 – формообразование из полимеров, 71 – получение покрытия; 88 – сборка; 90 – сварка.

Третье пятизначное число 00001 обозначает порядковый регистрационный номер документа. Присваивается номер предприятием-держателем подлинника.

На ремонт изделия в конце всего кода проставляется буква Р, то есть в нашем случае 00493304. 50100. 00001Р.

В учебных целях рекомендуется применять следующее кодовое обозначение документа:

КП 16 NN-NN XX,

где **КП** – курсовой проект; **16** – номер кафедры «Надежность и ремонт машин»; **NN-NN** – год и номер варианта индивидуального задания; **XX** – обозначение вида документа (ТЛ – титульный лист, МК – маршрутная карта и тд.).

графа 5 – литера, присвоенная документу по ГОСТ 3.1102-81. Для опытного ремонта это будет – РО, для разового ремонта в единичном производстве одного или нескольких изделий РИ, для серийного (массового) ремонтного производства РА и РБ;

графа 6 – наименование изделия (детали сборочной единицы) по основному конструкторскому документу. Например, деталь корпус коробки передач.

Б л о к 2: состава исполнителей заполняется как обычный угловой штамп (фамилия, роспись, дата).

Б л о к 3 и б л о к 4 в нашем случае не заполняется, так как используется при снятии копий, дубликатов.

Б л о к 5:

графа 23 – указание дополнительной информации, например, требования по технике безопасности;

графа 24 – обозначение номера изделия, с которого вводится данный документ;

графа 25 – заполняется аналогично графе 4 блока Б1, указывается шифр всего комплекта технологической документации в курсовом проекте:

КП 16 NN-NN КТД;

графа 26 – общее количество листов документа;

графа 27 – порядковый номер листа документа;

Б л о к 6:

графа 29 – краткое название технологического процесса, который описывается в данном документе;

графа 30 – порядковый номер листа в комплекте документов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Варнаков, В.В. Организация и технология технического сервиса машин [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. – М.: КолосС, 2007. – 277 с.
- 2 Воловик, Е.Л. Справочник по восстановлению деталей [Текст] / Е.Л. Воловик – М.: Колос, 1981. – 351 с.
- 3 ГОСТ 3.1118 – 82 Формы и правила оформления маршрутных карт. - М.: изд-во стандартов, 1986.- 22 с.
- 4 ГОСТ 3.1404 – 86. Форма и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – М.: изд-во стандартов, 1986.- 56 с.
- 5 Иванов, В.П. Восстановление деталей машин: Справочник [Текст] / В.П. Иванов, Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2006. – 672 с.
- 6 Курчаткин, В.В. Оборудование ремонтных предприятий [Текст] / В.В. Курчаткин – М.: Колос, 1999. – 232 с.
- 7 Курчаткин, В.В., Тельнов, Н.Ф. Надежность и ремонт машин [Текст] / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; – М.: Колос, 2000. – 776с.: ил.
- 8 Матвеев, В.А., Пустовалов, И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве [Текст] / В.А. Матвеев, И.И. Пустовалов - М.: Колос, 1979. - 98 с.
- 9 Петрова, С.С. Методические рекомендации по оформлению курсовых работ и дипломных проектов для агроинженерных специальностей [Текст] / С.С. Петрова, Г.С. Бухвалов, С.В. Машков [и др.]. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 38 с.
- 10 Пучин, Е.А. Практикум по ремонту машин [Текст] / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2009. – 327 с.
- 11 Ремонтно-технологическое оборудование и средства технического оснащения / ГНУ ГОСНИТИ; [Электронный ресурс (304 КБ)] - www.gosniti.ru.
- 12 Серый, И.С. Взаимозаменяемость стандартизация и технические измерения [Текст] / И.С. Серый – М.: «Агропромиздат», 1987. – 367 с.
- 13 Смелов, А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин [Текст] / А.П. Смелов – М.: Колос, 1984. - 192 с.
- 14 Черепанов, С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники. [Текст] / С.С. Черепанов –М.: Колос, 1981. - 256 с.
- 15 Черкашин, А.Ф. Определение припуска на обработку: Методические указания для курсового и дипломного проектирования [Текст] / А.Ф. Черкашин – Самара, 1991. - 132 с.

- 16 Черкашин, А.Ф. Характеристики металлорежущих станков и станочные приспособления: Методические указания для курсового и дипломного проектирования [Текст] / А.Ф. Черкашин – Самара, 1991. - 181 с.
- 17 Черкашин, А.Ф., Косолапов, Е.А. Режимы резания металлов: Методические разработки и указания для курсового и дипломного проектирования [Текст] / А.Ф. Черкашин, Е.А. Косолапов – Куйбышев, 1974. – 315 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Характеристика основных способов устранения износа деталей и восстановление физико-механических и эксплуатационных свойств материала их рабочих поверхностей

Наименование способа	Характеристика наплавленного слоя				Конструктивные особенности детали, при наличии которых затруднено или невозможно применение способа
	h, мм	Z, мм	Твёрдость, HRC		
			без закалки	после закалки	
<p>1. Электродуговая наплавка:</p> <p>1.1 Ручная</p> <p>1.2 Автоматическая по винтовой линии или окружности</p> <p>1.2.1 Под флюсом</p> <p>1.2.2 В CO₂</p> <p>1.2.3 В струе водяного пара</p> <p>1.2.4 Порошковой проволокой с внутренней защитой</p> <p>1.3 Автоматическая наплавка продольными валиками (разновидности - см. п.п.1.2.1, 1.2.2,1.2.3,1.2.4.).</p>	<p>более 1,6</p> <p>более 0,6</p> <p>более 0,6</p> <p>более 1,0</p> <p>более 1,0</p> <p>п. 1.2</p>	<p>1,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,6</p> <p>0,5</p> <p>п.1 .2</p>	<p>20...60</p> <p>15...65</p> <p>15...36</p> <p>15...30</p> <p>20...60</p>	<p>-</p> <p>45...58</p> <p>45...50</p> <p>45...54</p> <p>-</p> <p>п. 1.2</p>	<p>При износе резьбовых и глухих отверстий. При толщине стенки детали меньше 2 мм. Когда конструктивные элементы детали препятствуют осуществлению процесса ручной наплавки. Когда недопустима заметная деформация детали. При отсутствии электродов соответствующих материалу детали.</p> <p>При износе валов диаметром менее 40 мм, и поверхностей отверстий. Когда недопустима определённая остаточная деформация детали. При наличии конструктивных элементов детали, препятствующих требуемому передвижению мундштука.</p> <p>При износе валов диаметром менее 15 мм, и отверстий диаметром менее 50 мм. В остальном то же, что и в п. 1.2.1.</p> <p>То же, что и в п. 1.2.1 (но можно наращивать отверстия диаметром более 60 мм).</p> <p>При износе валов диаметром менее 30 мм и поверхности отверстий диаметром менее 75 мм. В остальном тоже, что и п.1.2.1.</p> <p>При износе цилиндрических поверхностей валов и отверстий, резьбовых и глухих отверстий. Когда недопустима сравнительно большая деформация детали (при большой длине наплавки).</p>

Наименование способа	Характеристика наработанного слоя				Конструктивные особенности детали, при наличии которых затруднено или невозможно применение способа
	h, мм	Z, мм	Твёрдость, HRC		
			без закалки	после закалки	
2. Гальваническое железнение:					
2.1 В ванне	до 1,2	-	15...5 5		Когда необходимо изолировать большую часть поверхности детали. При износе отдельных поверхностей крупногабаритных деталей и деталей сложной конструкции. Когда недопустимо снижение усталостной прочности детали на 10...20%.
2.2 В проточном электролите	до 1,5	-	15...5 5		Когда конструктивные элементы детали препятствуют установке на наращиваемую поверхность анодной ячейки. Когда недопустимо снижение усталостной прочности детали на 10...20%.
2.3 Натиранием	до 0,6	-	15...5 5		Когда конструктивные элементы детали препятствуют осуществлению процесса натирания. Когда недопустимо снижение усталостной прочности детали на 10...20%.
2.4 Местное	до 0,1	-	15...5 5		Когда конструктивные элементы детали препятствуют созданию гальванической ванны, стенками которой является и наращиваемая поверхность. Когда недопустимо снижение усталостной прочности детали на 10...20%.
3. Гальваническое хромирование:					
3.1 В ванне		-		-	Когда конструктивные элементы детали препятствуют созданию гальванической ванны, стенками которой является и наращиваемая поверхность. Когда недопустимо снижение усталостной прочности детали на 10...20%.
3.2 В проточном электролите	до 0,6	-	36...7 2	-	То же, что и в п. 2.1. Недопустимо снижение усталостной прочности детали более 25%.
	до 0,7	-	35...7 2	-	То же, что и в п. 2.2. Недопустимо снижение усталостной прочности детали более 25%.

Продолжение приложения 1

Наименование способа	Характеристика наросенного слоя				Конструктивные особенности детали, при наличии которых затруднено или невозможно применение способа
	h, мм	Z, мм	Твёрдость, HRC		
			без закалки	после закалки	
4. Электроконтактная приварка:					
4.1 Ленты	0,3... 1,5	0,1 5	30...6 5	-	При износе поверхностей отверстий диаметром менее 70 мм, глубиной более 150 мм. Когда конструктивные элементы детали препятствуют требуемому перемещению электродных роликов.
4.2 Проволоки	0,3... 2,0	0,1 5	30...6 5	-	
4.3 Порошка	до 1,0	-	30-60	-	При износе глухих глубоких отверстий. В остальном то же, что и в п.4.1.
5. Электро – механическая высадка	до 0,15	-	45...5 3	-	При износе поверхностей глухих отверстий. Когда конструктивные элементы детали препятствуют требуемому перемещению контактного ролика. Когда не допустима пористость 8% и более наросенной поверхности детали.
6. Газопламенное напыление порошка	0,3... 2,0	-	35...6 0	-	При износе поверхностей отверстий. Когда деталь изготовлена из непластичного или не проводящего ток материала. Когда конструктивные элементы детали препятствуют требуемому перемещению инструмента.
7. Индукционная наплавка	0,3... 5,0	0,1 0	50...6 4	-	При износе поверхностей отверстий диаметром менее 50 мм и глубиной более 40 мм. Когда конструктивные элементы детали препятствуют требуемому перемещению горелки.
					При износе поверхностей глухих отверстий, когда конструктивные элементы детали препятствуют требуемому расположению индуктора.

