



Министерство образования
Республики Беларусь

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

**А.С. Савич
В.С. Ивашко
К.В. Буйкус**

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Учебно-методическое пособие

**Минск
БНТУ
2011**

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

А.С. Савич
В.С. Ивашко
К.В. Буйкус

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Учебно-методическое пособие

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2011

УДК 629.113.002(075.8)

ББК 39.33-08

С 13

Р е ц е н з е н т ы:

В.К. Ярошевич, Г.Я. Беляев

Савич, А.С.

С 13 Технология производства и ремонта автомобилей: учебно-методическое пособие / А.С. Савич, В.С. Ивашко, К.В. Буйкус. – Минск: БНТУ, 2010. – 70 с.

ISBN 978-985-525-629-9.

В пособии приведены методические рекомендации по изучению дисциплины «Технология производства и ремонта автомобилей», а также методика выполнения контрольных работ по изучаемой дисциплине.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с программами дисциплин «Технология производства и ремонта автомобилей» и «Технология автомобилестроения» для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис».

УДК 629.113.002(075.8)

ББК 39.33-08

ISBN 978-985-525-629-9

© Савич А.С, Ивашко В.С.,

Буйкус К.В., 2011

© БНТУ, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Приступая к изучению дисциплины «Технология производства и ремонта автомобилей» необходимо уяснить общие положения о сущности автомобилестроения и авторемонтного производства и о его народно-хозяйственном значении. Кроме того, необходимо изучить основные этапы развития отечественного автомобилестроения и авторемонтного производства, их особенности и взаимосвязь с развитием выпуска автомобилей, состоянием авторемонтного производства за рубежом, основные направления дальнейшего развития и совершенствования автомобильной промышленности, автомобильного транспорта и авторемонтного производства, а также роль отечественных ученых и инженеров в создании научной базы технологии автомобилестроения и авторемонтного производства.

В результате изучения вводной части дисциплины должны быть получены знания об истории развития отечественного автомобилестроения и авторемонтного производства и их народно-хозяйственном значении и взаимосвязи с автомобильной промышленностью.

Автомобилестроение является передовой отраслью машиностроительной промышленности, в которой наиболее широко внедряются передовые методы организации труда, прогрессивные технологические процессы и современное автоматизированное оборудование.

Авторемонтное производство по своей специфике аналогично автомобилестроению, хотя и имеет ряд особенностей. Технология ремонта автомобилей базируется на основе реализации технологической и организационной преемственности автомобилестроения и ремонта.

Основной задачей в области авторемонтного производства является улучшение качества ремонта автомобилей и их составных частей на основе всемерного использования достижений научно-технического прогресса. Это требует дальнейшего совершенствования организационной структуры авторемонтного производства на базе упорядочения технологических и экономических связей с автомобилестроением, технического перевооружения авторемонтных предприятий и их специализации.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ»

Важнейшим источником повышения эффективности работы автомобильного транспорта является дальнейшее совершенствование организации и технологии производства и ремонта автомобилей.

Целью изучения дисциплины является формирование на основе теории и методов научного познания у студентов знания и умения в области организации и технологии производства и ремонта автомобилей; развитие у будущих специалистов практических навыков по повышению эффективности автомобилестроения и ремонтного производства и улучшению качества ремонта автомобилей.

Основные задачи дисциплины:

– показать народно-хозяйственное значение ремонта автомобилей и повышения эффективности авторемонтного производства;

– раскрыть пути дальнейшего совершенствования авторемонтного производства на основе использования достижений научно-технического прогресса;

– дать необходимые знания и навыки по организации системы восстановления исправности и работоспособности автомобилей и их составных частей в условиях авторемонтных предприятий;

– научить решать задачи по проектированию и технико-экономической оценке технологических процессов, по управлению качеством ремонта автомобилей.

Изучение дисциплины базируется на фундаментальных знаниях по общетехническим и общенаучным дисциплинам: механике материалов; теоретической механике; материаловедению; деталям машин; взаимозаменяемости, стандартизации и техническим измерениям; информатике; инженерной графике; автомобилям; двигателям внутреннего сгорания; технической эксплуатации автомобилей и др.

Изучаемая дисциплина, в свою очередь, является основой для освоения таких дисциплин, как проектирование предприятий по ремонту автомобилей и др.

В соответствии с учебным планом дисциплина изучается на 4-м и 5-м курсах, включает лекции и лабораторные работы.

Для студентов заочной формы обучения дисциплина преподается на 5-м и 6-м курсах путем чтения лекций по наиболее сложным

теоретическим вопросам и проведения лабораторных занятий во время экзаменационной сессии, выполнения контрольных работ в межсессионный период.

Помимо литературных источников, указанных в пособии, рекомендуется регулярное ознакомление с материалами научных изданий по профилю дисциплины.

Контроль знаний студентов проводится в форме опроса по лабораторным работам и сдачи экзамена в каждом семестре.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЕЙ

1. Основные понятия и определения в технологии производства автомобилей

Общими положениями технологии производства автомобилей являются понятие о производственном и технологическом процессах в машиностроении, структура технологического процесса, концентрация и дифференциация технологических процессов, типы производства и их характеристика, основные направления научно-технического прогресса в автомобилестроении.

2. Получение заготовок автомобильных деталей

Виды заготовок и способы их получения. Факторы, определяющие выбор способа изготовления заготовок деталей в автомобилестроении. Характеристика технологических методов получения заготовок автомобильных деталей. Общие требования, предъявляемые к заготовкам. Технико-экономический анализ выбора заготовок.

3. Базирование деталей

Понятие о базах при обработке деталей резанием и их классификация. Назначение и характеристика установочной, направляющей и опорной технологических баз. Правила выбора баз и предъявляемые к ним основные требования с точки зрения точности изготовления и восстановления деталей. Принципы единства и постоянства установочных баз.

4. Точность обработки резанием

Понятие о точности обработки. Основные причины возникновения погрешностей при изготовлении деталей. Факторы, влияющие на точность обработки. Систематические и случайные погрешности. Статистические методы исследования точности обработки. Способы предупреждения появления брака. Понятие о достижимой и экономической точности.

5. Качество поверхности и ее характеристики

Геометрические и физико-механические свойства, характеризующие качество поверхности обрабатываемых деталей. Факторы, влияющие на качество обработки. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства детали. Критерии и методы оценки степени шероховатости поверхности деталей. Контактно-электрические и оптические приборы для измерения микрогеометрии поверхности обрабатываемых деталей. Обеспечение качества поверхностного слоя технологическими методами.

6. Технологичность конструкций

Общие понятия и классификация показателей технологичности конструкции изделия. Методические основы оценки технологичности конструкции изделия. Задачи, решаемые при отработке на технологичность конструкции. Показатели технологичности. Технологичность конструкций деталей исходя из условий обработки резанием.

7. Припуски на обработку резанием

Основные понятия о припусках. Понятие о межоперационном и общем припуске на обработку резанием. Факторы, влияющие на величину припуска. Методика расчета припусков и межоперационных размеров. Размерные схемы технологических процессов. Способы расчета операционных размеров цепей.

8. Технологические методы обработки типовых поверхностей деталей

Классификация и общая характеристика технологических методов обработки заготовок, их основные достоинства и недостатки. Обработка лезвийным и абразивным инструментами, поверхностным пластическим деформированием. Электрофизическая и электрохимическая обработка. Особенность обработки заготовок на многорезцовых и многопозиционных станках, станках с числовым программным управлением и автоматических линиях.

9. Приспособления для обработки резанием

Назначение приспособлений и их классификация. Основные элементы приспособлений. Требования, предъявляемые к установочным элементам приспособлений. Характеристика зажимных элементов и силовых приводов. Методика расчета сил зажима и силовых приводов. Нормализация и унификация приспособлений. Методика проектирования приспособлений для обработки резанием.

10. Технология изготовления деталей на станках с числовым программным управлением и в гибких производственных системах

Автоматизация технологических процессов обработки резанием. Этапы автоматизации. Технологические возможности станков с ЧПУ. Изготовление деталей в гибких производственных системах. Промышленные роботы.

11. Проектирование технологических процессов обработки деталей

Исходные данные и последовательность проектирования технологических процессов. Основы построения плана технологических операций. Выбор технологического оборудования, технологической оснастки и средств контроля. Определение оптимальных режимов резания. Основы технического нормирования и методы определения технических норм. Технико-экономический анализ вариантов

технологического процесса обработки резанием. Оформление технологических процессов и основная документация. Понятие о типизации технологических процессов и классификации автомобильных деталей по принципу общности решаемых технологических задач.

12. Технология изготовления типовых деталей автомобилей

Классификация деталей по конструктивно-технологическим признакам. Конструктивно-технологические особенности и типовые маршруты изготовления деталей основных классов: корпусных деталей, валов, втулок, дисков, рычагов. Конструктивные разновидности деталей этих классов: технические условия на изготовление; виды заготовок и методы базирования; последовательность механической обработки; применяемое оборудование, инструмент и методы контроля.

13. Сборка и испытание автомобилей и их составных частей

Назначение и сущность процесса сборки. Технологические методы обеспечения точности сборки. Организационные формы сборки изделий. Основы проектирования технологических процессов сборки. Составление технологических схем сборки. Механизация и автоматизация процессов сборки.

Испытание отдельных конструктивных частей и автомобиля в целом.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

1. Общие положения по ремонту автомобилей

Ремонт автомобилей в их жизненном цикле. Основы организации авторемонтного производства. Производственный процесс ремонта автомобилей и их составных частей.

Система ремонта автомобилей. Виды и методы ремонта. Современные формы организации и типы авторемонтных предприятий. Структура авторемонтного предприятия. Технико-экономическая эффективность авторемонтного производства.

2. Основы теории старения и ремонта автомобилей

Понятие о процессе старения. Классификация процессов старения и их характеристика.

Виды дефектов деталей. Виды трения и изнашивания. Сущность процессов изнашивания. Основные характеристики и закономерности изнашивания. Изнашивание деталей во времени. Применение методов математической статистики для исследования износа деталей. Определение предельного и допустимого износа деталей.

3. Приемка в ремонт автомобилей и их составных частей

Порядок приема автомобилей и их составных частей в ремонт. Технические требования к состоянию автомобилей, поступающих в ремонт. Современные средства диагностики, применяемые при определении технического состояния автомобилей и их составных частей. Оформление документации при приеме автомобилей в ремонт. Хранение ремонтного фонда.

4. Разборочные и очистные процессы

Разборочно-очистные процессы и их роль в обеспечении высокого качества и экономической эффективности ремонта. Технологический процесс разборки автомобилей и агрегатов.

Организация процесса разборки. Средства механизации и автоматизации разборочных работ. Применение автоматических манипуляторов (промышленных роботов) при разборке.

Классификация моечно-очистных операций на различных этапах выполнения разборочных работ. Сущность процесса обезжиривания деталей. Способы очистки деталей от нагара, накипи, коррозии и других загрязнений. Моющие средства и оборудование. Способы интенсификации моечно-очистных операций. Пути механизации и автоматизации моечно-очистных операций. Мероприятия по очистке моющих растворов от загрязнений и охране окружающей среды.

5. Определение технического состояния деталей

Назначение и сущность процесса дефектации деталей при оценке их технического состояния. Методы контроля деталей и применяе-

мые при этом оборудование и инструмент. Технические условия на дефектацию деталей. Способы обнаружения скрытых дефектов. Определение коэффициентов годности, восстановления и сменности деталей. Сортировка деталей по группам годности и по маршрутам восстановления. Особенности сортировки деталей. Пути повышения качества и эффективности дефектовочных работ.