Наименование способа	Характеристика наработанного слоя				Конструктивные особенности детали, при наличии которых затруднено или невозможно применение способа
	h, мм	Z, мм	Твёрдость, HRC		
			без закалки	после закалки	
8. Плазменная Наплавка	более 0,6	0,0 5	32...7 0	-	При износе глухих и глубоких и резьбовых отверстий. Когда недопустима некоторая деформация детали. Когда конструктивные элементы детали препятствуют требуемому перемещению плазмотрона.
9. Электрошлаковая Наплавка	более 10	0,3	40...6 2	-	Когда конструктивные элементы детали препятствуют созданию шлаковой ванны на её наращиваемой поверхности. Когда недопустим общий нагрев детали.
10. Заливка жидким Металлом	более 4,0	0,0 5	20...5 0	-	Когда конструктивные элементы детали препятствуют её установке в форме. Когда недопустим общий нагрев детали.
11. Газовая наплавка	более 0,5	0,1	23...5 5	-	Когда недопустима некоторая деформация детали. При износе глухих и глубоких и резьбовых отверстий. Когда конструктивные элементы детали препятствуют требуемому перемещению горелки.
12. Металлизация: 12.1 Электро – Дуговая	0,5... 3,0	0,1	20...4 5	-	Когда элементы детали препятствуют требуемому перемещению металлизатора. При износе глухих и глубоких и резьбовых отверстий. Когда деталь рассчитана на действие ударных и скручивающих нагрузок, больших удельных давлений, работает в условиях трения без смазочного материала.
12.2 Газовая	0,5... 12	0,1		-	
12.3 Плазменная	0,5... 10	0,1	20...4 8	-	
			20...6 2		То же, что и в п. 12.1
					То же, что и в п. 12.1

Наименование способа	Характеристика наращенного слоя				Конструктивные особенности детали, при наличии которых затруднено или невозможно применение способа
	h, мм	Z, мм	Твёрдость, HRC		
			без закалки	после закалки	
13. Металлирование (нанесение сырого слоя с последующим спеканием): 13.1 Напрессовкой порошков, гранул, стружки.	0,5... 10	-	30...5 6	-	Когда конструктивные элементы детали препятствуют её установки в матрицу или спеканию слоя. При износе поверхностей отверстий. Когда деталь изготовлена не из чёрных металлов. При износе поверхностей отверстий. Когда конструктивные элементы детали препятствуют осуществлению процесса.
14. Электроимпульсное наращивание	до 0,3	-	56...6 0	-	

Характеристика способов восстановления деталей

Способы восстановления		Показатели					
		Коэффициент технико-экономической эффективности, руб/Гн ²	Расчётная толщина покрытия, мм	Коэффициент долговечности	Коэффициент сцепляемости	Коэффициент выносливости	Коэффициент износостойкости
Ручная сварка	Электродуговая	2668	5	0,42	1,0	0,60	0,70
	Газовая	2736	3	0,49	1,0	0,70	0,70
	Аргондуговая	2148	4	0,49	1,0	0,70	0,70
Механизированная наплавка	В среде CO ₂	828	3	0,63	1,0	0,90	0,72
	Под слоем флюса	707	2...3	0,79	1,0	0,87	0,91
	Вибродуговая	963	2...3	0,62	1,0	0,62	1,0
	В среде пара	744	2...3	0,62	1,0	0,75	0,90
Хромирование		586	0,3	1,72	0,82	0,97	1,67
Осталивание		598	0,5	0,58	0,65	0,82	0,91
Электромеханическая высадка и сглаживание		158	0,2	1,1	1,0	1,0	1,1
Пластическое деформирование		717	2	0,9	1,0	0,90	1,0
Постановка дополнительной детали		365	0,2	0,86	1,0	0,90	0,95
Обработка под ремонтный размер		3427	5	0,81	1,0	0,90	0,90

Припуски на механическую обработку в процессе восстановления:

Припуски на точение валов, мм

Виды точения и длина вала, мм	Номинальный диаметр восстанавливаемого вала, мм					
	до 30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260
1. Черновое, однократное при длине вала: до 120 120...260 260...500 500...800 800...1250	1,3/1,1 1,7/- - - -	1,3/1,1 1,6/1,4 2,2/- - -	1,5/1,1 1,7/1,5 2,3/2,1 3,1/- -	1,8/1,2 1,9/1,3 2,1/1,7 2,6/2,3 3,4/-	2,0/1,3 2,1/1,4 2,3/1,8 2,7/2,3 3,5/3,2	2,3/1,4 2,4/1,5 2,6/1,8 2,9/2,4 3,6/3,2
2. Полуточное: до 120 120...260 260...500 500...800 800...1250	0,45 0,50/- - - -	0,45 0,45 0,50/- - -	0,45 0,50/0,45 0,50 0,55/- -	0,50/0,45 0,50/0,45 0,50 0,50 0,55/-	0,50/0,45 0,50/0,45 0,50 0,50 0,6/0,55	0,50/0,45 0,5/0,45 0,5 0,55/0,55 0,65
3. Чистовое: до 120 120...260 260...500 500...800 800...1250	0,25/0,20 0,25/- 0,25/- - -	0,25/0,20 0,25/0,25 0,3/- - -	0,25/0,20 0,3/0,25 0,3 0,3/- -	0,25 0,25 0,30/0,25 0,3 0,35/-	0,30/0,25 0,30/0,25 0,30/0,25 0,3 0,3	0,30/0,25 0,30/0,25 0,30/0,25 0,3 0,35
4. Тонкое: до 120 120...260 260...500 500...800 800...1250	0,13/0,12 0,15/- - - -	0,13/0,12 0,14/0,13 0,16/- - -	0,13/0,12 0,14/0,13 0,18/0,16 0,2/- -	0,15/0,12 0,15/0,13 0,16/0,14 0,18/0,17 0,20/-	0,16/0,13 0,16/0,13 0,17/0,15 0,18/0,17 0,21/0,20	0,17/0,13 0,17/0,14 0,18/0,15 0,19/0,15 0,22/0,20

1. Припуски в числителе указаны при установке в центрах, в знаменателе – в патроне.
2. Величины припусков на обработку конических поверхностей принимать те же, что и на обработку цилиндрических поверхностей, устанавливая их по наибольшему диаметру.

Припуски при обработке отверстий хонингованием

Диаметр отверстия, мм	Припуск на диаметр, мм	
	сталь	чугун
до 80	0,05	0,02
80...180	0,06	0,03
Более 180	0,07	0,04

Припуски на шлифование валов (мм на диаметр)

Диаметр вала, мм	Длина вала, мм				
	до 120	120...260	260...500	500..800	800...1250
до 30	0,3	0,6	-	-	-
30...50	0,25	0,5	0,85	-	-
50...80	0,25	0,4	0,75	1,2	-
80...120	0,2	0,35	0,65	1,0	1,55
120...180	0,17	0,3	0,55	0,85	1,3

Припуск на обработку отверстий шлифованием

Метод обработки	Припуск на диаметр при размере отверстия, мм		
	6...10	10...50	50...180
Шлифование до термообработки	0,2	0,3	0,4...0,5
Шлифование после термообработки:			
черновое	-	0,2	0,3
чистовое	-	0,1	0,2

Припуски на обработку плоских поверхностей

Вид обработки	Наибольший размер обрабатываемой детали, мм					
	до 50	50... 120	120... 260	260... 500	500... 800	800... 1250
Черновая и однократная резцом	0,7	0,8	1,0	1,6	2,2	3,1
Получистовая резцом после черновой	0,25	0,25	0,3	0,3	0,35	0,4
Чистовая резцом после получистовой	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Предварительное и однократное шлифование после черновой обработки резцом	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5
Чистовое шлифование после предварительного	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,5

Припуски на обработку пазов (мм на ширину паза)

Вид обработки	Ширина паза, мм			
	до 6	6...10	10...50	50...120
Чистовое фрезерование после чернового	1,5	2,0	3,0	4,0
Шлифование после чистового фрезерования	0,5	0,7	1,0	1,0

1. Размеры пазов: длина до 80 мм, глубина до 6 мм.
2. В таблице даны припуски на предварительное шлифование после термообработки. Припуск на предварительное шлифование после чистового точения во всех случаях 0,1 мм (при бесцентровом шлифовании - 0,08 мм), на чистовое шлифование после предварительного – 0,06 мм.

Выбор вспомогательного времени в зависимости от способа закрепления, мин

Способ установки и закрепления детали	Токарная обработка	Сверление	Фрезе – рование	Шлифование
В самоцентрирующем патроне	1,15	0,2	0,3	0,8
В самоцентрирующем патроне с поджатием задним центром	1,40	-	-	-
В четырёх кулачковом патроне	1,70	-	-	1,4
В центрах с хомутиком	0,62	-	-	-
В центрах без хомутика	0,38	-	0,6	0,5
В центрах с люнетом	0,74	-	-	0,8
На планшайбе с центрирующим приспособлением	2,30	-	-	-
В тисках с винтовым зажимом	-	0,6	1,2	-
На столе с креплением болтами и планками	-	1,0	1,5	-
В кондукторе	-	0,9	-	-
На оправке	1,6	-	-	0,8

Вспомогательное время связанное с проходом:

- для токарных работ находится в пределах 0,6...0,8 мин.
- для сверлильных работ 0,1...0,16 мин.
- для фрезерных работ 0,8...1,0 мин.
- для шлифовальных работ 0,55...1,0 мин.

Расположение блоков и граф на форме технологической документации

ГОСТ 3.1118-82 Форма 2 (1-й

лист)					Блок Б3					16 12 18 14 15						
Блок Б4					Блок Б5 (23... 27)					16 17 18 14 15						
Дубл.					23	24	25	26	27							
Взам.																
Подл.																
Разраб.					1		2		3			4				
Провер.					Самарская ГСХА				Блок Б1 (1...7)			0493307				
Н. контр.					7	6				5						
А	Цех	Уч	РМ	Отпр	Код, наименование операции				Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИ Д	ЕН	ОП	Кшт.	Тиз.	Тшт.	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код							ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н расх.
01																
02																
03																
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
Блок Б6					29					30						

0860661.01101.	0860661.42101.	2
00369	00366	
125-3502060 PCB	125-3502090 PCB	
Барaban правый, левый в сборе	Объемные документы	Р0
А Цех У4 КМ Опер. К-7 - суммарные операции	см. Г.зав. Р. УТ Л.З. К.П.З. Е.к. ОП	
Б К-7, напичено, этикетки, баран	Объемные код	Е.к. ОП
КМ Наименование детали, с. единицы или материала		Е.к. ОП
01	005 (025,030), Патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80 (I); лонет неподвижный	цеховой (I),
02	патрон 20-B22 ГОСТ 8622-79 (I); оправка 6039-0018 ГОСТ 2682-86 (I); сверло 2317-0119 ГОСТ 14952-	
03	75 (I); резец 2100-0871 ВнВ ГОСТ 18878-23 (I)	
04		
05	010 Тиски 7627-0259 ГОСТ 4045-75 (I); (015) молоток 7650-0103 Ц15.ХР ГОСТ 2310-77 (I),	
06	выколотка	цеховая (I)
07		
08	015 (040) Клещи 1200-0108 ГОСТ 1385-75 (I); обжимка	цеховая (I)
09		
10	020 Стрелок	цеховой (I)
11		
12	025 (030), Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742-75 (I); штангенциркуль ШЦ-1-200-0,1-1 ГОСТ 166-80 (I)	
13		
14	030 Резец 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73 (I); резец 2130-0009 Т15К6 ГОСТ 18884-79 (I);	
15	(035, 050) штангенциркуль ШЦ-11-200-0,05-1 ГОСТ 166-80 (I)	
16		
Итого/80	Ведомость оснастки	4

Код	Уч	ГРМ	Опер	Код, наименование операции	см	Проф.	Р	УТ	К.Р.	Код	Ен	Обозначение документа		Лист	
												ОП	ЕН		Блт.
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П	Кл.
				Код, наименование оборудования	Обозначение, код				Обозначение документа						
				наименование детали, об. единицы или материала											
01	И	Высвить заклетки													
T02	И	Лиски ГОСТ 4045-75, молоток 7550-0103 ЦИФ. хр ГОСТ 23104-77, выколотка			0860661.20191.000188										
03	И	Цеховая													
04	И														
A05	И	015 Слесарная													
B06	И	Цеховой													
07	И														
08	И	Нагреть заклетки (6 шт.) вставить в стверстие барабана 450+0,05													
09	И	с барабаном и расклепать заклетки													
T10	И	Клещи ГОСТ 108 ГОСТ 11385-75, молоток 7550-0103 ЦИФ. хр ГОСТ 23104-77, обжимка													
11	И														
A12	И	020 Сварочная													
B13	И	Выпрямитель сварочный ВМУ-506,													
14	И	стол для электросварочных работ ОКС-7523													
15	И														
A16	И	025 ЦИФ Наплавочная													
B17	И	Установка наплавочная УД-209													

Маршрутная карта

7

Лист	Табл.	Ряды	Поля	0860661.01101.		0860661.01101.		0860661.01101.		0860661.01101.		Тшт.	И.р.ст.													
				00369	00369	00366	00366	00366	00366																	
А	Цех	Уч	Г	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	см	Проф.	Р	УТ	И	Р	Код	ОИП	ЕВ	ЕН	Клп.	Тп.з.	КН	И.р.ст.					
Б	наименование детали, об. единицы или материала																									
ЭИ	Обозначение документа																									
А02	030	4114	Токарная					0860661.20141.00044							0860661.60141.00200											
Б03	Станок	ток.	винт. 16х20					3	х/р	1													19	01.таб.03		
А05	035	4262	Фрезерная					0860661.20142.00044							0860661.60142.00051											
Б06	Станок	гориз	фрез. 6Н8Г					3	х/р	1														19	50.0	
А08	040	5044	Термическая					0860661.20142.00044							0860661.60150.00076											
Б09	Установка		высококачотная ВЧГ-1-60/0,066					3	р/р	1															14/18	
А11	045	4131	Шлифовальная					0860661.20141.00044							0860661.60141.00056											
Б12	Станок	кругл	шлиф. 3Б161					3	х/р	1															15	6.2
А14	050	Контрольный						0860661.20141.00044							0860661.60102.00352											
Б15	Верстак	КТС-	422-01-050А					3	х/р	1															5	5.8
А17																										
ЭК	Классификация карты																									
	2																									

Дубл. Взаим. Подл.	Кантеб А В Галево И В	Уч.	РМ	Опер. Код, обозначение операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	Нрсах	КП.24.01.06 КТД	1	КП.24.01.06 ВТД	
																				Обозначение детали
Наименование детали																				
Обозначение документа																				
Наименование детали, сб. единицы или материала																				
Типульный лист																				
Ведомость оснастки																				
Маршрутная карта																				
Карта эскизов																				
Операционная карта наплавки																				
А 01																	КП.24.01.06 КТД		1	
Б 02																	КП.24.01.06 ВО		3	
03																	КП.24.01.06 МК		4	
04																	КП.24.01.06 КЭ		7	
05																	КП.24.01.06 ОК (030)		8	
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
ВТД																	Ведомость технологической документации			2

Дубль	Взам.	Подл.											1	1
													КП.24.01.06	КП.24.01.06ВО
													КД	
Работал			Камнев А.В.		СТСХА		Обозначение детали						КП.24.01.06ВО	
Проверил			Галенко И.Ю.				Наименование детали							
Нормиров.			Галенко И.Ю.				Обозначение документа							
Н. контр.							Обозначение, код							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, обозначение операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	ЕН	ОП	Шг	Тпз
Б	Код, наименование оборудования		Наименование детали, сб. единицы или материала		КОМД		ЕН		ОП		ЕВ		КМ	Нрасс
К/М														
А 01Т	Контейнер для деталей													
Б 02														
Т 03	Штангенциркуль, микрометры (МК 25-50, МК 50-75), призмы установочные, стойка с индикатором-часового типа ИЧ-1													
04														
Т 05	Призмы установочные, приспособление цеховое для правки													
06														
Т 07	025 Патрон трёхкулачковый, плавающий, центр подвижный, проходной резец, сверло центровочное, Хомутик приводной, ключ для патрона													
08														
Т 09	030 Молоток слесарный, щётка металлическая													
Т 10	035 Патрон трёхкулачковый, плавающий, центр подвижный, хомутик, проходной резец													
11														
Т 12	040 Накатка цеховая, патрон трёхкулачковый, центр подвижный													
13														
Т 14	050 Микрометры МК 50-75 и МК 25-50, стойка с индикатором часового типа, образцы шероховатости													
15														
ВО	Ведомость оснастки													
														3

Учебное издание

«Современные методы восстановления изношенных деталей»

Методические указания для выполнения курсового проекта

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Самарская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра «Надёжность и ремонт машин»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта по дисциплине

«Системы технического сервиса в АПК»

УДК 631.3.004.67

Г-15

Галенко, И.Ю. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Системы технического сервиса в АПК» – Кинель: СГСХА, 2010 – 18 с.

Методические указания содержат цели и задачи курсового проектирования, требования к содержанию курсового проекта по дисциплине, общие рекомендации по разработке технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса и указания по подготовке к защите курсового проекта.

Рекомендовано при курсовом проектировании для студентов обучающихся по направлению подготовки 110800.68 «Агроинженерия» для программы «Технический сервис в АПК» при изучении дисциплины «Системы технического сервиса в АПК».

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета протокол №1 от 20 сентября 2010

© ФГОУ ВПО Самарская ГСХА, 2010

© Галенко И.Ю. составление, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи курсового проектирования по дисциплине «Системы технического сервиса в АПК»	4
2. Структура и содержание курсового проекта	6
3. Общие рекомендации по разработке технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса	9
4. Указания по подготовке к защите курсового проекта	13
Рекомендуемая литература и источники	15
Приложения	16

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК»

Целью дисциплины «Системы технического сервиса в АПК» является формирование у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач по обеспечению предприятий агропромышленного комплекса техническими средствами, эффективному их использованию и поддержанию их в исправном состоянии в течение всего периода эксплуатации.

Целью курсового проектирования по дисциплине является освоение методик проектирования процессов и средств технологического оснащения для реализации услуг по техническому сервису сборочных единиц, машин и оборудования в агропромышленном комплексе.

Задачами курсового проектирования являются:

- изучение процессов и технологий технического сервиса, современных методов обеспечения высокой работоспособности и сохранности машин, механизмов и технологического оборудования.
- овладение навыками проектирования процессов и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса.

При решении указанных задач студент индивидуально выполняет курсовой проект по общей тематике: «Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса».

Студенту индивидуально выдается задание, содержащее исходные данные для проектирования.

Марку или наименование технического средства (трактора, комбайна, с.-х. машины, автомобиля) или узла (агрегата) и условия для реализации услуг технического сервиса преподаватель определяет совместно со студентом с учетом направления подготовки студента, темы его исследовательской работы и мест прохождения практики.

Курсовое проектирование по дисциплине направлено на формирование следующих компетенций:

- способности совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в смежных областях знаний (ОК-6);

- владением культурой мышления; способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения (ОК-7);

- способности проведения инженерных расчетов для проектирования систем и объектов (ПК-11);

- готовности осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-12).

В результате выполнения курсового проекта студент должен.

Знать:

- основные процессы и технологии технического сервиса в агропромышленном комплексе (по теме проекта);

- основы организации технической и конструкторско-технологической подготовки предприятия и организации производственного процесса выполнения услуг технического сервиса (по теме проекта).

Уметь:

- самостоятельно проводить анализ и поиск (в том числе в информационных сетях) необходимой информации, нормативных и технологических документов по тематике курсового проектирования;

- проводить отдельные инженерные расчеты при разработке технологии, средств технологического оснащения и организации выполнения услуг технического сервиса, осуществлять подбор необходимых средств технологического оснащения пользуясь справочными материалами;

- анализировать, самостоятельно проводить поиск (в том числе в информационных сетях) необходимой информации по развитию и совершенствованию услуг технического сервиса.

Владеть:

- навыками самостоятельной работы с конструкторско-технологической документацией и ее анализа для решения профессиональных задач по проектированию и организации процессов технического сервиса;

- навыками разработки технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса, проведения инженерных расчетов по организации технического сервиса.

Курсовое проектирование закрепляет и углубляет теоретические знания, развивает умение пользоваться справочной и периодической литературой, стандартами и нормативной документацией.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект включает в себя пояснительную записку объёмом 50...60 страниц текста и графическую часть на 2-3 листах формата А1.

Студент выполняет проект на заданную тему основании индивидуального задания, в котором руководитель указывает вопросы обязательные для разработки. При выборе темы курсового проекта рекомендуется учитывать направление подготовки студента, тематику его исследовательской работы и места прохождения практики. Примеры тем для выполнения курсовых проектов по дисциплине приведены в приложении 1, а форма индивидуального задания в приложении 2.

Оформление пояснительной записки курсового проекта выполняется согласно методических указаний [9], а оформление конструкторской и технологической документации разрабатываемой в проекте принимается в соответствии с указаниями [15].

Пояснительная записка имеет следующую структуру.

Титульный лист.

Индивидуальное задание.

Реферат.

Оглавление.

Введение.

Основная часть.

Выводы и предложения.

Список литературы и источников.

Приложения.

Во *введении* дается краткая характеристика производственной проблемы, отмечаются недостатки, на устранение которых направлен курсовой проект, обосновывается актуальность темы и формируются *цели и задачи* проекта.

Основная часть курсового проекта по дисциплине «Системы технического сервиса в АПК», как правило, должна содержать следующие разделы.

1 Обоснование проекта.

2 Конструкторская часть.

3 Технологическая часть.

4 Безопасность жизнедеятельности.

При разработке организационно-технологических решений в содержание пояснительной записки может быть включен раздел

«Организация технического сервиса» или раздел 3 выполнен, как организационно-технологическая часть.

В ряде проектов, исходя из поставленных задач, раздел *безопасности* может быть исключен как самостоятельный раздел. При необходимости, если это требуется для полноты решения задачи, конкретные мероприятия по безопасности жизнедеятельности, экологии могут быть включены *отдельными пунктами в технологическую часть*.

В разделе «*обоснование проекта*» дается характеристика состоянию вопроса и актуальности разрабатываемой темы, приводится обзор литературы и источников по теме курсового проекта.

Конструкторская часть содержит результаты патентных исследований или обзора существующих конструкций средств технологического оснащения, описание принятых конструкторских решений и необходимые инженерные расчеты. В разделе проводится разработка нестандартной технологической оснастки и (или) средств технологического оснащения для выполнения операций технического сервиса (раздел выполняется с учетом специфики разрабатываемого процесса).

В технологической части приводится описание принятых технологических решений, необходимые расчеты и анализ результатов, составление технологического маршрута восстановления и выбор оборудования, разработка операций. Составляются маршрутные, операционные карты и карты эскизов. В организационно-технологической части приводятся расчеты по определению трудоемкости и планированию ремонтно-обслуживающих воздействий, по проектированию или реконструкции предприятий технического сервиса.