6. Способы восстановления деталей

6.1. Восстановление деталей слесарно-механической обработкой

Методы восстановления сопряжений. Классификация технологических способов восстановления деталей в зависимости от характера дефектов. Техничко-экономическая эффективность восстановления деталей. Технологические основы обеспечения оптимального уровня качества восстановления деталей.

Восстановление деталей способами ремонтных размеров и дополнительных деталей. Особенности механической обработки при восстановлении деталей. Область применения ремонтных размеров и их характеристика. Методика определения ремонтных размеров. Технология восстановления деталей обработкой под ремонтные размеры.

Технология восстановления деталей дополнительными ремонтными деталями. Область применения способа дополнительных деталей, его достоинства и недостатки.

6.2. Восстановление деталей пластическим деформированием

Назначение и сущность способа восстановления деталей пластическим деформированием. Технологические возможности способа. Восстановление размеров изношенных деталей осадкой, раздачей, обжатием, вдавливанием, вытяжкой, накаткой. Восстановление формы деталей и способы их правки. Восстановление механических свойств и упрочнение деталей.

6.3. Восстановление деталей сваркой и наплавкой

Классификация способов сварки и наплавки и область их применения. Восстановление деталей газовой сваркой и наплавкой. Вос-

становление деталей дуговой ручной сваркой и наплавкой. Особенности восстановления сваркой деталей из серого и ковкого чугуна, из легированных сталей и алюминиевых сплавов.

Автоматическая и механизированная сварка и наплавка деталей под флюсом и в среде защитных газов. Восстановление деталей вибродуговой наплавкой. Сущность механизированных способов, используемое оборудование, режимы наплавки, применяемые материалы и область применения при восстановлении деталей. Эксплуатационные свойства наплавленных покрытий.

6.4. Восстановление деталей напылением

Сущность процесса напыления и область применения. Виды напыления: газопламенное, дуговое, индукционное, детонационное и плазменное. Структура и основные эксплуатационные свойства напыленных покрытий. Технология восстановления деталей напылением. Применяемые материалы и оборудование.

6.5. Восстановление деталей электрохимическими и химическими покрытиями

Сущность процесса электролитического осаждения металла и основные свойства осажденных покрытий. Технология восстановления деталей *хромированием*. Свойства электролитического хрома, состав электролитов, режимы хромирования. Особенности получения пористых хромовых покрытий, их виды и характеристика. Способы усовершенствования процесса восстановления деталей хромированием: хромирование в саморегулирующемся и тетрахроматном электролитах; проточное и анодно-струйное хромирование; хромирование на токе переменной полярности и в ультразвуковом поле. Восстановление деталей *железнением*. Технологический процесс железненья, применяемые электролиты, влияние режимов электролиза на свойства покрытий. Вневанное проточное железненья.

Защитно-декоративные покрытия. Сущность процесса химического осаждения металла. Износостойкое *химическое никелирование* и *хромирование*. Анतिकоррозийная защита металлов.

Оборудование гальванических цехов. Автоматизация режимов гальванических процессов. Эксплуатационные свойства электрохимических покрытий хромом и железом.

6.6. Применение электрофизических способов обработки металлов для восстановления деталей

Сущность электроэрозионной обработки металлов. Применение электроискровой, анодно-механической и электромеханической обработки при восстановлении деталей, режимы обработки, используемые оборудование и инструмент.

6.7. Восстановление деталей припеканием металлических порошков

Сущность процесса припекания и способы нанесения покрытий. Технологический процесс образования покрытий различными способами, применяемые материалы и оборудование.

6.8. Восстановление деталей синтетическими материалами

Синтетические материалы, применяемые в авторемонтном производстве, их свойства и назначение. Способы нанесения синтетических покрытий. Практическое применение синтетических материалов. Технология восстановления изношенных и поврежденных деталей синтетическими материалами.

7. Выбор рационального способа восстановления деталей

Критерии эффективности восстановления деталей. Эксплуатационные свойства способов восстановления деталей. Методика выбора рационального способа восстановления деталей. Требования охраны труда и окружающей среды при выполнении работ по восстановлению деталей.

При разработке технологических процессов восстановления деталей одним из наиболее важных вопросов является выбор рационального способа исходя из конструктивно-технологических особенностей детали, условий ее работы, эксплуатационных свойств самих способов восстановления и их экономической целесообразности. Поэтому в заключении данного раздела необходимо изучить критерии эффективности и методику выбора рационального способа восстановления деталей.

8. Проектирование технологических процессов восстановления деталей

Виды технологических процессов и их краткая характеристика. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Структура технологических процессов. Исходные данные для проектирования технологических процессов. Методика и последовательность проектирования технологических процессов восстановления деталей. Принципы формирования технологических маршрутов. Разработка технологических маршрутов восстановления деталей. Выбор оборудования и оснастки. Расчет режимов обработки и норм времени.

Типизация технологических процессов восстановления деталей. Классификация восстанавливаемых деталей по типовым технологическим признакам. Разработка обобщенных типовых и групповых технологических процессов ремонта. Технико-экономическая оценка применения типизации технологических процессов и групповой технологии. Технологическая документация. Особенности проектирования технологических процессов при централизованном восстановлении деталей. Техническое нормирование труда.

9. Технологические процессы восстановления типовых деталей

Классификация восстанавливаемых деталей. Типизация технологических процессов восстановления деталей. Типовые технологические процессы восстановления деталей различных классов: корпусных деталей, валов, втулок, рычагов, дисков. Технологические маршруты восстановления типовых деталей. Характеристика основных операций: применяемое оборудование, приспособления, инструмент, режимы обработки. Контроль качества восстановленных деталей.

10. Ремонт узлов и приборов систем автомобилей

Ремонт топливной аппаратуры, электрооборудования и гидравлических систем. Основные дефекты и технология их ремонта. Применяемое ремонтное и испытательное оборудование.

Основные неисправности и повреждения узлов и деталей топливной аппаратуры карбюраторных и дизельных двигателей и способы их устранения, особенности ремонта элементов электрооборудования и гидравлических систем.

11. Технология ремонта рам, кузовов и кабин

Характерные дефекты рам. Основные технологические методы устранения дефектов рамы. Технологический процесс ремонта рамы и применяемое при этом оборудование.

Классификация дефектов кузовов и их характеристика. Технические требования на ремонт кузовов (кабин). Технология ремонта кузовов: каркасов и металлических панелей, кабин и оперения. Сборка кузовов. Технология окраски кузовов, кабин и оперения: подготовка поверхности к окраске, способы нанесения лакокрасочных покрытий, способы сушки. Мероприятия по охране труда и природы при выполнении работ, связанных с ремонтом кузовов.

12. Комплектование и сборка типовых соединений

Структура технологического процесса сборки. Стадии сборочного процесса. Организационные формы сборки. Комплектование сборочных единиц – одна из особенностей авторемонтного производства, основа высокого качества сборки узлов и агрегатов. Организационные формы комплектовочных работ. Сущность методов селективного и попарного подбора деталей. Взаимное расположение деталей в узлах и механизмах. Типы задач, рассматриваемых в теории размерных цепей.

Методы расчета сборочных размерных цепей. Методы обеспечения требуемой точности сборки.

Балансировка деталей и узлов. Назначение и виды балансировки. Понятие о конструктивно-сборочных элементах машин. Особенности и последовательность разработки технологического процесса сборки узлов. Виды соединений деталей и способы их осуществления. Технология сборки типовых соединений: сборка неподвижных соединений с натягом; сборка резьбовых соединений; сборка конусных, шпоночных и шлицевых соединений. Монтаж подшипников качения. Сборка узлов с подшипниками скольжения. Оборудование, применя-

емое при сборке. Теоретические и технологические основы механизации и автоматизации процессов сборки. Применение промышленных роботов при сборке автомобилей в процессе их ремонта.

Требования охраны труда и окружающей среды при выполнении работ по сборке агрегатов и автомобилей.

13. Сборка и испытание агрегатов автомобилей

Организационные формы сборочных работ. Характеристика технологических методов сборки. Особенности сборки узлов и агрегатов. Механизация сборочных работ.

Технология сборки основных узлов и систем двигателя. Сборка двигателя из узлов. Способы контроля качества сборки. Приработка и испытание двигателей. Сущность процессов, протекающих во время приработки деталей. Изменение микро- и макронеровностей в процессе приработки. Выбор оптимальных режимов приработки и их влияние на работоспособность и долговечность двигателя. Автоматизация процессов приработки и испытания двигателей. Сборка и испытание коробок передач и задних мостов. Особенности сборки передних мостов, рулевых управлений и карданного вала. Оборудование для приработки и испытания агрегатов.

Основные принципы и методы общей сборки автомобилей. Сборка автомобилей на поточных линиях. Механизация сборочных работ и применяемые при этом оборудование, приспособления и инструменты.

Обкатка и испытание автомобилей после сборки. Регулировочные работы и устранение обнаруженных неисправностей. Технические условия на отремонтированный автомобиль. Автоматизация процессов испытания. Применение современных средств технической диагностики при испытании автомобилей. Требования охраны труда и окружающей среды при испытании автомобилей.

14. Обеспечение качества ремонта автомобилей

Методологические основы управления качеством. Системы управления качеством. Показатели качества и методы его оценки. Информация о качестве отремонтированных автомобилей. Мероприятия, обеспечивающие качество автомобилей. Система качества ремонта автомобилей. Организация контроля качества.

15. Совершенствование авторемонтного производства

Совершенствование ремонтпригодности автомобиля и его составных частей. Связь ремонтпригодности и конструкции автомобилей с эффективностью ремонта. Факторы, определяющие ремонтпригодность. Совершенствование специализации, структуры и организации производства. Совершенствование технологических процессов и средств ремонта. Опыт ремонта автомобилей за рубежом.

Рекомендуемая литература

1. Ярошевич, В.К. Технология производства и ремонта автомобилей / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011. – 591 с.
2. Савич, А.С. Технология и оборудование ремонта автомобилей / А.С. Савич, В.П. Иванов, В.К. Ярошевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2009. – 463 с.
3. Ярошевич, В.К. Технология производства и ремонта автомобилей / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2008. – 639 с.
4. Ярошевич, В.К. Технология производства автомобилей / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, А.В. Казацкий. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2006. – 279 с.
5. Иванов, В.П. Ремонт автомобилей / В.П. Иванов, В.К. Ярошевич, А.С. Савич. – Минск: Вышэйшая школа, 2009. – 383 с.
6. Иванов, В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 458 с.
7. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей / В.А. Шадричев. – Л.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
8. Савич, А.С. Технология производства и ремонта автомобилей / А.С. Савич. – Минск: БНТУ, 2008. – 54 с.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

В соответствии с учебным планом студенты заочного отделения по дисциплине «Технология производства и ремонта автомобилей» должны выполнить две контрольные работы.

Для выполнения контрольных работ каждый студент получает индивидуальное задание, в котором указаны тема, основные исходные данные и перечень подлежащих разработке вопросов.

При выполнении контрольных работ необходимо:

- ознакомиться с методическими указаниями;
- изучить необходимый материал по рекомендуемой литературе;
- разработать и изложить содержание всех вопросов по заданию

в соответствии с требованиями методических указаний к выполнению контрольной работы. При изложении того или иного вопроса необходимо делать ссылки на литературные источники, с которых заимствован необходимый справочно-нормативный материал. В конце работы нужно указать список использованных источников.

Результаты расчетов рекомендуется сводить в таблицы. Расчеты необходимо иллюстрировать эскизами или схемами в произвольном масштабе с соблюдением соотношения размеров.

Контрольные работы должны быть написаны чернилами четким почерком или напечатаны и оформлены в соответствии с ГОСТ 7.32–2001 (нумерация разделов, подразделов, формул, таблиц и пр.).