Следует отметить, что названия основных разделов должны отражать их содержание, например: «1 Обоснование технологии...», «2 Разработка конструкции...», «3 Разработка технологического процесса ...» и т.п.

В разделе «*Выводы и предложения*» приводятся основные *результаты решения задач, поставленных в проекте*. В краткой форме отражается сущность выполненных разработок, их значение для производства и формулируются предложения по применению проекта.

Список литературы и источников содержит сведения об источниках, использованных при выполнении проекта. В *список* включаются только те источники, на которые имеются ссылки в расчетно-пояснительной записке, при этом *обязательно* должны содержаться современные *источники за последние 2..3 года*.

Приложений может быть одно или несколько. В приложения следует относить вспомогательный материал, который при включении его в основную часть работы загромождает текст.

К вспомогательному материалу относятся промежуточные расчеты, таблица вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, распечатки на ЭВМ, иллюстрации вспомогательного характера или размера свыше А3, заполненные формы отчетности и других документов.

Графическая часть включает 2-3 демонстрационных листа формата А1.

Графическая часть должна быть органически увязана с содержанием, и в наглядной форме иллюстрировать основные положения проекта.

Примерное содержание *графической части* по разделам может быть представлено в следующем виде.

Обоснование проекта - анализ существующих конструкций, методов, технологии и др.

Технологическая часть - материалы исследований (при наличии), результаты организационных и технологических решений в виде графиков, диаграмм, схем, планировок, технологических карт и др.

Конструкторская часть - общий вид, сборочный узел, рабочие чертежи нестандартных деталей.

Допускается часть графического материала представлять в формате А4 в приложении к пояснительной записке.

В учебных целях рекомендуется применять следующее кодовое обозначение графических документов в проекте:

КП 16 NN-NN XX,

где **КП** – курсовой проект; **16** – номер кафедры «Надежность и ремонт машин»; **NN-NN** – номер варианта индивидуального задания (приложение 1) и последние две цифры года выдачи задания; **XX** – обозначение вида документа (принимается по рекомендациям [15]).

Структура и содержание конкретного курсового проекта зависит от задач проектирования и может отличаться от рекомендуемой. Окончательно структура определяется руководителем в задании и задачах на проектирование.

3 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УСЛУГ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Задача проектирования технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса заключается в выборе рационального способа для реализации услуг на основе анализа и разработки (или применения) необходимого средства технологического оснащения и установлении последовательности выполнения технологических операций, при которых достигается необходимое качество процессов или услуг при наименьших материальных и трудовых затратах.

Технологические процессы представляют собой комплекты документов, формы и содержания которых должны соответствовать нормативным требованиям.

Для реализации услуг технического сервиса разрабатываются технологические процессы: *предпродажной подготовки, обслуживания, очистки, разборки, сборки, дефектации и восстановления деталей, ремонта узлов и агрегатов, окраски и др.*

Порядок разработки, согласования и утверждения эксплуатационной и ремонтной документации выполняется в соответствии с ГОСТ. При разработке технологических процессов необходимо осуществить ряд последовательных этапов:

1. Анализ исходных данных. Изучение *конструкторской документации на изделие*, технических требований к нему, подбор справочной информации, ознакомление с планировкой и оборудованием предприятия (при наличии).

2. Анализ действующих и перспективных технологических процессов, нахождение аналогов и определение рационального процесса.

В основу типизации технологических процессов положены такие признаки, как конструктивно-технологические параметры, их группировка по массе, габаритам, материалу, виду термической обработки, общности способов восстановления, базирования на станках и оборудовании и т. д.

3. Составление маршрута технологического процесса. Определение последовательности операций, уточнение состава средств технологического оснащения.

4. Разработка операции – разработка последовательности переходов и установок. Выбор технологической оснастки, средств измерения и инструмента, расчет и выбор режимов.

5. Нормирование операции – определение разряда работ. Расчет времени и расхода материалов.

6. Оформление рабочих процессов. Заполнение форм технической документации.

Состав документов и их форма зависят от вида и степени детализации технологического процесса.

По виду технологические процессы подразделяются на единичные и унифицированные.

Под единичным понимается технологический процесс, относящийся к изделиям одного наименования, типоразмера и исполнения..

Под унифицированным понимается технологический процесс характеризующий группу изделий различных или одинаковых наименований, типоразмера и исполнения. К его разновидностям относятся *типовой* и *групповой* процессы.

Для первого характерна общность конструктивных и технологических признаков.

Для второго – восстановление групп деталей различной конфигурации в конкретных условиях производства на специализированных рабочих местах при общей наладке оборудования.

По *степени детализации* процессы могут разрабатываться по трем вариантам описания.

1. Маршрутное – сокращенное описание операций, выполняемых по маршрутной карте, в которой их содержание излагается сокращённо, без указания переходов и режимов выполнения операций.

2. Маршрутно-операционное – сокращенное описание операции выполняемых по маршрутной карте или карте технологического процесса в которых содержание большей части из них излагается коротко, без указания переходов и режимов, а отдельные операции излагаются полно, с указанием переходов и режимов.

3. Операционное – полное описание всех операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и режимов.

При разработке процессов восстановления для предприятия технического сервиса исходя из программы работ, необходимо определить (выбрать) соответствующую технологию: подефектную, групповую или маршрутную, которая определяется типом предприятия.

Подефектная технология используется в тех случаях, когда программа восстановления деталей небольшая, и заключается в том,

что технологический процесс восстановления разрабатывается на каждый дефект в отдельности. Детали для восстановления комплектуют только по наименованиям, без учета имеющихся в них сочетаний дефектов. Несмотря на ряд недостатков, подефектная технология применяется на небольших ремонтных предприятиях.

Маршрутная технология предусматривает составление технологии на комплекс дефектов, которые устраняют в определенной последовательности.

На основании экспериментальных (литературных) данных устанавливают вероятность сочетания дефектов в одноименных деталях и группируют детали по маршрутам. Число маршрутов обычно не превышает трех. Определив рациональный способ восстановления каждого дефекта составляют единый план выполнения всех операций, предусмотренный маршрутом.

Маршрутно-групповая технология предусматривает разбивку дефектных деталей на классы и группы и разработку единого (типового) маршрутного технологического процесса восстановления групп деталей.

При составлении маршрута технологического процесса необходимо наметить последовательность отдельных операций и установок технологического процесса, подобрать и указать основное оборудование (станки, стеллажи, установки), определить вид и разряд работ, количество рабочих мест.

Операцией называется часть процесса, осуществляемая на одном рабочем месте, охватывающая собой все последовательные действия над объектом, выполняемая одним технологическим оборудованием.

Установкой называется придание объекту необходимого положения при закреплении на оборудовании, причём какое-либо его перемещение на этом оборудовании считается новой установкой.

Операция формулируется кратко по роду обработки, например токарная, фрезерная, сверлильная и т.д. при обработке или наплавочная, гальваническая и т.д. при наращивании.

Для выбора вида, содержания и назначения правильной последовательности операций требуется провести анализ литературных источников по подобным процессам, с учетом специфики их применения для конкретного изделия. Этот этап во многом раскрывает уровень технологического мышления студента, показывает умение использовать знания для решения конкретных производственных задач.

Основное оборудование для реализации услуг технического сервиса будет определяться исходя из принятой технологии. При выборе необходимо принимать во внимание согласование

конструктивных размеров объекта ремонта (длины, массы и др.) с технической характеристикой оборудования (высота центров, межцентровое расстояние, максимальный диаметр сверления, длина обрабатываемых деталей и др.). Важное значение имеет стоимость, масса и габаритные размеры оборудования.

Выбор технологического оборудования для реализации услуг технического сервиса производят используя справочные материалы [5], [10], [11], [14] и др.

Используя справочные материалы [5] определяют вид и разряд работ.

Проделанную работу по составлению технологического маршрута, необходимые пояснения и обоснования со ссылками на используемую литературу необходимо отразить пояснительной записке. Разработанный маршрут рекомендуется оформить в виде рисунка в пояснительной записке и вынести на лист графической части.

Следует сделать выводы по количеству операций и рабочих мест в предлагаемом технологическом маршруте, количестве единиц основного оборудования и производственных рабочих.

Разработка операций представляет собой выбор последовательности переходов и установок для осуществления данной операции. Производится подбор приспособлений, инструмента. Определяются, рассчитываются режимы обработки и нормы времени.

Переходом называется часть операции, которая характеризуется неизменностью обрабатываемой поверхности, инструмента и режима работы оборудования.

Проходом называется часть перехода, при которой снимается или наращивается один слой металла.

При разработке операций порядок переходов, как правило, определяются технологическим процессом осуществления данного способа.

Для решения задач проекта может быть использована нестандартная технологическая оснастка или средства технологического оснащения. В этом случае по указанию преподавателя студент выполняет соответствующую разработку с оформлением соответствующего раздела пояснительной записки. Чертеж (схема) разработанной оснастки выносится на лист графической части, спецификация помещается в приложение.

4 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Законченный курсовой проект сдается на проверку, после исправления ошибок и недочетов, студент в обязательном порядке защищает курсовой проект перед комиссией из трех квалифицированных преподавателей назначенных по распоряжению заведующего.

Защита курсовых проектов проводится по графику, в специально отведенное время. Защита проводится в виде доклада студента по основным разделам проекта (до 8 мин.) и ответов на вопросы членов комиссии и присутствующих (до 10 мин). Доклад сопровождается пояснениями по листам графической части, студент (по согласованию с руководителем) может представить презентацию проекта в виде слайдов.

Подготовка к защите сводится к написанию тезисов доклада и оформлению иллюстративных материалов (презентации). Для иллюстрации доклада студентом могут быть использованы графические материалы проекта, а также специально подготовленные плакаты или слайды. При подготовке доклада и презентации следует придерживаться общих требований принятых в академии [15].

Рекомендуется следующая последовательность изложения: тема курсового проекта; постановка задач и проблемы; анализ состояния изучаемого вопроса; обоснование и принятие решений по разделам курсового проекта; выводы и предложения для производства.

Основные положения доклада, в частности результаты исследований, желательно представить в виде графиков или таблиц, давая по ходу выступления необходимые пояснения. Ответы на вопросы необходимо формулировать четко, ясно и по существу.

Комиссия оценивает курсовые проекты по следующим критериям: соответствие содержания и темы; полнота решения поставленных задач; уровень выполнения расчетов; достоверность полученных результатов; применение информационных технологий; качество оформления и соответствие требованиям; качество доклада; правильность и полнота отчетов на вопросы.

Оценку «отлично» рекомендуется выставлять студенту, если проект выполнен на заданную тему, разделы разработаны грамотно, решения обоснованы и подтверждены расчетами. Пояснительная записка выполнена качественно. Студент сделал логичный доклад, раскрыл особенности, проявил большую эрудицию, аргументировано

ответил на 90...100% вопросов, заданных членами комиссии.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если проект выполнен в соответствии с заданием, расчеты выполнены грамотно, но их обоснование не является достаточно глубоким. При этом ошибки не имеют принципиального характера, а проект оформлен в соответствии с установленными требованиями с небольшими отклонениями. Студент сделал хороший доклад и правильно ответил на 70..80% вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если проект выполнен в полном объеме, но содержит недостаточное убедительное обоснование, существенные технические ошибки, свидетельствующие о проблемах в знаниях студента, но в целом не ставящие под сомнение его подготовку по дисциплине. При этом пояснительная записка выполнена небрежно. Студент не раскрыл основные положения своего проекта, ответил правильно на 50...60% вопросов, показал минимум теоретических и практических знаний.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если проект содержит грубые ошибки в расчетах и принятии решений, количество и характер которых указывает на недостаточную подготовку. Доклад сделан неудовлетворительно, содержание основных разделов не раскрыто; качество оформления проекта низкое, студент не правильно ответил на большинство вопросов, показал слабую подготовку.