Контрольная работа № 1

Работа заключается в разработке маршрутного технологического процесса изготовления детали, указанной в индивидуальном задании.

Содержание работы и методические указания к ее выполнению

Контрольная работа охватывает следующие основные вопросы: структура технологического процесса механической обработки, способы изготовления заготовок, базирование деталей при обработке, качество и точность обрабатываемых поверхностей, методика расчета припусков на обработку и межоперационных размеров, принципы и последовательность разработки технологических процессов механической обработки.

- Контрольная работа должна содержать следующие разделы:
- введение;
 - назначение и конструкция детали;
 - анализ технологичности конструкции детали (качественный);
 - определение типа производства;
 - выбор заготовки;
 - обоснование выбора варианта технологического маршрута;
 - расчет припусков на обработку одной поверхности;
 - расчет режимов резания на обработку одной поверхности;
 - расчет норм времени на обработку одной поверхности;
 - назначение режимов и норм времени на другие операции;
 - операционные карты на обработку одной поверхности;
 - маршрутный технологический процесс изготовления детали;
 - график загрузки оборудования;
 - заключение.

Рекомендации по содержанию и выполнению разделов контрольной работы

Во **введении** рассматриваются особенности современного этапа развития автомобилестроения как базовой отрасли хозяйственного комплекса.

Назначение и конструкция детали. Раздел начинается с определения класса деталей, к которому относится заданная деталь (корпусные детали, полые цилиндры, круглые стержни, диски, некруглые стержни). Далее дается описание работы и назначение узла в машине и детали в узле. При этом указываются основные и вспомогательные конструкторские базы.

Анализ технологичности конструкции детали. Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества (объема выпуска и условий выполнения работ) представляет собой технологичность конструкции изделия (ТКИ).

Анализ технологичности является одним из обязательных этапов в разработке технологического процесса. От этого этапа зависят основные технико-экономические показатели процесса в целом: металлоемкость, трудоемкость, себестоимость.

Анализ технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественный анализ и количественный анализ.

Качественная оценка технологичности основана на инженерно-визуальных методах оценки и проводится по отдельным конструктивным и технологическим признакам для достижения высокого уровня технологичности. Она, как правило, предшествует количественной оценке, но вполне совместима с ней на всех стадиях проектирования. Качественной оценке могут быть подвергнуты одно исполнение детали или совокупность ее исполнений. Качественная оценка одного конструктивного исполнения детали («хорошо / плохо», «допустимо / недопустимо», «лучше / хуже» и т. д.) дается на основании анализа соответствия ее основным требованиям к производственной, эксплуатационной и ремонтной технологичности.

При сравнении вариантов конструктивных исполнений детали в процессе проектирования качественная оценка часто позволяет выбрать лучший вариант исполнения или установить целесообразность определения численных значений показателей технологичности всех сравниваемых вариантов.

Так, детали типа валов признаются технологичными, если они отвечают следующим требованиям:

- возможность максимального приближения формы и размеров заготовки к размерам и форме детали;
- возможность вести обработку проходными резцами;
- уменьшение диаметров поверхностей от середины к торцам вала или от одного торца к другому;
- возможность замены закрытых шпоночных пазов открытыми пазами;
- жесткость вала обеспечивает достижение необходимой точности при соотношении длины и диаметра ($l : d < 10 \dots 12$).

Зубчатые колеса признаются технологичными, если они имеют:

- центральное отверстие простой формы;
- простую конфигурацию наружного контура (наиболее технологичными являются зубчатые колеса простой формы без выступающих ступиц);
- ступицы с одной стороны, что позволяет вести обработку на зубофрезерных станках по две детали;

- симметрично расположенную перемычку между венцом и ступицей, что уменьшает коробление детали при термообработке;
- возможность штамповки фигурной перемычки между венцом и ступицей;
- достаточное расстояние между венцами для обработки на зубофрезерных станках (для двухвенцовых зубчатых колес).

Для всех классов деталей признаются нетехнологичными следующие элементы:

- глубокие отверстия (при отношении $l : d > 5$);
- отверстия, расположенные под углом к оси или плоскости;
- глухие отверстия с резьбой;
- закрытые с одной или двух сторон пазы.

Не являются нетехнологичными требования к точности размеров и формы поверхностей деталей и шероховатости, т. к. они вытекают из служебного назначения детали и не определяют ее конструкцию.

Определение типа производства. Тип производства в соответствии с ГОСТ 3.1108–74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца [1].

При отсутствии базового технологического процесса тип производства предварительно можно определить по годовому выпуску и массе деталей, пользуясь табл. 1.

Таблица 1

Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей

Серийность производства	Количество деталей в партии (серии)		
	крупных, 50 кг и более	средних, 8...50 кг	мелких, до 5 кг
Мелкосерийное	5...10	5...25	10...50
Среднесерийное	11...50	26...200	51...500
Крупносерийное	Свыше 50	Свыше 200	Свыше 500

Выбор метода получения заготовки. При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма детали, масса, материал, объем выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчетов.

Для выбора метода получения заготовки сравнивается стоимость заготовки по базовому варианту и проектируемому.

При отсутствии сведений о методе получения заготовки по базовому варианту стоимость заготовки рассматривается по двум возможным методам ее получения и делается их сравнение. При отсутствии сведений о стоимости материала заготовок ее получение предварительно можно определить по коэффициенту использования материала. Масса заготовки определяется на основании выбора заготовки по [2–4].

Обоснование выбора варианта технологического маршрута.

Предварительный выбор соответствующего маршрута обработки конкретной поверхности может производиться на основе данных справочных таблиц экономической точности обработки, или на основе обобщенных таблиц примерных маршрутов обработки, или на основе расчетов коэффициентов точности и трудоемкости обработки различных методов обработки [5].

В основу разработки такого рода таблиц положены следующие положения. Для каждого типа поверхностей находят типичного представителя, т. е. такую поверхность, которая удовлетворяет наиболее жестким требованиям по точности взаимного положения поверхностей, формы, размеров и шероховатости. Исходя из этого назначают несколько вариантов окончательной обработки (последнюю операцию или переход). К этому времени уже известен метод получения заготовки, что дает основание определить первую операцию обработки данной поверхности. Количество и состав промежуточных операций (переходов) зависит от точности исходной заготовки и требований к точности и качеству обрабатываемой поверхности. В зависимости от требований, предъявляемых к точности размеров, формы, расположения и параметров шероховатости поверхностей детали с учетом ее размеров, массы и конфигурации, типа производства, выбирают один или несколько вариантов обработки и тип соответствующего оборудования. Число предполагаемых вариантов обработки может быть достаточно большим. Путем

логических рассуждений стремятся ограничить их количество, принимая во внимание следующее:

- возможность обработки данной поверхности за несколько последовательных переходов на одном станке за один установ;
- возможность параллельной обработки ее совместно с другими поверхностями за один установ;
- ограничения из-за недостаточной жесткости детали, допустимой глубиной дефектного слоя;
- ограничения, которые накладывает шероховатость поверхности и т. д.

Каждому методу обработки соответствует определенный диапазон значений параметров точности. Для черновых операций это обусловлено в основном различной точностью исходных заготовок, получаемых различными методами, для чистовых – различиями в условиях обработки. Точность линейных размеров в результате выполнения каждого последующего технологического перехода обработки данной элементарной поверхности обычно повышается на 2–4 квалитета при черновой обработке и на 1–2 квалитета при чистовой и отделочной.

Маршрут обработки отдельной поверхности выбирают исходя из требований чертежа детали и принятого метода получения заготовки. При выборе маршрута обработки в первую очередь намечается план обработки – структура операции. Последняя характеризуется ее построением, обеспечивающим рациональное сочетание и взаимосвязь основных и вспомогательных переходов.

Возможны структуры операций двух типов: простая, состоящая из одного-двух переходов, и сложная. Кроме того, для обоих типов структур обработка может быть одно- и многопоточной. При многопоточной обработке несколько деталей изготавливают по одинаковым переходам. К тому же технологический процесс может осуществляться по одно- и множественной схеме, т. е. на каждой рабочей позиции может обрабатываться одна или несколько деталей одновременно.

Проектирование операционного технологического процесса обработки элементарной поверхности состоит из трех этапов. На первом формируют элементарные структуры, реализующие простейшие технологические операции. На втором рассматривают возможность и целесообразность их укрупнения путем объединения

элементарных однотипных операций, сочетающих обработку отдельных поверхностей. На третьем этапе формируют структуру операции за счет объединения различных методов и видов обработки.

Усложнение структуры операции является одним из важнейших резервов повышения производительности труда. Это достигается применением многоинструментной, многопозиционной, многоместной и многопоточной обработок, совмещением рабочих переходов, рациональным распределением по времени основных и вспомогательных рабочих ходов.

Обычно все переходы операции распределяются на три последовательных этапа:

- предварительная обработка;
- чистовая обработка;
- нарезание (накатывание) резьбы и отрезка.

Канавки и фаски рекомендуется выполнять после предварительной обработки перед чистовой.

Порядок и особенности обработки поверхностей внутри каждого из названных этапов выбираются в соответствии со следующими рекомендациями:

- чтобы уменьшить суммарную длину рабочих ходов при обработке ступенчатых поверхностей, наружное продольное точение необходимо начинать с меньшей ступени (если нет ограничения по глубине резания), а затем последовательно увеличивать диаметр обработки; последовательное сверление набором сверл осуществляют в обратном порядке (от большего диаметра к меньшему);

- перед сверлением отверстия диаметром менее 10 мм проводится центрование коротким жестким сверлом с углом в плане 90° на глубину, обеспечивающую образование фаски заданного размера;

- при сверлении глубоких отверстий (отношение длины к диаметру более 10) необходимо предусматривать промежуточный вывод сверла для его очистки от стружки (первый – после достижения глубины отверстия $l = 3d$, второй – после приращения длины на $l = 2d$, третий и последующие приращения);

- при работе фасонным инструментом, центрировании, точении канавок и фасок, а также при поперечном накатывании необходимо предусматривать останов суппорта на 4...5 оборотов шпинделя;

– обтачивание заготовок с отношением длины к диаметру, большим 5, следует выполнять с применением люнетных державок, люнетов или заднего центра;

– применять комбинированный инструмент (сверло–зенкер, зенкер–развертку и т. д.) следует при нехватке числа позиций на станке.

Существует достаточно много способов выбора маршрута и структуры операции обработки элементарных поверхностей. Одним из наиболее простых и наглядных является табличный способ. Он позволяет назначать рациональные маршруты обработки плоских, а также наружных и внутренних цилиндрических поверхностей деталей машин. Этот способ учитывает вид заготовки, шероховатость, точность размеров, формы и относительного расположения обрабатываемых поверхностей, позволяет дать экономическую оценку различным вариантам маршрута, назначить технические требования на каждый переход или операцию. Исходными данными для разработки маршрута являются чертеж детали и технические требования, определяющими из которых являются вид, метод получения, точностные параметры заготовки и технические требования, предъявляемые к ней.

Содержание таблиц для выбора маршрутов обработки. Таблицы выбора маршрута обработки (приложение) состоят из основного и дополнительного полей, разделенных между собой двойной горизонтальной сплошной линией. Основное поле предназначено для выявления различных вариантов маршрутов, дополнительное – для оценки трудоемкости, точности и качества обработки по технологическим переходам или операциям. Таблицы имеют столбцы с номерами и наименованиями переходов (операций) обработки и строки основного и дополнительного полей.