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, предоставляется право выполнения проекта по новой теме, или по решению руководителя курсового проектирования и заведующего кафедрой, доработки прежней темы и определяется новый срок для ее защиты. Повторная защита курсового проекта допускается не более двух раз.

При выставлении оценки комиссия учитывает наличие у студента знаний и умений пользоваться научными методами познания, творческого подхода к решению инженерной задачи, владения навыками находить теоретическим путем ответы на сложные вопросы в области технологии технического сервиса машин и оборудования в агропромышленном комплексе.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- 1 Варнаков, В.В. Организация и технология технического сервиса машин [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. – М.: КолосС, 2007. – 277 с.
- 2 Галенко, И.Ю. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта маши» [Текст] / И.Ю. Галенко – Кинель: СГСХА, 2006 – 88 с.
- 3 ГОСТ 3.1118 – 82 Формы и правила оформления маршрутных карт. - М.: изд-во стандартов, 1986.- 22 с.
- 4 Варнаков, В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. – М.: КолосС, 2003. – 253 с.
- 5 Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 604 с.
- 6 Курчаткин, В.В. Оборудование ремонтных предприятий [Текст] / В.В. Курчаткин – М.: Колос, 1999. – 232 с.
- 7 Курчаткин, В.В., Тельнов, Н.Ф. Надежность и ремонт машин [Текст] / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; – М.: Колос, 2000. – 776с.: ил.
- 8 Приказчиков, М.С. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Надежность и ремонт машин» [Текст]/ – Кинель.: СГСХА, 2005 – 41 с.
- 9 Петрова, С.С. Методические рекомендации по оформлению курсовых работ и дипломных проектов для агроинженерных специальностей [Текст]/ С.С. Петрова, Г.С. Бухвалов, С.В. Машков, А.П. Быченин, С.В. Денисов – Самара.: РИЦ СГСХА, 2010 – 38 с.
- 10 Пучин, Е.А. Практикум по ремонту машин [Текст] / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2009. – 327 с.
- 11 Ремонтно-технологическое оборудование и средства технического оснащения / ГНУ ГОСНИТИ; [Электронный ресурс (304 КБ)] - www.gosniti.ru.
- 12 Серый, И.С. Взаимозаменяемость стандартизация и технические измерения [Текст] / И.С. Серый – М.: «Агропромиздат», 1987. – 367 с.
- 13 Смелов, А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин [Текст] / А.П. Смелов – М.: Колос, 1984. - 192 с.
- 14 Черепанов, С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники. [Текст] / С.С. Черепанов – М.: Колос, 1981. - 256 с.
- 15 Шигаева, В. В. Методические указания по оформлению графической части дипломного проекта / Шигаева В. В., Мясников Б. Н. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2010 -24 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Варианты заданий на курсовое проектирование
по дисциплине «Системы технического сервиса в АПК»

№ варианта	Тема курсового проекта
01	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при обслуживании зерноуборочных комбайнов в условиях сервисного центра
02	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при ремонте шасси тракторов марки МТЗ
03	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при окраске объектов ремонта
04	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при восстановлении посадочных поверхностей деталей с применением полимерных материалов
05	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при ремонте зерноуборочных комбайнов в условиях с.-х. предприятий
06	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при ремонте блока цилиндров двигателя ЯМЗ
07	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при восстановлении коленчатых валов тракторных двигателей
08	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса ремонте коробок передач сельскохозяйственных тракторов
09	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса при ремонте посадочных поверхностей корпусных деталей
10	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса по ремонту деталей с проведением ФАБО
11	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса по очистке объектов ремонта
12	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса по предпродажной подготовке в условиях сервисного центра
13	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса тракторов марки ХТЗ
14	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса тракторов марки МТЗ
15	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса тракторов марки «Кировец»
16	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса зерноуборочных комбайнов (с указанием марки)
17	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса двигателей (с указанием марки)
18	Разработка технологии и средств технологического оснащения для реализации услуг технического сервиса с.-х. машин (с указанием марки)

Задание на курсовое проектирование
по дисциплине «Системы технического сервиса в АПК»

**ФГБОУ ВПО САМАРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**

Факультет инженерный _____

Кафедра «Надёжность и ремонт машин» _____

Программа Технический сервис в АПК

З А Д А Н И Е

на курсовой проект студенту _____

по дисциплине «Системы технического сервиса в АПК»

Срок сдачи студентом законченного проекта _____ г.

1. Исходные данные к проекту: специальная и периодическая литература,
техническая документация _____

2. Перечень подлежащих разработке вопросов:

Руководитель _____ /

Учебное издание

«Системы технического сервиса в АПК»

Методические указания для выполнения курсового проекта

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Самарская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра «Надёжность и ремонт машин»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы по дисциплине
«Методы оценки показателей надёжности технических систем»

УДК 681.3.06
Г-15

Галенко И.Ю. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Методы оценки показателей надежности технических систем» – Кинель: СГСХА, 2010 – 25 с.

Методические указания содержат цели и задачи курсового проектирования, требования к содержанию курсовой работы по дисциплине, рекомендации по выполнению разделов и указания по подготовке к защите курсовой работы.

Рекомендовано при курсовом проектировании для студентов обучающихся по направлению подготовки 110800.68 «Агроинженерия» для программы «Технический сервис в АПК» при изучении дисциплины «Методы оценки показателей надежности технических систем».

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета протокол №1 от 20 сентября 2010

© ФГОУ ВПО Самарская ГСХА, 2010
© Галенко И.Ю. составление, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи курсового проектирования по дисциплине	4
2. Структура и содержание курсовой работы	6
3. Указания для выполнения разделов курсовой работы	8
3.1 Выбор плана испытаний и определение количества испытываемых объектов	8
3.2 Обработка информации по показателям надежности	10
3.3 Расчет структурной надежности технических систем	14
3.4 Прогнозирование остаточного ресурса	15
3.5 Технико-экономическая оценка мероприятий по повышению надежности	17
4. Указания по подготовке к защите курсовой работы	18
Рекомендуемая литература и источники	20
Приложения	21

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целью дисциплины «Методы оценки показателей надежности технических систем» является формирование у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач по оценке и прогнозированию показателей надежности и обеспечению на этой основе высокой работоспособности и сохранности машин, механизмов и технологического оборудования.

Целью курсового проектирования по дисциплине является освоение методик и овладение умениями и навыками необходимыми для анализа и оценки отдельных показателей надежности сборочных единиц, машин и оборудования в агропромышленном комплексе.

Задачами курсового проектирования являются:

- углубленное изучение методов применяемых при оценке показателей надежности технических систем;
- овладение умениями и навыками необходимыми для анализа и оценки отдельных показателей надежности, в том числе с применением универсальных программных средств.

При решении указанных задач студент индивидуально выполняет курсовую работу по общей тематике: «Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем».

Курсовое проектирование по дисциплине направлено на формирование следующих компетенций:

- способности совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

- владением культурой мышления; способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения (ОК-7);

- способности использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении стандартных и нестандартных профессиональных задач (ПК-1);

- способности анализировать современные проблемы науки и производства в агроинженерии и вести поиск их решения (ПК-4);

- способности и готовности организовать на крупных предприятиях АПК высокопроизводительное использование и надежную работу сельскохозяйственной техники и технологического

оборудования для производства, хранения, транспортировки и первичной обработки продукции растениеводства и животноводства (ПК-5);

- готовности осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-12).

В результате выполнения курсовой работы студент должен.

Знать:

- основные статистические методы, используемые при оценке показателей надежности технических систем.

- основы планирования испытаний, сбора и обработки информации по показателям надежности;

- общую методику обработки информации по показателям надежности.

Уметь:

- применять отдельные статистические методы для оценки показателей надежности;

- анализировать показатели надежности и методы их получения.

Владеть:

- навыками самостоятельной работы со справочной и нормативно-технической документацией, ее анализа для решения профессиональных задач по оценке показателей надежности систем и объектов;

- навыками анализа и оценки отдельных показателей надежности, в том числе с применением универсальных программных средств.

Курсовое проектирование закрепляет и углубляет теоретические знания, развивает умение пользоваться справочной и периодической литературой, стандартами и нормативной документацией.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студент выполняет работу на заданную тему основании индивидуального задания, в котором руководитель указывает вопросы обязательные для разработки. Студенту индивидуально выдается задание, содержащее исходные данные для обработки исходной информации, расчета и прогнозирования показателей надежности. Примеры тем и варианты заданий для выполнения курсовых работ по дисциплине приведены в приложении 1, а форма индивидуального задания в приложении 2.

Курсовая работа выполняется в виде пояснительной записки объемом 30...40 страниц текста. Оформление пояснительной записки курсовой работы выполняется согласно методических указаний [8].

Пояснительная записка имеет следующую структуру.

Титульный лист.

Индивидуальное задание.

Реферат.

Оглавление.

Основная часть.

Выводы и предложения.

Список литературы и источников.

Приложения.

Основная часть курсовой работы по дисциплине «Методы оценки показателей надежности технических систем», как правило, должна содержать следующие разделы.

1 Выбор плана испытаний.

2 Обработка информации по показателям надежности.

3 Расчет структурной надежности технических систем.

4 Прогнозирование остаточного ресурса.

5 Технико-экономическая оценка мероприятий по повышению надежности.

В разделе *«Выводы и предложения»* приводятся основные результаты решения задач, изложенных в работе. В краткой форме отражается сущность выполненных расчетов, их значение для производства и формулируются предложения.

Список литературы и источников содержит сведения об источниках, использованных при выполнении проекта. В список включаются только те источники, на которые имеются ссылки в

расчетно-пояснительной записке, при этом *обязательно* должны содержаться современные *источники за последние 2..3 года*.

Приложений может быть одно или несколько. В приложения следует относить вспомогательный материал, который при включении его в основную часть работы загромождает текст.

К вспомогательному материалу относятся промежуточные расчеты, таблица вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, распечатки на ЭВМ, иллюстрации вспомогательного характера.

Курсовая работа по согласованию с руководителем может дополняться графической частью: материалы исследований (при наличии), результаты решений задач в виде графиков, диаграмм, схем. В этом случае графическая часть должна быть органически увязана с содержанием, и в наглядной форме иллюстрировать основные положения работы. Допускается часть графического материала представлять в формате А4 в приложении к пояснительной записке.

В учебных целях рекомендуется применять следующее кодовое обозначение графических документов (при наличии в курсовой работе):

КР. 16. NN-NN. XX,

где КР – курсовая работа; 16 – номер кафедры «Надежность и ремонт машин»; NN-NN – номер варианта индивидуального задания (приложение 1) и последние две цифры года выдачи задания; XX – обозначение вида документа (принимается по рекомендациям [10]).