Строки основного поля характеризуют вид заготовки и ее состояние. Цифрами в клетках основного поля отмечены переходы (операции), которые относятся к данному варианту выбираемых маршрутов обработки. Строки дополнительного поля определяют коэффициент трудоемкости, точность и шероховатость обработки.

Порядок пользования таблицами. Определяют коэффициенты K_1 и K_2 , учитывающие размеры детали (последняя строка таблиц П1, П2, П3 приложения).

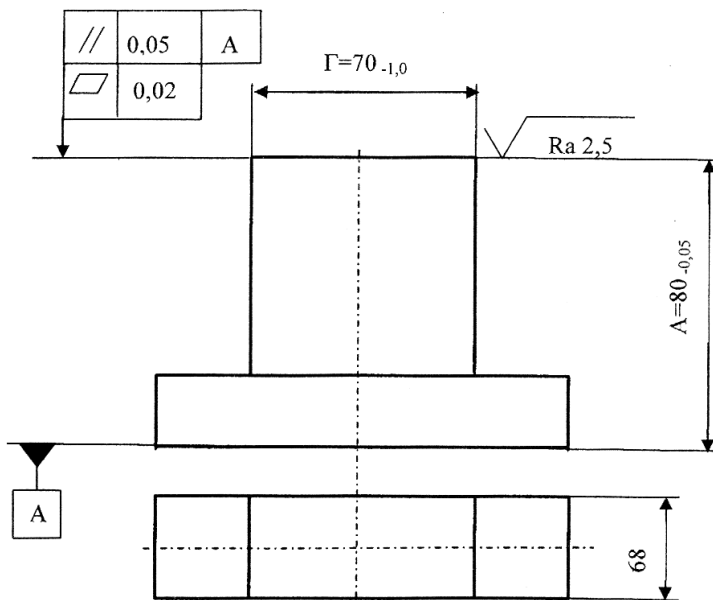


Рис. 1. Деталь для выбора маршрута обработки верхнего торца

По табл. П1 определяем коэффициенты K_1 и K_2 .

$$K_1 = 0,002A + 1; \quad K_2 = 0,02\Gamma + 1,$$

где A – расстояние до базы;

Γ – наибольший габаритный размер обрабатываемой поверхности.

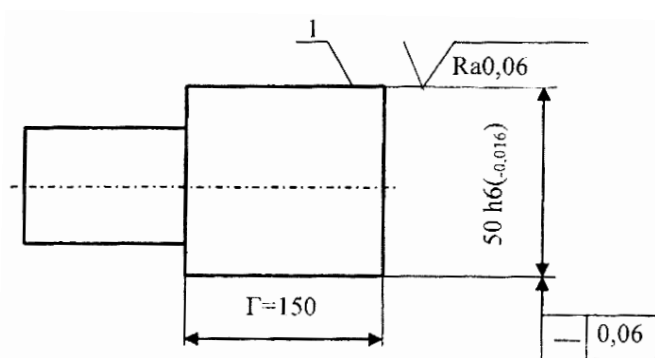


Рис. 2. Деталь для выбора маршрута обработки наружной поверхности 1

По табл. П2 определяем коэффициент К.

$$K = 0,004\Gamma + 1,$$

где Γ – наибольший габаритный размер обрабатываемой поверхности.

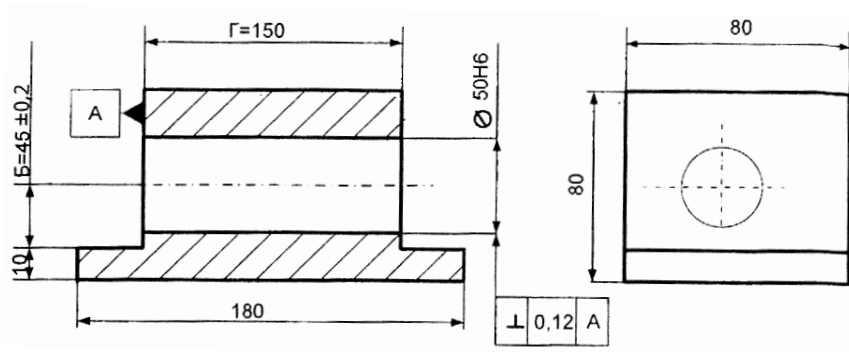


Рис. 3. Деталь для выбора маршрута обработки отверстия

По табл. П3 определяем коэффициенты K_1 и K_2 .

$$K_1 = 0,02\Gamma + 1; \quad K_2 = 0,002d + 1,$$

где Γ – наибольший габаритный размер отверстия;
 d – диаметр отверстия.

Коэффициенты K , K_1 и K_2 позволяют оценить точность обработки, т. к. величина погрешности во многом зависит от номинальных размеров поверхностей.

В соответствии с видом заготовки, материалом детали и ее состоянием (наличие термообработки) в основном поле находят строку, в которой расположен искомый маршрут обработки.

Находят столбец, который соответствует тому технологическому переходу, который обеспечивает заданную точность и шероховатость обработанной поверхности. Как правило, это следующий столбец за термообработкой, если не предъявляются повышенные требования к качеству и точности обрабатываемой поверхности. Проверка этого условия производится в дополнительном поле таблицы.

Пересечение этого столбца с соответствующей строкой таблицы образует клетку с цифрами, обозначающими варианты рекомендуемых маршрутов обработки.

Выбрав одну из цифр, указанную в клетке, и двигаясь по выбранной строке слева направо, фиксируют номера столбцов, в которых имеется выбранная цифра, и записывают номера технологических переходов.

Эти действия повторяют для всех цифр, отмеченных в клетке. Таким образом формируется массив возможных вариантов маршрута обработки заданной поверхности.

Сравнивают варианты возможных маршрутов по величине суммарного коэффициента трудоемкости. Значения коэффициентов трудоемкости отдельных переходов (операций) находятся в табл. П1, П2, П3.

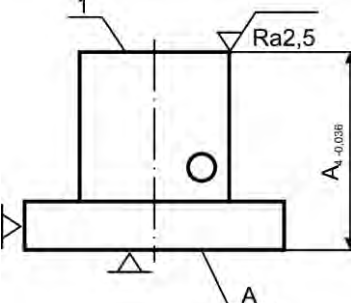
Наивыгоднейшим считается тот вариант, у которого суммарный коэффициент трудоемкости минимален.

Пример выбора маршрута обработки плоской поверхности (табл. 2) проводится по табл. П1.

Таблица 2

Маршрут обработки верхнего торца

№ операции	Эскиз обработки	Технические требования
1. Фрезерование черновое		$TA_1 = 0,18K_1 = 0,18 \cdot 1,2 \approx 0,22$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности А $0,04K_2 = 0,04 \cdot 2,4 = 0,096 \approx 0,1$ Плоскостность поверхности 1 $0,02K_2 = 0,02 \cdot 2,4 = 0,048$

№ операции	Эскиз обработки	Технические требования
2. Фрезерование чистовое		$TA_2 = 0,12K_1 = 0,12 \cdot 1,2 \approx \approx 0,15$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности А $0,02K_2 = 0,02 \cdot 2,4 = 0,048 \approx \approx 0,05$ Плоскостность поверхности 1 $0,01 \cdot K_2 = 0,01 \cdot 2,4 = 0,024$
3. Термообработка		$TA_3 = \text{исх.} + 0,2K_1 = 0,15 + + 0,2 \cdot 1,2 = 0,15 + 0,2 \cdot 1,2 = = 0,39$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности А $\text{исх.} + 0,2K_1 = 0,05 + 0,2 \cdot 1,2 = = 0,29$ Плоскостность поверхности 1 $\text{исх.} + 0,2K_1 = 0,024 + 0,2 \cdot 1,2 = = 0,26$
4. Шлифование		$TA_4 = 0,03K_1 = 0,03 \cdot 1,2 = = 0,036$ Параллельность поверхности 1 относительно поверхности А $0,006K_2 = 0,006 \cdot 2,4 = 0,0144$ Плоскостность поверхности 1 $0,003K_2 = 0,003 \cdot 2,4 = 0,007$

Пример выбора маршрута обработки цилиндрической поверхности (табл. 3) проводится по табл. П2.

Таблица 3

Маршрут обработки цилиндрической поверхности

№ операции	Эскиз обработки	Технические требования
1. Точение черновое		<p>Точность IT12 Прямолинейность оси обрабатываемой поверхности $0,02 \cdot K = 0,02 \cdot 1,6 = 0,032 \text{ мм}$</p>
2. Точение чистовое		<p>Прямолинейность оси обрабатываемой поверхности $0,02K = 0,02 \cdot 1,6 = 0,032 \text{ мм}$</p>
3. Термообработка	<p>Точность: исх. + 1кв. = IT9 + 1кв. = IT10</p>	<p>Прямолинейность оси Исх. + $0,02K = 0,064 \text{ мм}$</p>
4. Шлифование чистовое		<p>Прямолинейность оси обрабатываемой поверхности $0,005K = 0,005 \cdot 1,6 = 0,008 \text{ мм}$</p>
5. Суперфиниширование		<p>Точность сохраняется от предыдущей операции IT6. Величина прямолинейности оси обрабатываемой поверхности сохраняется от предыдущей операции, т. е. $0,008 \text{ мм}$</p>

Пример выбора маршрута обработки детали с отверстием (табл. 4) проводится по табл. ПЗ.

Таблица 4

Маршрут обработки отверстия

№ операции или перехода	Эскиз обработки	Расчет технических требований
<p>005 Сверление глубокое</p>		<p>$T_B = 0,06K_2 = 0,06 \cdot 1,1 = 0,066$ Перпендикулярность относительно поверхности А $0,02K_2 = 0,02 \cdot 1,1 = 0,022$</p>
<p>010 Развертывание</p>		<p>$T_B = \text{исх.} + 0,02K_2 = 0,066 + 0,022 = 0,088$ Перпендикулярность относительно поверхности А $0,02K_2 = 0,02 \cdot 1,1 = 0,022$</p>
<p>015 Закалка</p>		<p>$T_B = \text{исх.} + 0,01K_2 = 0,088 + 0,01 \cdot 1,1 = 0,099 \approx 0,1$ Перпендикулярность относительно поверхности А $\text{Исх.} + 0,01K_2 = 0,022 + 0,01 \cdot 1,1 = 0,033$</p>

№ операции или перехода	Эскиз обработки	Расчет технических требований
020 Хонингование		<p>Перпендикулярность относительно поверхности А 0,033</p>

Таблицы выбора маршрута обработки позволяют выбрать оптимальную схему обработки и назначить все технические требования на каждый технологический переход, а также произвести экономическую оценку выбранного варианта техпроцесса на основе расчета суммарного коэффициента трудоемкости. После этого следует произвести проверку на выполняемость выбранным маршрутом технических требований чертежа. Если технические требования чертежа не выполняются, следует выбирать вариант обработки – ближайший по минимальной трудоемкости маршрут.

Выбор технологического оборудования. К технологическому оборудованию по механической обработке заготовок относятся различные типы металлорежущих станков. Металлорежущие станки выбирают с учетом их основной характеристики (для токарных станков – высота линии центров и расстояние между центрами, для сверлильных – максимальный диаметр сверления и т. д.). В соответствии с габаритными размерами обрабатываемых заготовок выби-

рают типоразмер станка. Немаловажно учитывать и тот факт, что крупногабаритные станки для обработки мелких деталей предлагать нецелесообразно не только из-за излишней трудоемкости работы на них, дополнительных расходов электроэнергии, но и из-за потери точности при изготовлении. Станки выбирают согласно их шифрам – условным обозначениям типа и модели из каталогов. Для каждой операции требуется выбрать соответствующий тип станка с перечислением основных технических характеристик (мощность электродвигателя, частота вращения шпинделя, подача суппорта, высота резца, наибольшие диаметр и длина обрабатываемой заготовки и т. д.).