При проведении студентом исследований в предметной области дисциплины, структура и содержание курсовой работы может отличаться от рекомендуемой. Окончательно структура работы определяется руководителем в задании.

3 УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1 Выбор плана испытаний и определение количества испытываемых объектов

Планы определяют общую методику проведения испытаний: количество наблюдаемых объектов, характер действий после возникновения отказа и критерий прекращения испытаний.

Для обозначения плана испытаний используют символические обозначения из трех латинских букв: первая обозначает объем выборки, вторая – характер действий с отказавшими объектами, третья – критерий прекращения испытаний [3].

Согласно СТО АИСТ 2.8, который устанавливает порядок сбора и обработки информации о надежности сельскохозяйственной техники, рекомендованы следующие планы испытаний: [NUN]; [NUT]; [NU r]; [NRT]; [NR r], где N- число объектов поставленных под наблюдение (объем выборки); U- планы, в которых отказавшие объекты не заменяют новыми; R- планы, в которых объекты в случае отказа заменяют на новые; T- установленная продолжительность испытаний; r - число отказов, до возникновения которых ведутся испытания.

Перечисленные планы трактуют следующим образом:

[NUN] – под наблюдение поставлено N объектов, испытания ведут до возникновения отказов (определения требуемых показателей) у всех объектов, отказавшие объекты не заменяют;

[NUT] – испытания ведут до наработки T;

[NU r] – испытания ведут до возникновения r отказов;

[NRT] – испытания ведут до наработки T, отказавшие объекты заменяют;

[NR r] – испытания ведут до возникновения r отказов, отказавшие объекты заменяют новыми или отремонтированными.

При выборе учитывают относительную продолжительность, стоимость и точность соответствующих планов испытаний, сравнительная оценка эффективности которых приведена в таблицах, а также показатель надежности, который требуется [7].

Для определения числа испытываемых объектов задаются значениями относительной ошибки (δ) и доверительной вероятности (β) в зависимости от предъявляемых к объекту от требований – таблица 1.

Таблица 1

Параметры δ и β для различных объектов испытаний

Объект	δ	β
Изделие в целом; деталь, обуславливающая внешний вид изделия	0,15...0,20	0,80...0,90
Базовая деталь	0,10...0,15	0,90...0,95
Детали, обеспечивающие безопасность изделия	0,05	0,90...0,95

В зависимости от механизма отказа по таблице 15 [5] принимают наиболее вероятный закон распределения и значение коэффициента вариации V .

После того, как приняты и обоснованы значения δ , β и V для выбранного плана испытаний определяют соответствующие параметры: N , r , T .

Расчет параметров для планов испытаний [NUT], [NUR], [NRT] и [NR r] рассмотрен в литературе [4].

Для плана [NUN] (полная выборка) количество объектов для испытаний определяют по таблице 5 [7] либо по формулам, последовательно подбирая значения. При нормальном законе распределения можно использовать формулу:

$$\frac{t_{(2\beta-1)}}{\sqrt{N}} = \frac{\delta}{V}, \quad (1)$$

где $t_{(2\beta-1)}$ - коэффициент Стьюдента, для наложения доверительных границ при ЗНР, принимается по таблице 9 [5] приложения А в зависимости от N и β . При $\beta = 0,9$, необходимо входить в таблицу по значению $\beta = 2 \times 0,9 - 1 = 0,8$ и т.д.

При законе распределения Вейбулла, для входа в таблицу необходимо значение b - параметра распределения Вейбулла, которое принимают по таблице 4 [5].

В заключении раздела формулируется вывод по полученным результатам.

3.2 Обработка информации по показателям надежности

Исходными данными – является информация, полученная по плану NUN и проверенная на однородность (приложение 1). При выполнении раздела рекомендуется использовать справочный материал [5].

Методика расчета с построением статистического ряда информации. Статистический ряд составляют в том случае, когда повторность информации (объем выборки) N больше 25 значений.

Порядок действий следующий:

1. Расположить опытную информацию в порядке возрастания значения показателя надежности.
2. Построить статистический ряд информации.

При построении статистического ряда информацию разбивают на интервалы величиной A, число которых n должно находиться в пределах от 6 до 20. По каждому интервалу определяют опытную частоту m_i (количество случаев попадания информации в каждый интервал), значения опытной P_i и накопленной $\sum D_i$ вероятности.

3. Определить смещение начала рассеивания показателя надежности.

У большинства показателей надежности минимальные (начальные) значения не равны нулю.

Для оценки минимально возможного значения ПН (например, ресурса) рассчитывают смещение начала рассеивания C (сдвиг зоны рассеивания) по формуле:

$$\tilde{N} = t_{1(\min)} - 0,5 \cdot A, \quad (2)$$

где $t_{1(\min)}$ - значение начала первого интервала (минимальное значение ПН в выборке); A – величина интервала статистического ряда.

4. Определить среднее значение ПН и среднее квадратическое отклонение.

При наличии статистического ряда информации среднее значение ПН и среднее квадратическое отклонение рекомендуется определять по формулам:

$$\bar{t} = \sum_1^n t_{ic} \cdot P_i, \quad (3) \quad \sigma = \sqrt{\sum_1^n (t_{ic} - \bar{t})^2 \cdot P_i} \quad (4)$$

где n – количество интервалов статического ряда; t_{ic} – значение середины i – го интервала; P_i – опытная вероятность i – го интервала.

5. Проверить информацию на выпадающие точки.

В исходной информации, полученной в процессе наблюдения, могут быть данные, не свойственные общему закону распределения. Например, в случае, если на испытания были поставлены отдельные машины с заведомо низким или повышенным ресурсом. Поэтому, перед окончательной обработкой информацию проверяют на выпадающие точки.

При выявлении выпавших точек, их необходимо отбросить, перестроить статистический ряд, заново определяя его параметры: n , A , C , \bar{t} и σ . Такой статистический ряд называют уточненным.

6. Построить полигон распределения и кривую накопленных опытных вероятностей по данным уточненного статистического ряда.

При построении графиков по оси абсцисс откладываются в масштабе значения ПН, масштаб выбирается кратным величине интервала уточненного ряда. Рекомендуется использовать «правило золотого сечения» принимая масштаб $y = \frac{5}{8}x$. По оси ординат откладываются в масштабе опытная вероятность P_i и накопленная вероятность $\sum D_i$.

Точки полигона распределения (график P_i) отмечают по серединам соответствующих интервалов. Точки кривой накопленных вероятностей (график $\sum D_i$) отмечают по концам соответствующих интервалов.

Графики начинают с начала рассеивания C . Точки соединяют прямыми линиями.

7. Подобрать теоретический закон распределения для выравнивания опытной информации.

Для обеспечения возможности расчета показателей надежности с необходимой точностью опытную информацию выравнивают, подбирая для ее описания тот или иной теоретический закон распределения (ТЗР). Как правило, в большинстве случаев, выбор стоит между законом нормального распределения (ЗНР) и законом распределения Вейбулла (ЗРВ).

Для этого определяют коэффициент вариации V :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{t} - \bar{n}}, \quad (5)$$

При $V < 0,30$ принимают закон нормального распределения (ЗНР), при V более 0,50 – закон распределения Вейбулла (ЗРВ).

Если на этом этапе однозначный выбор в пользу одного из законов сделать нельзя ($0,3 < V < 0,5$), то необходимо проводить дальнейшие расчеты согласно п.п. 8-10.

8. Рассчитать значения дифференциальных и интегральных функций ТЗР.

Результаты расчета значений интегральных $F(t)$ и дифференциальных функций $f(t)$ ЗНР и ЗРВ по интервалам статистического ряда сводят в таблицу.

9. По данным сводной таблицы построить кривые дифференциальной $f(t)$ и интегральной $F(t)$ функций ЗНР и ЗРВ, нанося их на полигон и кривую накопленных опытных вероятностей.

Затем проводят визуальный анализ сходимости опытной и теоретической информации по полигону распределения и дифференциальным функциям рассматриваемых законов. Предпочтение отдается тому закону, точки которого ближе расположены к точкам опытной информации.

Если визуальный анализ не позволяет выявить лучший закон распределения, то выбор ТЗР осуществляется по критериям согласия.

10. Произвести выбор ТЗР по критерию согласия.

Для оценки показателей надежности часто используется критерий согласия Пирсона χ^2 . При этом укрупняют статистический ряд, объединяя интервалы с $m_i < 5$ значений. Определяют теоретические частоты для ЗНР и ЗРВ в соответствующих интервалах укрупненного статистического ряда.

Тот закон распределения, у которого рассчитанный χ^2 окажется наименьшим, лучше описывает опытную информацию.

Далее рассчитывают число степеней свободы и определяют вероятность совпадения опытных и теоретических данных.

11. Определить доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значения показателя надежности. Доверительные границы наносят на дифференциальную кривую ТЗР.

12. Определить абсолютную и относительную ошибку переноса.

Методика расчета при незначительном количестве информации.

При незначительном количестве информации ($N < 25$) применяют упрощенный порядок расчета без построения статистического ряда.

Определяют величину смещения по формуле:

$$C = t_1 - \Delta, \quad (6)$$

где Δ - среднее значение разностей первых трех-четырёх значений показателей надёжности:

$$\Delta = \frac{(t_2 - t_1) + (t_3 - t_2)}{2} ; \quad (7)$$

где t_1, t_2, t_3 – значения показателя надёжности в порядке возрастания.

Определяют среднее значение показателя надёжности:

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_1^N t_i , \quad (8)$$

где t_i – значение i – го показателя надёжности.

Определяют стандартное отклонение, пользуясь формулой:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (t_i - \bar{t})^2}{N - 1}} . \quad (9)$$

Затем проверяют информацию на выпавшие точки (при необходимости уточняют \bar{t} , S и σ), определяют коэффициент вариации и ТЗР, накладывают доверительные границы и определяют ошибку переноса. Методика аналогична рассмотренной выше.

При необходимости расчета функций теоретического распределения информацию разбивают на интервалы. Количество интервалов принимают обычно $n = 7 \dots 12$.

Следует отметить, что относительная ошибка переноса не должна превышать 20%.

В настоящее время начальные этапы обработки информации легко выполнить на ПЭВМ, используя стандартные программы. Так ранжирование в порядке возрастания показателя, расчет значений \bar{t} , σ и V можно выполнить, например, с помощью электронных таблиц Excel введя исходную выборку данных. С примерами проведения расчетов можно ознакомиться по источникам [2], [3], [9].

В заключении раздела формулируется вывод по полученным результатам и проводится сравнение с нормативными значениями показателей [4] по рассматриваемым объектам.

3.3 Расчет структурной надежности технических систем

Вероятность безотказной работы системы с последовательно соединенными элементами в течение времени t определяют по формулам:

$$D_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t), \quad (10) \quad \text{или} \quad P_C = P_{i_{\min}}(t), \quad (11)$$

где n - число элементов в системе; $P_i(t)$ - вероятность безотказной работы i -го элемента в течение времени t ; $P_{i_{\min}}(t)$ - вероятность безотказной работы худшего элемента, входящего в систему.

Для определения вероятности безотказной работы системы необходимо определить вероятности безотказной работы каждого элемента и их значения перемножить. В связи с тем, что вероятность безотказной работы каждого элемента меньше единицы, при большом числе элементов вероятность безотказной работы системы значительно ниже вероятности безотказной работы каждого элемента, входящего в систему.