Выбор технологической оснастки. К технологической оснастке относятся зажимные приспособления для установки заготовок на станках, режущие, измерительные инструменты, применяемые на технологических операциях механической обработки. Так к универсальным приспособлениям относятся 3-, 4-кулачковые патроны, призмы, оправки цельные и разжимные, тиски машинные и т. д., а также используются специальные приспособления. Для контроля размеров обрабатываемых поверхностей заготовок при единичном производстве используют универсальные и специальные измерительные средства, погрешность измерения которых должна быть не более 30 % величины допуска на размер. В условиях серийного производства используют предельные калибры: пробки и скобы. Правила выбора технологической оснастки изложены в ГОСТ 14.305–73. Целесообразно использовать режущий инструмент, оснащенный твердым сплавом и композиционным материалом, например, для обработки стали можно применять марки твердого сплава Т5К10, Т15К6, Т30К4, а для чугуна и бронзы ВК2, ВК4, ВК6, ВК8. инструменты с большим содержанием кобальта используют для черновой обработки Т5К10, ВК8, а с меньшим его содержанием для чистовой Т30К4, ВК2. Габаритные размеры режущего инструмента следует выбирать в соответствии с техническими характеристиками станков. Так, например, размер сечения державки резца для станка 16К20 должен иметь размеры $h \times b = 25 \times 25$ (мм), т. е. высота резца должна быть равной расстоянию от опорной поверхности резцедержателя до оси центров. Для каждой операции требуется выбрать необходимое приспособление, режущий инструмент с указанием конкретного типа, размера, материала режущей части, измерительный инстру-

мент с соответствующим названием, диапазоном измерения, ценой деления, а для калибров с их маркировкой, включая номинальный размер детали и условное обозначение поля допуска. Например, для сверлильной операции при обработке отверстия Ø 25Н9 можно подобрать следующую оснастку: кондуктор, сверло спиральное Ø 24,5, Т15К6; зенкер цилиндрический Ø25, Р6М5; зенковка, Р6М5, штангенциркуль ШЦ 1 0,05–150, калибр–пробка 25Н9.

Выбор способа установки заготовки на металлорежущих станках. Установка заготовки на станке включает два последовательных этапа: базирование и закрепление. В условиях единичного и мелкосерийного производства используют установку заготовки непосредственно на станке или в универсальном приспособлении без выверки или с выверкой положения, а также по предварительной разметке, а в серийном и массовом производстве в специализированном или специальном приспособлении без выверки положения.

Важными вопросами являются схемы базирования при установке заготовки на станке, что определяет точность обработки ее поверхностей. Основные понятия по базированию и базам в машиностроении приведены в ГОСТ 21495–76. На начальной стадии обработки заготовки необходимо выбрать оптимальную черновую базу, еще не обработанную поверхность заготовки, при использовании которой будет наименьшая погрешность установки заготовки в приспособлении. Такие поверхности могут, к примеру, оставаться у детали необработанными, либо иметь минимальные припуски на обработку и, как правило, являющиеся либо телами вращения, либо симметричными сторонами. В частности, для механической обработки многоступенчатые и гладкие валы устанавливают в центрах, используя за базы поверхности предварительно обработанных центровочных отверстий. Это способствует повышению точности изготовления при соблюдении принципа постоянства баз. При чистовой обработке ответственных поверхностей детали выбор баз должен проводиться с обеспечением принципов единства (совмещения баз) и постоянства баз.

Выбор общих и промежуточных припусков на обработку заготовки. Припуск – это слой металла, удаляемый с обрабатываемой поверхности заготовки. Припуски назначают для заготовок: отли-

вок, поковок, сортового проката как на диаметры наружные, внутренние, так и на длины общие, уступов и другие поверхности, подлежащие механической обработке. Общие припуски назначают опытно-статистическим или расчетно-аналитическим методами (табл. 5). Общие припуски для отливок могут быть найдены по ГОСТ 26645–85, для поковок кованных по ГОСТ 7062–79, штампованных по ГОСТ 7505–89. Промежуточные припуски назначают на технологические переходы в порядке, обратном ходу технологического процесса обработки поверхности заготовки, т. е. от размера готовой детали к размеру заготовки путем последовательного прибавления (вычитания) к наибольшему предельному размеру готовой поверхности детали промежуточных припусков при обработке наружных (внутренних) поверхностей. Размеры промежуточного припуска на каждом последующем переходе меньше, чем на предыдущем, поскольку повышается точность и уменьшается шероховатость обрабатываемой поверхности.

Таблица 5

Пример расчета операционных размеров

Маршрут обработки поверхности	Квалитет	Операционный размер, мм	Припуск на сторону, мм
Обработка поверхности ступени вала Ø50к6			
Заготовка-поковка штампованная, сталь 45	13	$\text{Ø}56^{+2,4}_{-1,2}$	3,0
Точение черновое	10	$\text{Ø}52,5\text{h}10_{-0,1}$	1,75
Точение чистовое	8	$\text{Ø}50,5\text{h}8_{-0,039}$	1,0
Шлифование черновое	7	$\text{Ø}50,1\text{h}7_{-0,025}$	0,2
Шлифование чистовое	6	$\text{Ø}50\text{h}6_{-0,016}$	0,05

Как правило, величина припуска Z задается на сторону обрабатываемой заготовки, а в случае определения диаметрального размера заготовки рассчитывают $2Z$ (рис. 4, 5).

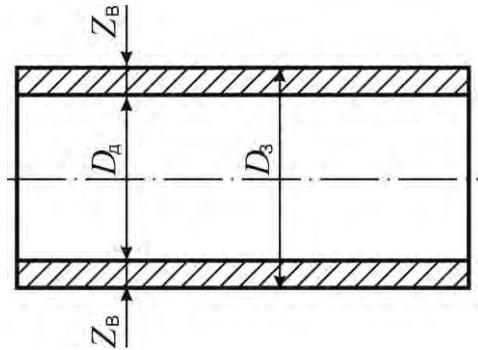


Рис. 4. Схема для расчета припусков на обработку внутренних поверхностей:
 D_d – диаметр детали (вала); D_3 – диаметр заготовки (вала);
 Z_B – припуск на сторону вала

$$Z_B = \frac{D_3 - D_d}{2}; \quad 2Z_B = D_3 - D_d; \quad D_3 = D_d + 2Z_B.$$

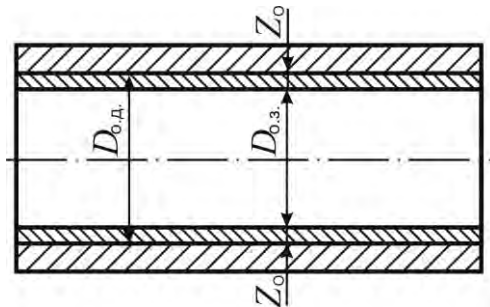


Рис. 5. Схема для расчета припусков на обработку внутренних поверхностей:
 $D_{0,d}$ – диаметр отверстия детали (втулки); $D_{0,3}$ – диаметр отверстия заготовки (втулки);
 Z_0 – припуск на сторону отверстия втулки

$$Z_0 = \frac{D_{0,d} - D_{0,3}}{2}; \quad 2Z_0 = D_{0,d} - D_{0,3}; \quad D_{0,3} = D_{0,d} + 2Z_0.$$

Значения общих, операционных и промежуточных припусков для некоторых видов заготовок и операций механической обработки даются в прил. 2 [1].

Назначение режимов обработки. Для выполнения конкретной технологической операции механической обработки заготовки на выбранном станке необходимо определить режим резания [2].

К элементам режима резания при токарной обработке относятся: t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об.; V – скорость резания, м/мин; дополнительно вычисляют n – частоту вращения заготовки, мин⁻¹.

Параметры режима рассчитывают в строгой последовательности на каждый технологический переход. В первую очередь в зависимости от припуска устанавливают максимально допустимую глубину резания, t с учетом конструкции режущего инструмента и жесткости узлов станка. Целесообразно весь припуск на черновую обработку поверхности удалять за один проход при осуществлении одного технологического перехода.

Подачу S выбирают в зависимости от глубины резания по таблицам справочников [2] с учетом вида обработки (черновая или чистовая). При черновой обработке учитывается жесткость узлов станка, мощность электродвигателя, а при чистовой – шероховатость поверхности и ее точность. Для максимальной производительности всегда выгоднее работать с максимальной технологически допустимой подачей. В ряде случаев при работе на станках используется ручная подача.

Скорость резания V определяют в зависимости от ранее выбранных t и S , либо по справочным таблицам, либо расчетным методом по эмпирическим формулам [1]. По полученному значению скорости резания V определяют расчетное значение частоты вращения шпинделя станка (заготовки) или число ходов в минуту инструмента или заготовки при поступательно-возвратном движении.

При вращательном движении частота вращения заготовки (мин⁻¹)

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где V – скорость резания, м/мин;

D – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, мм.

Выбранный режим обработки (S , n) должен быть согласован с техническими данными станка и при необходимости откорректиро-

ван: подбирают ближайшие меньшие значения при ступенчатом регулировании подач и оборотов, а при бесступенчатом расчетные значения оставляют без изменения.

Нормирование технологических операций механической обработки. Для каждой операции следует установить норму времени (штучно-калькуляционного $T_{шт.к}$), которая состоит из подготовительно-заключительного времени $T_{п.з}$ и штучного времени $T_{шт}$ [1].

Подготовительно-заключительное время затрачивается в условиях серийного производства на всю партию изготавливаемых деталей и определяется на операцию. Это время затрачивается на получение инструмента в кладовой цеха, наладку станка, изучение чертежа и технологической документации на изготавливаемую деталь, уборку и чистку станка с передачей его сменщику. Учитываются конструктивные особенности и технические характеристики станка и приспособлений.

Штучное время представляет собой затраты рабочего времени на изготовление одной детали. Оно определяется по формуле

$$T_{шт} = T_0 + T_v + T_{обсл} + T_{отд},$$

где T_0 – основное технологическое время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{обсл}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{отд}$ – время на отдых и естественные надобности, мин.

Основное время для различных видов обработки, затрачиваемое непосредственно на обработку поверхности детали, определяется расчетом по формулам и, в частности, может быть представлено в виде

$$T_0 = \frac{L}{S_m} i,$$

где L – длина пути инструмента или детали в направлении подачи, мм;

S_m – путь, пройденный инструментом или обрабатываемой деталью в направлении подачи в 1 мин, мм (минутная подача);

i – число проходов.

При работе методом автоматического обеспечения размеров длину пути рассчитывают по формуле

$$L = l + h_1 + l_2,$$

при работе методом пробных промеров и проходов:

$$L = l + h_1 + l_2 + l_3,$$

где l – размер обрабатываемой поверхности детали в направлении подачи, мм;

h_1 – величина врезания, мм;

l_2 – величина перебега инструмента или детали в направлении подачи, мм;

l_3 – дополнительная длина на взятие пробных стружек, мм.

Путь S_M выражается формулой, мм/мин:

$$S_M = S \cdot n,$$

$$\text{или } S_M = S_z \cdot Z \cdot n,$$

где S – подача на оборот заготовки или инструмента, мм/об.;

n – частота вращения или число двойных ходов заготовки или инструмента, мин⁻¹;

S_z – подача в мм на одно режущее лезвие инструмента (на 1 зуб фрезы, на 1 зуб развертки и т. д.), мм;

Z – число зубьев инструмента.

Вспомогательное время определяют на каждый вспомогательный и технологический переход включая:

– время на установку и снятие детали с учетом ее массы, длины, способа крепления, наличия или отсутствия выверки, характера выверки, характера установочной поверхности;

– время, связанное с переходом, включая время на приемы установки инструмента, для снятия стружки, на подвод инструмента к детали и отвод, включения и выключения подачи и самого станка, изменения режима работы станка, поворот резцовой головки, смены инструмента;

– время на контрольные промеры.

Время на обслуживание рабочего места определяют на операцию в процентах от оперативного времени ($T_{оп} = T_o + T_b$), суммы основ-

ного и вспомогательного. В расчетах можно принимать 4–6 % от оперативного времени. Время на обслуживание рабочего места предусматривается для выполнения смены инструмента при затуплении, регулировку и подналадку станка при работе, сметания стружки в процессе работы, осмотра и опробования оборудования, раскладку инструмента и его уборку по окончании смены, смазку и чистку станка и получение инструмента в течение смены.

Значения норм времени T_b и $T_{пз}$ некоторых операций, выполняемых на станках, не оснащенных системами автоматического управления можно взять по совокупности слагаемых затрат на различные приемы в таблицах [1]. Следует обратить внимание на отличие в нормировании, при выполнении операций на станках с ЧПУ.

При расчете штучного времени, затрачиваемого на термическую обработку следует учесть количество деталей, одновременно загружаемых в печь, а к времени выдержки следует прибавить время прогрева ($\tau_{пр}$), которое зависит от сечения детали:

$$\tau_{пр} = D (H)_{\max} \cdot 0,5, \text{ мин.}$$

Время на отдых и естественные надобности определяют на операцию в процентах от оперативного времени, что составляет 3–5 %. По итогам расчетов норм времени необходимо определить норму штучно-калькуляционного времени

$$T_{шт\ к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{к},$$

где $к$ – количество деталей в партии при серийном производстве.

В маршрут обработки конкретных деталей следует включать из всего многообразия только те операции, которые наиболее целесообразны для получения требуемой геометрической формы, точности и шероховатости поверхностей. Примерный маршрут обработки вала, представленного на рис. 6, приведен ниже.

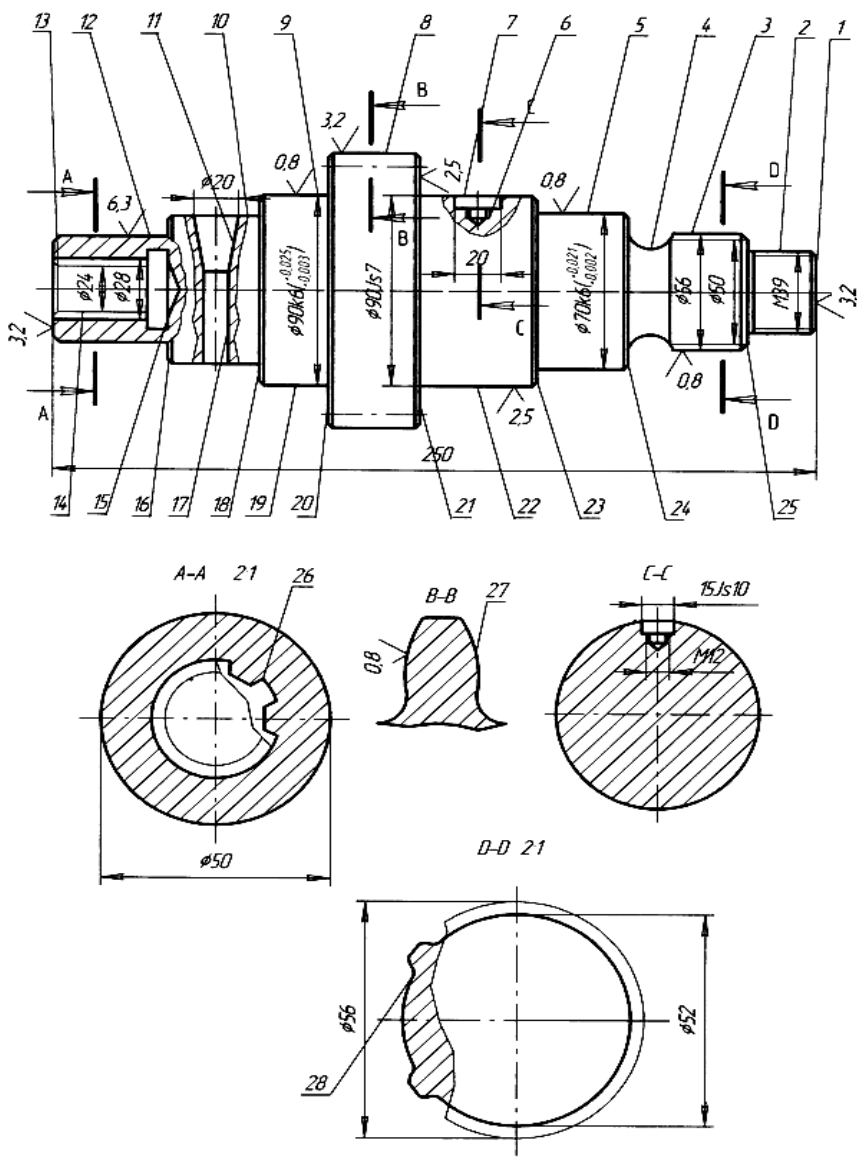


Рис. 6. Многоступенчатый вал специальной конструкции

Примерный маршрут технологического процесса

005. Фрезерно-центровальная

Фрезеровать торцы 1.13 в размер общей длины вала, сверлить центровочные отверстия, с обеих сторон.

010. Токарная

Точить поверхности 2, 25, 4, 24, 5, 23, 22, 21, 20, 9, 19, 18, 10, 16, 12 вала начерно.

015. Токарная

Точить поверхности 2, 25, 4, 24, 5, 23, 22, 21, 20, 9, 19, 18, 10, 16, 12 вала начисто 2, нарезать резьбу М20 на шейке 2, сверлить отверстие 14, Ø24мм в шейке 12.

020. Фрезерная

Фрезеровать шпоночную канавку 7, на шейке вала 22.

025. Сверлильная

Сверлить отверстие 6, нарезать резьбу.

030. Сверлильная

Сверлить отверстие 17, зенковать и развернуть конус.

035. Долбежная

Долбить 6 канавок 26 в отверстии 14.

040. Фрезерная (шлицефрезерная)

Фрезеровать шлицы 3.

045. Зубофрезерная

Нарезать зубья 27 на поверхности 8.

050. Термическая

Закалить ТВЧ зубья 27 и шлицы 26, 28.

055. Шлифовальная (круглошлифовальная)

Шлифовать шейки 5, 9 вала.

060. Зубошлифовальная

Шлифовать зубья 27 вала.

065. Шлицешлифовальная

Шлифовать шлицы 3.

Заключение. В заключении приводятся особенности разработанного технологического процесса.

Рекомендуемая литература к контрольной работе № 1

1. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / М.Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М.Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Гревцова, 2010. – 400 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. – Т. 1 / под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2001. – 914 с.
3. Отливки из металлов и сплавов: ГОСТ 26645–85.
4. Поковки стальные штампованные: ГОСТ 7505–89.
5. Выбор маршрута обработки элементарных поверхностей деталей машин: методические указания / Г.Я. Беляев [и др.]. – Минск: БНТУ, 2007. – 137 с.

Приложение к контрольной работе № 1

Таблица П1

Выбор маршрута обработки плоскостей и торцов

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические переходы (операции), изменяющие точностные параметры												
			Черновые, термические, чистовые											Отделочные	
			Фрезерование черновое	Строгание	Шлифование черновое	Точение торцов черновое	Точение торцов чистовое	Фрезерование чистовое	Протягивание	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование чистовое	Шлифование тонкое	Полирование	Доводка размерная	Доводка размерная
Отливка, поковка, штамповка	Сталь не-закаленная	1	1; 2; 3	4; 5		6	6	1; 2; 3; 4	2; 5	–	1; 3; 4	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Сталь закаленная	2	1; 2; 3	4; 5	3	6	6	1; 2; 4	2; 5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Чугун	3	1; 2	3; 4		5	5	1; 3	2; 4	–	1; 3; 4; 5	1; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5;	1; 2; 3; 4; 5;	1; 2; 3; 4–5
Точная отливка, точная штамповка	Сталь не-закаленная	4	1*; 2*; 3*	4*; 5*		6	6	1; 2; 3; 4	2; 5		1; 3; 4;	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Сталь закаленная	5	1*; 2*; 3*	4*; 5*	3	6	6	1; 4	2; 5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
	Чугун	6	1*; 2*	3*; 4*	–	5	5	1; 3	2; 4	–	1; 3; 4; 5	1; 3; 4; 5	1; 2; 3; 4; 5;	1; 2; 3; 4; 5;	1; 2; 3; 4–5
	Цветные металлы	7	1*	3*	–	2*	2	1; 3	1; 3	–	–	–	1; 2; 3	–	–

Вид заготовки	Материал детали и его составление	№ строк	Технологические переходы (операции), изменяющие точностные параметры												
			Черновые, термические, чистовые										Отделочные		
			Фрезерование черновое	Строгание	Шлифование черновое	Точение торцов черновое	Точение торцов чистовое	Фрезерование чистовое	Протягивание	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование чистовое	Шлифование тонкое	Полирование	Доводка размерная	Доводка размерная
Прокат	Сталь незакаленная	8	1*; 2*; 3*	4*; 5*	6	7	7	1; 2; 3	2; 5	–	1; 3; 4; 6; 7;	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7
	Сталь закаленная	9	1*; 2*	4*; 5*	3	6	6	1; 4	2; 5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6
Коэффициент трудоемкости		10	1,0	2,0	0,8	1,0	1,5	1,5	0,6	–	1,0	1,5	3,0	5,0	10,0
Шероховатость, Ra		11	12,5–20	12,5–20	2,5–6,3	12,5–20	1,25–2,5	1,25–2,5	0,63–2,5	Сохран.	0,63–2,5	0,16–1,75	0,02–0,1	0,02–0,1	0,02–0,1
Погрешность размера (от технологической базы)		12	0,18K ₁	0,35K ₁	0,05K ₁	0,2K ₁	0,12K ₁	0,12K ₁	0,1K ₁	Исх.+ +0,2K ₁	0,03K ₁	0,01K ₁	Сохран.	Сохран.	0,001K ₁
Погрешность размера от настроечной базы (с разных позиций)		14	–	–	–	0,2K ₁	0,12K ₁	–	–	Исх.+ 0,2K ₁	–	–	–	–	–

Окончание табл. П1

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические переходы (операции), изменяющие точностные параметры												
			Черновые, термические, чистовые											Отделочные	
			Фрезерование черновое	Строгание	Шлифование черновое	Точение торцов черновое	Точение торцов чистовое	Фрезерование чистовое	Протягивание	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование чистовое	Шлифование тонкое	Полирование	Доводка размерная	Доводка размерная
Перпендикулярность и параллельность относительно базы	15	0,04K ₂	0,06K ₂	0,02K ₂	0,04K ₂	0,02K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂	Исх.+ 0,2 K ₁	0,006K ₂	0,003K ₂	Сохран.	Сохран.	0,02K ₂	
Плоскостность	16	0,02K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂	0,01K ₂	0,004K ₂	Исх.+ 0,2K ₁	0,003K ₂	0,002K ₂	0,002K ₂	0,0005K ₂	0,0005K ₂	
Коэффициенты, учитыв. размеры	17	K ₁ = 0,002A + 1, где A – расстояние до базы; K ₂ = 0,02Г + 1, где Г – наибольший габаритный размер обрабатыв. поверхн.													