По уравнению (10) определяют вероятность безотказной работы систем с внезапными отказами. Для систем с постепенными отказами при использовании этого уравнения получают заниженные результаты. Поэтому вероятность безотказной работы системы с постепенными отказами целесообразно определять по вероятности безотказной работы худшего элемента $P_{i_{\min}}(t)$, т. е. по формуле (11).

Вероятность безотказной работы системы из параллельно соединенных элементов определяют в два этапа. Вначале определяют вероятность отказа системы в течение времени t , по формуле:

$$F_C(t) = \prod_{i=1}^n F_i(t); \quad (12)$$

где $F_i(t)$ - вероятность отказа i -го элемента системы в течение времени t .

Затем, определяют вероятность безотказной работы системы по формуле:

$$P_C(t) = 1 - F_C(t). \quad (13)$$

Таким образом, при последовательном соединении элементов вероятность безотказной работы системы будет ниже, чем у худшего ее элемента (при внезапных отказах) или такой же, как у худшего ее

элемента (при постепенных отказах). При параллельном соединении вероятность безотказной работы системы будет выше, чем у лучшего ее элемента.

В заключении раздела формулируется вывод по полученным результатам.

3.4 Прогнозирование остаточного ресурса

Техническое состояние работающих деталей, механизмов, систем и агрегатов сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации непрерывно изменяется. Степень изменения оценивается по величине **параметра состояния (ПС)**, который характеризует в любой момент времени запас работоспособности объекта.

Различают *структурные* и *диагностические* параметры. Параметры, непосредственно характеризующие работоспособность элемента (износ, размер детали, зазор в соединениях, мощность, производительность и др.), называются *структурными*. Параметры, характеризующие работоспособность элемента косвенно (температура, шум, вибрация, расход топлива и гидравлического масла, прорыв газов в картер двигателя и др.), называются *диагностическими*.

В начальный период эксплуатации машины параметры технического состояния элементов имеют исходные *номинальные* значения. С ростом наработки изменение параметра состояния приводит (в определенный момент времени) к утрате работоспособности элемента, когда он либо вообще не может выполнять свои функции (разрушение детали, ударные нагрузки, стук в соединениях и др.), либо не может выполнять их с характеристиками, установленными в технической документации (предельное снижение производительности насоса, экономичных и мощностных показателей машины и др.). Значение параметра состояния, при котором происходит отказ объекта, называют *предельным*.

Остаточный ресурс изделия - это его наработка от момента контроля параметра технического состояния до его *предельного* значения.

Изменение параметра состояния от номинального значения до момента контроля определяют по формуле:

$$U(t)_{\text{ЕЦІ}} = |\ddot{I}_{\text{ЕЦІ}} - \ddot{I}_i|. \quad (14)$$

Величину предельного изменения параметра состояния (от номинального до предельного значения) рассчитывают по формуле:

$$U(t)_i = |\ddot{I}_i - \ddot{I}_i|. \quad (15)$$

Методика прогнозирования остаточного ресурса с использованием номограмм, с учетом характера изменения параметра состояния изложена в указаниях [6].

При прогнозировании остаточного ресурса необходимо учесть износ в период приработки.

Трудно абсолютно точно определить износ детали за период приработки. Величина износа зависит от многих переменных факторов (шероховатости, вида и режимов обработки, твердости трущихся поверхностей, величины начального зазора в сопряжении, режимов приработки и т.д.). Как показывают исследования, величина износа за период приработки может быть значительной и ее необходимо учитывать, вводя компенсацию за счёт допуска на изготовление детали.

Компенсацию вводят следующим образом: для деталей типа «вал» за начальный размер принимают размер по нижней границе поля допуска на изготовление, для деталей типа «отверстие» - по верхней границе.

Методика определения остаточного ресурса детали или сопряжения методом индивидуального прогнозирования приведена в [6] и [9].

Так как при эксплуатации машины интенсивность изнашивания её деталей и сопряжений зависит от многих факторов: твердости и шероховатости поверхностей трения, класса точности, величины начального зазора, режимов работы машины (температура, нагрузка, число и длительность пусковых периодов), почвенно-климатических условий работы, качества эксплуатации, технического обслуживания, то она является величиной случайной. Поэтому при расчёте ресурсов к измеренной величине износа и рассчитанной средней интенсивности изнашивания следует применять вероятностные методы обработки с определением среднего значения, характеристик рассеивания и доверительных границ прогнозируемого ресурса.

Наложение доверительных границ с использованием вероятностных методов и примеры расчетов приведены в пособии [9].

Определив величину остаточного ресурса и его доверительные границы, решают вопрос оставить деталь для дальнейшей работы или заменить новой. При этом следует иметь в виду, что необходимо возможно полное использование ресурса, в тоже время машина не должна иметь отказов при выполнении ответственных и ограниченных во времени сельскохозяйственных работ.

3.5 Технико-экономическая оценка мероприятий по повышению надежности

Экономический эффект от мероприятий по повышению надежности (безотказности) техники достигается за счет снижения простоев машин из-за отказов, что увеличивает их готовность к работе, а значит, и производительность, сокращает убытки от простоя, позволяет снизить издержки на техническое обслуживание и ремонт машин.

Время внепланового простоя техники из-за отказов определяют по формуле

$$\bar{\Delta}_A = \bar{\Delta}_A \left(\frac{1}{\hat{E}_A} - 1 \right), \quad (16)$$

где \hat{E}_A - коэффициент готовности; $\bar{\Delta}_A$ - общая годовая наработка машин данной марки; $\bar{\Delta}_A$ - время внепланового простоя техники из-за отказов в течение года, т.е. общее время восстановления.

Убытки от простоя машин приближенно можно определять, пользуясь справочными данными [5], с учетом индекса цен. Для этого следует значения убытков приведенных в таблице умножить на отношение текущей цены выращиваемой сельскохозяйственной культуры к подобной цене на текущий период.

При выполнении раздела рекомендуется ознакомиться с примером расчетов рассмотренном в [9], где показана общая методика укрупненных расчетов по оценке эффективности мероприятий по повышению надежности.

В соответствии с заданием определяют убытки от простоя техники до и после мероприятий, снижение убытков от простоя техники. В заключении раздела формулируется вывод по полученным результатам.

4 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Законченная курсовая работа сдается на проверку, после исправления ошибок и недочетов, студент в обязательном порядке защищает ее перед комиссией из трех квалифицированных преподавателей назначенных по распоряжению заведующего.

Защита курсовых работ проводится по графику, в специально отведенное время. Защита проводится в виде доклада студента по разделам работы (до 7 мин.) и ответов на вопросы членов комиссии и присутствующих (до 8 мин). Студент (по согласованию с руководителем) может представить иллюстративный материал и презентацию в виде слайдов.

Подготовка к защите сводится к написанию тезисов доклада и оформлению иллюстративных материалов (презентации). Для иллюстрации доклада студентом могут быть использованы графические материалы работы, а также специально подготовленные плакаты или слайды. При подготовке доклада и презентации следует придерживаться общих требований принятых в академии [8].

Рекомендуется следующая последовательность изложения: тема курсовой работы; постановка задач; анализ методики расчетов; обоснование и принятие решений по разделам работы; выводы и предложения.

Основные положения доклада, желательно представить в виде графиков или таблиц, давая по ходу выступления необходимые пояснения. Ответы на вопросы необходимо формулировать четко, ясно и по существу.

Комиссия оценивает курсовые работы по следующим критериям: соответствие содержания и темы; полнота решения поставленных задач; уровень выполнения расчетов; достоверность полученных результатов; применение информационных технологий; качество оформления и соответствие требованиям; качество доклада; правильность и полнота отчетов на вопросы.

Оценку «отлично» рекомендуется выставлять студенту, если работа выполнена на заданную тему, разделы разработаны грамотно, решения обоснованы и подтверждены расчетами. Пояснительная записка выполнена качественно. Студент сделал логичный доклад, раскрыл особенности, проявил большую эрудицию, аргументировано ответил на 90...100% вопросов, заданных членами комиссии.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если работа

выполнена в соответствии с заданием, расчеты выполнены грамотно, но их обоснование не является достаточно глубоким. При этом ошибки не имеют принципиального характера, а работа оформлена в соответствии с установленными требованиями с небольшими отклонениями. Студент сделал хороший доклад и правильно ответил на 70..80% вопросов, заданных членами комиссии.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если работа выполнена в полном объеме, но содержит недостаточное убедительное обоснование, существенные технические ошибки, свидетельствующие о проблемах в знаниях студента, но в целом не ставящие под сомнение его подготовку по дисциплине. При этом пояснительная записка выполнена небрежно. Студент не раскрыл основные положения своей работы, ответил правильно на 50..60% вопросов, показал минимум теоретических и практических знаний.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если работа содержит грубые ошибки в расчетах и принятии решений, количество и характер которых указывает на недостаточную подготовку по дисциплине. Доклад сделан неудовлетворительно, содержание основных разделов не раскрыто; качество оформления проекта низкое, студент не правильно ответил на большинство вопросов, показал слабую подготовку.

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовой работе, предоставляется право выполнения работы по новой теме, или по решению руководителя курсового проектирования и заведующего кафедрой, доработки прежней темы и определяется новый срок для ее защиты. Повторная защита курсовой работы допускается не более двух раз.

При выставлении оценки комиссия учитывает наличие у студента знаний и умений пользоваться научными методами познания, творческого подхода к решению задач, владения навыками находить теоретическим путем ответы на сложные вопросы в области оценки показателей надежности технических систем.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- 1 Шишмарев, В.Ю. Надежность технических систем : учебник для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 304 с.
- 2 Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Текст] // НГСХА.- Н. Новгород, 2008. – 244 с.: ил. (Учебное пособие для вузов).
- 3 Половко, А.М. Основы теории надежности. Практикум [Текст] / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 560 с.: ил.
- 4 Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин [Текст] / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред В.В. Курчаткина.- М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
- 5 Галенко, И.Ю. Таблицы и уравнения для обработки информации и расчета показателей надежности. Справочный материал [Текст] - Кинель: РИЦ СГСХА, 2005.
- 6 Галенко, И.Ю. Прогнозирование остаточного ресурса. Методические указания [Текст] / И.Ю. Галенко, Н.Ю. Евклидов. - Кинель: РИЦ СГСХА, 2006.
- 7 Галенко, И.Ю. Выбор плана испытаний. Методические указания [Текст] / – Кинель: РИЦ СГСХА, 2006.
- 8 Петрова, С.С. Методические рекомендации по оформлению курсовых работ и дипломных проектов для агроинженерных специальностей [Текст]/ С.С. Петрова, Г.С. Бухвалов, С.В. Машков, А.П. Быченин, С.В. Денисов – Самара.: РИЦ СГСХА, 2010 – 38 с.
- 9 Надежность технических систем [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (45,3 Мб) – РИЦ СГСХА, 2007. – Режим доступа: [\\bserver.ssaa.local\!content](http://bserver.ssaa.local/e-books/!content).
- 10 Шигаева, В. В. Методические указания по оформлению графической части дипломного проекта / Шигаева В. В., Мясников Б. Н. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2010 -24 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Примеры тем курсовых работ и варианты заданий на курсовое проектирование по дисциплине «Методы оценки показателей надежности технических систем»

Таблица П 1.1

№ варианта	Тема курсовой работы
01	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения наработки на отказ колесного трактора класса 1,4
02	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения наработки на отказ колесного трактора класса 3
03	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения послеремонтного ресурса двигателя СМД-18М
04	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения доремонтного ресурса двигателя СМД-18М
05	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения межремонтного ресурса автомобиля КамАЗ-5320
06	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения доремонтного ресурса автомобиля КамАЗ-5320
07	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения наработки на отказ двигателя трактора класса 1,4
08	Оценка, расчет и прогнозирование показателей надежности технических систем с определением характеристик распределения наработки на отказ двигателя трактора класса 3

Таблица П 1.2

Информация по показателям надежности
Наработка на отказ колесного трактора класса 1,4 в мото-ч. ($N = 54, \beta = 0,8$): 99; 128; 148; 160; 162; 167; 169; 170; 173; 174; 176; 181; 182; 187; 191; 197; 200; 201; 202; 203; 207; 209; 209; 210; 211; 212; 212; 214; 218; 219; 220; 221; 222; 229; 231; 232; 233; 236; 239; 239; 243; 246; 248; 250; 250; 252; 253; 254; 269; 285; 290; 292; 304; 318.
Наработка на отказ колесного трактора класса 3 в мото-ч. ($N = 49, \beta = 0,8$): 160; 255; 190; 191; 101; 85; 182; 205; 185; 243; 172; 142; 61; 131; 208; 261; 195; 148; 156; 108; 124; 202; 290; 161; 184; 219; 181; 137; 239; 171; 202; 171; 130; 234; 104; 194; 219; 225; 203; 215; 189; 164; 150; 231; 240; 147; 252; 291; 181.
Послеремонтный ресурс двигателя СМД-18М в мото-ч. ($N = 51, \beta = 0,8$): 1500, 1870, 2010, 2720, 2900, 3020, 3060, 3180, 3200, 3210, 3260, 3300, 3420, 3460, 3580, 3620, 3700, 3790, 3900, 3920, 3940, 4000, 4100, 4130, 4180, 4210, 4230, 4300, 4350, 4380, 4420, 4470, 4490, 4490, 4710, 4730, 4850, 4930, 4990, 5100, 5350, 5400, 5670, 5790, 5840, 5900, 5970, 7800.
Доремонтный ресурс двигателя СМД-18М в мото-ч. ($N = 47, \beta = 0,9$): 2700, 2900, 3200, 3600, 3680, 3700, 3810, 3860, 3800, 3820, 3860, 3680, 3920, 3700, 3790, 3900, 3920, 3940, 4000, 4100, 4130, 4180, 4210, 4230, 4300, 4350, 4380, 4420, 4470, 4490, 4490, 4710, 4730, 4850, 4930, 4990, 5100, 5350, 5900, 6070, 6590, 6840, 6900, 6970.

Информация по показателям надежности
Межремонтный ресурс автомобиля КамАЗ-5320 в тыс. км пробега ($N = 79, \beta = 0,8$): 78,2; 99,9; 103,5; 118,4; 124,2; 127,0; 131,3; 134,3; 136,3; 140,6; 144,5; 149,6; 149,7; 153,9; 158,6; 160,2; 166,2; 168,3; 169,2; 169,9; 173,4; 177,5; 179,5; 182,0; 184,0; 184,1; 185,0; 188,8; 191,2; 191,8; 197,8; 199,0; 199,6; 199,9; 200,0; 202,0; 202,3; 203,5; 206,7; 207,1; 209,8; 215,3; 215,4; 218,2; 221,5; 224,0; 227,2; 227,4; 227,6; 233,4; 237,7; 245,7; 246,8; 249,6; 250,7; 252,8; 255,1; 257,1; 258,2; 259,1; 261,7; 261,7; 265,6; 267,4; 267,6; 268,1; 269,6; 280,2; 281,1; 285,9; 290,2; 293,8; 299,4; 299,6; 311,4; 315,3; 323,7; 325,5; 328,5.
Доремонтный ресурс автомобиля КамАЗ-5320 в тыс. км пробега ($N = 70, \beta = 0,9$): 140,3; 144,5; 149,6; 149,7; 153,9; 158,6; 160,2; 166,2; 168,3; 169,2; 169,9; 173,4; 177,5; 179,5; 182,0; 184,0; 184,1; 185,0; 188,8; 191,2; 191,8; 197,8; 199,0; 199,6; 199,9; 200,0; 202,0; 202,3; 203,5; 206,7; 207,1; 209,8; 215,3; 215,4; 218,2; 221,5; 224,0; 227,2; 227,4; 227,6; 233,4; 237,7; 245,7; 246,8; 249,6; 250,7; 252,8; 255,1; 257,1; 258,2; 259,1; 261,7; 261,7; 265,6; 267,4; 267,6; 268,1; 269,6; 280,2; 281,1; 285,9; 290,2; 293,8; 299,4; 299,6; 311,4; 315,3; 323,7; 325,5; 328,5.
Наработка на отказ двигателя трактора класса 1,4 в мото-ч. ($N = 75, \beta = 0,8$): 998; 610; 1139; 1269; 1109; 1176; 984; 1073; 1023; 978; 666; 998; 842; 846; 479; 1208; 1166; 896; 888; 1332; 949; 512; 1013; 649; 1217; 1084; 924; 997; 1096; 794; 717; 1118; 974; 902; 1259; 648; 1007; 827; 753; 655; 1442; 865; 935; 1101; 701; 872; 969; 532; 686; 955; 784; 883; 1151; 758; 793; 1128; 564; 784; 988; 686; 617; 1218; 1325; 799; 893; 1477; 916; 1007; 1086; 803; 400; 1043.
Наработка на отказ двигателя трактора класса 3 в мото-ч. ($N = 83, \beta = 0,8$): 1103; 728; 605; 603; 575; 725; 876; 410; 709; 667; 546; 522; 608; 610; 660; 609; 825; 670; 453; 707; 684; 574; 572; 707; 259; 478; 687; 671; 624; 823; 658; 350; 721; 816; 406; 617; 976; 577; 786; 694; 417; 506; 844; 795; 620; 673; 729; 735; 747; 607; 708; 699; 608; 527; 347; 948; 802; 642; 745; 495; 1157; 811; 743; 663; 291; 811; 457; 818; 476; 558; 926; 801; 727; 1105; 49; 869; 347; 467; 692; 305; 401; 595; 771.

Таблица П 1.3

Информация для выбора плана испытаний и определения объема выборки

Показатель	Средний доремонтный ресурс	Средний межремонтный ресурс	Гамма-процентный ресурс	Вероятность безотказной работы
Объект				
Двигатель	01	02	03	04
Лемех	05	06	07	08

Таблица П 1.4

Вероятность безотказной работы $P(t)$ каждого из n элементов системы соединенных последовательно

n	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,8	0,8	0,85	0,9	0,9	0,6	0,8	0,7
2	0,6	0,45	0,7	0,8	0,4	0,9	0,9	0,9
3	0,75	0,6	0,8	0,85	0,9	0,9	0,6	0,8
4	0,99	0,95	0,8	1,0	0,7	0,9	0,9	0,5
5	0,9	0,8	0,8	0,4	0,9	0,9	0,9	0,95

Объекты и значения параметра состояния для прогнозирования остаточного ресурса

Объект, параметр состояния (ПС)	Значения параметра состояния		
	номинальное (начальное)	измеренное	предельное (допустимое)
Шестерня привода масляного насоса (236-1011014), толщина зуба шестерни на расстоянии 3,25 от вершины зуба, мм	3,84	3,72	3,3
Ведомый диск дифференциала (МТЗ-80/82), износ шлицевых впадин по ширине, мм	7,05 ^{+0,50} _{+0,30}	7,63	8,05
Подшипник качения (305) вала привода вентилятора, радиальный зазор, мм	0,010-0,024	0,21	0,30
Сопряжение втулка – цапфа поворотная (передняя ось МТЗ-80/82), осевой зазор, мм	0,064-0,200	0,67	1,00
Толщина зубьев звездочки втулочно-роlikовой цепи (измеренная на высоте головки зуба), мм	6,5	5,2	3,3
ГРМ двигателя ЯМЗ-238, утопание тарелки впускного клапана, мм	1,3±0,2	1,85	2,7
ЦПГ, компрессия карбюраторного двигателя, МПа (кг/см ²)	12-13	8,7	6-7

Таблица П 1.6

Информация для технико-экономической оценки мероприятий по повышению надежности

Марка трактора (комбайна)	Коэффициент готовности		Годовая наработка по марке машин, в тыс. часов работы					
	до мероприятий	после	0	1	2	3	4	5
ЮМЗ-6КЛМ	0,6	0,85	-	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
МТЗ-82	0,62	0,87	12,0	10,0	11,5	12,0	9,0	10,0
ДТ-75М	0,65	0,90	17,0	11,0	13,5	13,0	8,5	10,0
Т-4А	0,67	0,92	19,0	13,0	15,5	15,0	10,0	9,0
Т-150	0,70	0,95	21,0	15,0	19,5	19,0	11,0	9,0
Т-150К	0,72	0,95	23,0	19,0	21,5	21,0	13,0	9,0
К-701	0,75	0,92	25,0	21,0	23,5	23,0	15,0	-
К-700М	0,70	0,90	25,0	23,0	20,5	22,0	17,0	-
СК-5, СК-6	0,75	0,87	3,0	3,5	3,7	4,2	4,5	-
«Дон – 1500»	0,62	0,85	2,7	3,0	3,2	3,9	4,0	-

ЗАДАНИЕ

к выполнению курсовой работы по дисциплине
«Методы оценки показателей надежности технических систем»

Студент _____ Курс _____ Группа _____ Вариант _____

1. Выбор плана испытаний и определение числа испытываемых объектов.

Объект _____

Оценочный показатель надежности _____

Выбрать план испытаний, определить объем выборки достаточный для оценки показателей надежности

2. Обработка информации по показателям надежности.

Информация по _____

Выборка ($N = \quad \beta = \quad$) _____

Выбрать ТЗР и определить его параметры. Построить полигон распределения и кривую накопленных вероятностей, графики дифференциальных и интегральных функций. Определить среднее значение и 90% гамма – характеристику показателя надежности и коэффициент качества по ним. Определить доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значения п.н. и относительную ошибку переноса. Сделать заключения.

Примечание _____

3. Расчет структурной надежности технических систем:

Схема:

n	P(t)	n	P(t)
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

n – номер элемента структурной схемы; P(t) – вероятность безотказной работы элемента системы в течении наработки t.

Определить вероятность безотказной работы системы. обеспечить повышение P(t) не менее чем в 1,3 раза за счет структурного резервирования элементов системы.

4. Прогнозирование остаточного ресурса элементов машин.

Объем: _____

Параметр состояния _____

Значения параметра $\Pi_{ц}$ - _____ Нарботка: T - _____

Π - _____ $\Pi_{пред}$ - _____

Определить среднее значение остаточного ресурса и его доверительные границы.

5. Техничко-экономическая оценка мероприятий по повышению надежности.

Задание выдал _____

Учебное издание

«Методы оценки показателей надежности технических»

Методические указания для выполнения курсовой работы