* – операции (переходы), которые используются для удаления напусков или увеличенных припусков.

Выбор маршрута обработки наружных цилиндрических поверхностей

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры												
			Черновые, термические, чистовые											Отделочные	
			Точение черновое	Шлифование черновое	Точение чистовое	Точение тонкое	Шлифование предварительное	Закалка, закалка с цементацией	Исправление центровых фасок	Шлифование чистовое	Шлифование точное	Суперфиниширование	Полірование	Доводка размерная	Доводка размерная
Отливка, поковка, штамповка обычной точности	Сталь не-закаленная	1	1; 2; 3; 4; 5; 6	–	1; 2; 4; 5	4; 5	3; 6	–	–	1; 2; 3; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6
	Сталь закаленная	2	1; 2	–	2	–	1	1; 2	1; 2	1, 2	1	1; 2	1; 2	1; 2	1
	Чугун	3	1; 2; 3	–	1; 3	1	2	–	–	2; 3	1	1; 2; 3	1; 2; 3	1; 2; 3	1
Точная отливка, точная штамповка	Сталь не-закаленная	4	1*; 2*; 3*; 4*; 5*; 6*	–	1; 2; 4; 5	4; 5	3; 6	–	–	1; 2; 3; 6	1; 4; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6
	Сталь закаленная	5	1*; 2*	–	2	–	1	1; 2	1; 2	1; 2	1	1; 2	1; 2	1; 2	1
	Чугун	6	1*; 2*; 3*; 4*; 5*; 6*	–	1; 2; 3; 4; 5	1; 2; 3	4; 6	–	–	4; 5; 6	1; 2; 3; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 6
	Цветные металлы	7	1*; 2*	–	1; 2	1; 2	–	–	–	–	–	–	–	1	2

Продолжение табл. П2

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры													
			Черновые, термические, чистовые											Отделочные		
			Точение черное	Шлифование черное	Точение чистовое	Точение тонкое	Шлифование предварительное	Закалка, закалка с цементацией	Исправление центровых фасок	Шлифование чистовое	Шлифование точное	Суперфиниширование	Полирование	Доводка размерная	Доводка размерная	
Круглый прокат	Сталь не-закаленная	8	1*; 2*; 3*; 4*; 5*; 6*	–	4; 5	–	3; 6	–	–	з'; б	1; 4; б	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 4; 6	
	Сталь закаленная	9	1; 2*; 3*; 4*	4	2; 3		1; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 3	1; 2; 3; 4	1; 2; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 3; 4	1; 2; 4	
Коэффициент трудоемкости		10	1	0,8	1,2	2,0	0,9	–	–	1,2	2,0	1,0	2,0	5,0	10,0	
Шероховатость		11	Ra 12,5–20	Ra 2,5–6,3	Ra 1,25–2,5	Ra 0,63–2,5	Ra 1,25–2,5	Сопр.	–	Ra 0,32–1,25	Ra 0,08–0,32	Ra 0,02–0,08	Rz 0,02–0,1	Rz 0,02–0,1	Rz 0,02–0,1	
Точность (кавалитет) диаметра		12	12–14	11–12	9–11	6–7	9–11	Исход 1 квал.			6–8	4–7	Сопр.	Сопр.	Сопр.	3
Отклонение соосности относительно линии центров		13	0,1K	0,05K	0,06K	0,03K	0,02K	Исход. +0,02K	0,03	0,01K	0,005K	Сопр.	Сопр.	Сопр.	Сопр.	
Соосность относительно базы (в патроне или приспособлении)		14	0,25K	–	0,1K	0,05K	0,03K	Исход. +0,01K	–	0,02K	0,02K	Сопр.	Сопр.	Сопр.	Сопр.	

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры												
			Черновые, термические, чистовые											Отделочные	
			Точение черновое	Шлифование черновое	Точение чистовое	Точение тонкое	Шлифование предварительное	Закалка, закалка с цементацией	Исправление центровых фасок	Шлифование чистовое	Шлифование точное	Суперфиниширование	Полирование	Доводка не-размерная	Доводка размерная
Соосность относительно базы (в цанге)	15	0,15K	–	0,06K	0,03K	0,02K	Исход.+0,01K	–	0,02K	0,02K	Сохр.	Сохр.	Сохр.	Сохр.	
Прямолинейность оси	16	0,02K	0,02K	0,02K	0,015K	0,01K	Исход.+0,02K	–	0,005K	0,003K	Сохр.	Сохр.	0,001K	0,001K	
Цилиндричность поверхности	17	0,05K	0,03K	0,02K	0,015K	0,01K	Исход.+0,02K	–	0,006K	0,004K	Сохр.	Сохр.	0,001K	0,001K	
Смещение оси при бесцентровой обработке	18	–	0,03K	–	–	0,02K	–	–	0,01K	0,005K	Сохр.	Сохр.	Сохр.	Сохр.	
Коэффициент, учитывающий размер	19	K = 0,004Г + 1, где Г – наибольший габаритный размер обрабатываемой поверхности													

* – операции (переходы), которые используются при удалении напусков или увеличенных припусков.

Выбор маршрута обработки сквозных отверстий ($8 < A < 400$)

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры													
			Черновые, термические, чистовые									Отделочные				
			Растачивание	Сверление (расверливание $d \leq 50$)	Растачивание чистовое	Алмазное растачивание	Зенкерование $d \leq 50$	Сверление глубокое $d \leq 50$	Развертывание $d \leq 50$	Протягивание $1/d \leq 5$	Раскатка (дорнование)	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование	Хонингование $d \geq 40$	Доводка неразмержная	Доводка размерная
Литье в землю, штамповка (без отверстия)	Сталь не-закаленная	1	–	1; 2; 3; 4; 5; 7; 8	2; 3; 7; 8	2; 7	1; 4; 5	6	1; 3; 6	4; 5	4; 7	–	8	1; 2; 3; 5; 6; 8	1; 2; 3; 5; 6; 8	8
	Сталь закаленная	2	–	1; 2; 3; 5; 6	2; 5	5	1; 6	4	4; 6	3	–	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2
	Чугун	3	–	1; 2; 3; 4; 6	4; 6	4	1; 2	5	1; 5	3	1	–	2; 6	2; 3; 4; 5; 6	2; 3; 4; 5; 6	2; 6
Литье, штамповка с пролитым или прошитым отверстием	Сталь не-закаленная	4	1; 2; 3; 6; 7;	4; 5	1; 6; 7	1; 7	2; 4	–	2; 4	3; 5	3; 7	–	6	1; 2; 4; 5; 6	1; 2; 4; 5; 6	6
	Сталь закаленная	5	1; 2; 3; 5	4	1; 5	5	2; 4	6	2; 4; 6	3	–	1; 2; 3; 4; 5; 6	1	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1
	Чугун	6	1; 2; 3; 4; 5; 6	7; 8	1; 3; 5	1; 3	2; 6; 7	–	2; 7	4; 8	2; 3	–	5; 6	1; 4; 5; 6; 7; 8	1; 4; 5; 6; 7; 8	5; 6

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры											Отделочные		
			Черновые, термические, чистовые													
			Растачивание	Сверление (расверливание $d \leq 50$)	Растачивание чистовое	Алмазное растачивание	Зенкерование $d \leq 50$	Сверление глубокое $d \leq 50$	Развертывание $d \leq 50$	Протягивание $1/d \leq 5$	Раскатка (дорнование)	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование	Хонингование $d \geq 40$	Доводка неразмерная	Доводка размерная
Точное литье или штамповка с пролитым или прошитым отверстием	Сталь не-закаленная	7	1*, 2*, 3*, 4*	5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 6	1; 6	2; 5; 8	-	2; 5; 8	3; 7; 9	3; 8	-	4; 9	1; 2; 4; 5; 6; 7; 9	1; 2; 4; 5; 6; 7; 9	4; 9
	Сталь закаленная	8	1*, 2*	3; 4	1; 2	-	4	-	4	2; 3; 5; 6	-	1; 2; 3; 4; 5; 6	1,5	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 2; 3; 4; 5; 6	1; 5
	Чугун	9	1*, 2*, 3*, 4*, 5*	6; 7; 8	1; 2; 3; 4; 5	1	2; 6; 8	-	2; 6; 8	3; 4; 7; 9	4; 7; 8	-	5	1; 2; 3; 5; 6; 9	1; 2; 3; 5; 6; 9	5
	Цветные металлы	10	1*, 2*, 5*	3	1; 2; 5	1	3	-	3	2; 4; 5	2; 3; 4	-	-	1; 5	1; 5	-
Катаные заготовки, трубы	Сталь не-закаленная	11	1*, 2*, 3*, 4*, 9*	5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 6; 9	1; 6; 9	2; 5; 8	-	2; 5; 8	3; 7	3; 8; 9	-	4	1; 2; 4; 5; 6; 7	1; 2; 4; 5; 6; 7	4
	Сталь закаленная	1*	1*, 2*, 7*	3; 4	1; 2; 7	7	4	-	4	2; 3; 5; 6	-	1; 2; 3; 4; 5;	1; 5; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7	1; 5; 7

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры													
			Черновые, термические, чистовые										Отделочные			
			Растачивание	Сверление (рассверливание $d \leq 50$)	Растачивание чистовое	Алмазное растачивание	Зенкерование $d \leq 50$	Сверление глубокое $d \leq 50$	Развертывание $d \leq 50$	Протягивание $1/d \leq 5$	Раскатка (дорнование)	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование	Хонингование $d \geq 40$	Доводка неразмержная	Доводка размерная
Коэффициент трудоемкости	13	1,0	1,2	1,4	2,3	0,8	1,0	0,6	0,3	0,4	–	2,8	1,0	5,0	10,0	
Шероховатость	14	Ra 12,5–20	Ra 12,5–20	Ra 1,25–2,5	Ra 0,63–1,25	Ra 10–го	Ra 0,63–1,25	Ra 0,63–1,25	Ra 0,63–1,25	Ra 0,32–0,63	Сохр.	Ra 0,63–1,25	Ra 0,32–0,63	Rz 0,02–0,1	Rz0,02–0,1	
Точность диаметра (квалитет)	15	12–13	11–13	9–11	6–7	9–11	7–8	6–7	6–9	Исх. + 1 кв.	Исх. + 1 кв.	6–9	Сохр.	Сохр.	–	
Соосность относительно базы	16	0,08K ₂	0,12K ₂	0,04K ₂	0,03K ₂	0,06K ₂	0,06K ₂	Исх. + 0,02K ₂	Исх. + 0,02K ₂	Исх. + 0,001K ₂	Сохр.	0,03K ₂	Сохр.	Сохр.	Сохр.	
Отклонение позиционное (отклонение координат)	17	0,2K ₂	0,1K ₂	0,07 K ₂	0,02K ₂	0,08K ₂	0,06K ₂	Исх. + 0,02K ₂	Исх. + 0,02 K ₂	Исх. + 0,01 K ₂	Исх. + 0,02K ₁	0,02K ₂	Сохр.	Сохр.	Сохр.	
Прямолинейность оси	18	0,015K ₁	0,01K ₁	0,01K ₂	0,007K ₂	0,01K ₂	0,006K ₂	0,004K ₂	0,006K ₂	0,006K ₂	Исх. + 0,02K ₁	0,04K ₂	Сохр.	0,001K ₂	0,001K ₂	

Вид заготовки	Материал детали и его состояние	№ строк	Технологические операции или переходы, изменяющие точностные параметры												
			Черновые, термические, чистовые										Отделочные		
			Растачивание	Сверление (расверливание $d \leq 50$)	Растачивание чистовое	Алмазное растачивание	Зенкерование $d \leq 50$	Сверление глубокое $d \leq 50$	Развертывание $d \leq 50$	Протягивание $1/d \leq 5$	Раскатка (дорнование)	Закалка, закалка с цементацией	Шлифование	Хонингование $d \geq 40$	Доводка неразмерная
Параллельность и перпендикулярность относительно базы	19	0,02K ₁	0,12K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂	0,04 K ₂	0,02K ₂	Сохр.	0,05 K ₁	Сохр.	Исх.+ 0,02 K ₁	0,02 K ₂	Сохр.	Сохр.	Сохр.
Цилиндричность отверстия	20	0,05K ₂	0,04K ₁	0,03K ₂	0,005K ₂	0,006K ₁	0,003K ₁	0,002K ₁	0,006K ₂	0,006K ₂	Исх.+ 0,02 K ₁	0,004 K ₂	Сохр.	0,001K ₂	0,001 K ₂
Смещение оси (при плавающем креплении)	21	–	–	–	–	–	–	0,02 K ₂	0,02K ₂	0,01K ₂	–	–	0,001K ₁	0,002 K ₂	0,002K ₂
Коэффициенты, учитывающие размеры	22	K ₁ = 0,02 – Г + 1, где Г – наибольший габаритный размер отверстия; K ₂ = 0,002 – d + 1, где d – диаметр отверстия													

* – операции или переходы, которые используются при удалении напусков или увеличенных припусков.

Контрольная работа № 2

Контрольная работа № 2 заключается в составлении маршрутов и разработке маршрутной технологии восстановления указанной в индивидуальном задании детали.

Содержание работы и методические указания к ее выполнению

При выполнении контрольной работы необходимо:

1. Дать характеристику условий работы детали в узле, выявить причины возникновения возможных дефектов данной детали в процессе эксплуатации автомобиля и произвести анализ влияния этих дефектов на работу узла или агрегата автомобиля.

2. Изучить технические условия на дефектовку детали, которые содержат сведения о характере возможных дефектов, способах установления дефектов, данные о размерах рабочих поверхностей (номинальный, допустимый без ремонта и для ремонта) и рекомендуемые способы восстановления детали [1, 2].

3. Вычертить эскиз детали с указанием поверхностей, имеющих дефекты, и привести технические условия па дефектовку детали с разработкой дефектовочной карты по форме 1.

Форма 1

Карта технических требований на дефектацию детали					
Деталь (сборочная единица).....					
(Эскиз детали)				Номер детали (сборочной единицы): <small>обозначение по чертежу</small>	
				Материал: <small>наименование, марка, номер стандарта</small>	
				Твердость:	
Позиция на эскизе	Возможные дефекты	Способ установления дефекта и средства контроля	Размер, мм		Заключение (с указанием возможных способов восстановления)
			по рабочему чертежу	допустимый без ремонта	
20	28	35	25	25	42

4. Изучить принципы разработки маршрутов и составить рекомендуемые маршруты восстановления детали, а также определить маршрутные коэффициенты восстановления.

Под маршрутной технологией понимается технология, составленная на комплекс дефектов с учетом наивыгоднейшей последовательности выполнения технологических операций при кратчайшем движении детали по цехам и участкам.

При разработке маршрутов восстановления детали необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- сочетание дефектов в каждом маршруте должно быть действительным и базироваться на результатах исследования закономерностей появления дефектов данной детали;

- маршрут должен предусматривать технологическую взаимосвязь сочетаний дефектов со способами восстановления, т. к. выбор рационального способа восстановления детали зависит от сочетания дефектов;

- количество маршрутов восстановления детали должно быть минимальным (не более 5), т. к. большое количество маршрутов затрудняет производственный процесс, усложняет технологическую документацию и производственный учет. Уменьшение количества маршрутов может быть достигнуто путем объединения вариантов сочетаний, отличающихся между собой наличием незначительных по трудоемкости дефектов; включением в состав маршрута восстановления взаимосвязанных соосных поверхностей; включением во все рекомендуемые маршруты операций, обеспечивающих повышение качества восстановления деталей (правка погнутой, прогонка резьб, зачистка заусенцев и др.);

- восстановление деталей по данному маршруту должно быть экономически целесообразным и учитывать технологическую необходимость восстановления отдельных поверхностей.

По результатам разработки данного вопроса составить карту, характеризующую содержание маршрутов восстановления детали (форма 2).

Маршруты восстановления

Номер маршрута	Номера дефектов, входящих в маршрут	Наименование дефектов, входящих в состав маршрута	Маршрутный коэффициент восстановления
----------------	-------------------------------------	---	---------------------------------------

Маршрутный коэффициент восстановления $K_{мв}$ представляет собой отношение количества деталей, входящих в данный маршрут $n_{дм}$ к общему количеству деталей в партии n_0 .

5. Для одного из маршрутов (по согласованию с преподавателем) разработать технологию восстановления детали и составить карту технологического процесса.

При разработке технологического процесса восстановления детали необходимо:

- произвести анализ возможных способов восстановления детали по каждому из дефектов, входящих в данный маршрут, и выбрать рациональные способы;
- по каждой операции подобрать необходимое оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент;
- определить техническую норму времени на выполнение основных операций;
- технологический процесс восстановления детали представить в виде карты по форме 3.

Технологический процесс восстановления

Наименование детали...							
Материал детали...							
Твердость рабочих поверхностей...							
Суммарное время восстановления...							
Наименование дефектов и эскиз	Номер операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (тип, модель)	Технологическая оснастка	Режущий и измерительный инструмент	Профессия и разряд работы	Штучное время, мин
120	15	195	70	60	60	30	30

Рекомендации по выполнению ремонтного чертежа

Ремонтными считаются чертежи, предназначенные:

- а) для ремонта и контроля после ремонта деталей и сборочных единиц;
- б) изготовления дополнительных ремонтных деталей;
- в) изготовления деталей с ремонтными размерами в тех случаях, когда они не выпускаются промышленностью.

Ремонтными называются размеры, установленные при ремонте деталей и сборочных единиц и отличающиеся от аналогичных размеров по рабочим чертежам.

Ремонтные размеры делятся на категорийные и пригоночные.

Категорийными называются ремонтные окончательные размеры детали, установленные для определенной категории ремонта. Пригоночными называются ремонтные размеры детали, установленные с учетом припуска на пригонку детали «по месту».

Комплект ремонтных чертежей может быть разработан как на автомобиль в целом, так и на его составные части (в дальнейшем – изделия).

Ремонтные чертежи в общем случае разрабатываются на основе:

- а) рабочей конструкторской документации на изделие;
- б) руководства по капитальному ремонту изделия;
- в) технологической документации;
- г) опыта ремонта изделия на авторемонтных предприятиях

Ремонтные чертежи разрабатывают в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Правила выполнения спецификаций

Спецификации ремонтные [4] отражают возможные изменения установленного спецификациями состава сборочных единиц в результате их ремонта и используются для организации ремонта и комплектования конструкторских документов на ремонтируемые изделия.

В спецификацию ремонтную вносят составные части специфицируемой сборочной единицы, которые после ремонта будут входить в эту сборочную единицу.

В спецификацию ремонтного изделия вносят также ремонтные документы, относящиеся к этому изделию (ведомость спецификаций РВС, ведомость ссылочных документов РВД).

Спецификации ремонтные к ремонтным чертежам составляют по ГОСТ 2.108–96. При этом допускается спецификацию ремонтную составлять на поле чертежа на каждую сборочную единицу, на которую разработан ремонтный чертеж, вне зависимости от формата чертежа.

Спецификации Р, составляемые на отдельных листах, выполняют по формам 1 и 1а ГОСТ 2.108–96. Спецификации ремонтные, составляемые на поле чертежа, располагают непосредственно над основной надписью первого листа сборочного чертежа и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификации, выполняемые на отдельных листах.

Спецификацию заполняют сверху вниз. Наименования разделов спецификации записывают в графе «Наименование», выделяя свободными строками сверху и снизу, и подчеркивают. В графе «Формат» указывают форматы по ГОСТ 2.301–68 документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если обозначение формата не умещается в графе «Формат» или если документ выполнен на нескольких листах разных форматов, то в графе «Формат» проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» после «звездочки» проставляют обозначение формата или перечисляют все форматы в порядке их увеличения, например: «А3×3» или «А3», «А4×3». Если рабочий чертеж, входящий в спецификацию сборочной единицы или детали, на которую не разработан ремонтный чертеж, имеет формат, не соответствующий ГОСТ 2.301–68, то в графе «Формат» проставляют то обозначение формата, которое указано в рабочем чертеже, например: «25», «34». Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе «Формат» указывают: «БЧ», а в графе «Наименование» после наименования детали указывают материал, из которого изготовлена деталь. Номера отмененных стандартов на материал не указывают.

Для деталей с категориальными ремонтными размерами, для каждого из которых в дополнение к рабочему чертежу заводом-изготовителем выпущен отдельный чертеж со своим обозначением, в графах «Формат», «Обозначение» и «Наименование» указывают соответствующие данные по каждому чертежу, графу «Кол.» заполняют только для детали с размерами по рабочему чертежу, а в графе «Примечание» после фигурной скобки, объединяющей все указанные чертежи, записывают: «Подбирается при комплектовке».

Для деталей с категорийными ремонтными размерами, заданными заводом-изготовителем на рабочем чертеже в виде таблицы, в которой детали с разными категориями ремонтного размера присвоены отдельные обозначения, графы спецификации для детали с размерами по рабочему чертежу заполняют обычным порядком. Для деталей с категорийными ремонтными размерами в графе «Формат» проставляют «звездочку» (*), в графе «Обозначение» указывают: «Подбирается при комплектовке», проставляют «звездочку» и дают ссылку на обозначение детали с размерами по рабочему чертежу, например: «* см. 130–1004290». Графы «Наименование» и «Кол.» для этих деталей не заполняют.

Правила выполнения ремонтных чертежей

На детали, которые при ремонте не должны или не могут быть разъединены (неразъемные соединения, выполненные сваркой, пайкой и т. п.), отдельные чертежи не выпускают. Указания по ремонту таких деталей приводят на ремонтном чертеже соответствующей сборочной единицы с добавлением, при необходимости, отдельных изображений, поясняющих сущность ремонта.

На ремонтных чертежах (за исключением чертежей на вновь изготавливаемые детали и сборочные единицы) приводят только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для указания подлежащих ремонту элементов. При этом обязательно приводят хотя бы одну проекцию общего вида.

На чертежах, охватывающих два исполнения, изображение одного из которых соответствует зеркальному отражению другого, допускается показывать только одно изображение. При этом над изображением должна быть запись, поясняющая обозначение изображенного и не изображенного исполнений, например:

130–6100136Р – изображено,

130–6100137Р – зеркальное отражение.

На ремонтном чертеже приводят размеры и параметры (шероховатость, твердость, допуски формы и расположения и т. п.) только тех элементов детали, которые подвергаются ремонтному воздействию и должны быть выполнены или проконтролированы в процессе ремонта или сборки изделия.

На ремонтных чертежах поверхности, подлежащие ремонтному воздействию, выполняют сплошной основной линией, остальные элементы изображения – сплошной тонкой линией.

Сплошной основной линией выполняют также фаски и галтели на обрабатываемых поверхностях.

Для обозначения на чертеже изображений, поверхностей, размеров и других элементов применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением Ё, З, Й, О, Ч, Х, Ъ, Ы, Ь. Буквенные обозначения присваивают без повторений и пропусков в алфавитном порядке. При этом сначала буквенные обозначения присваивают видам, разрезам и сечениям, а затем поверхностям и размерам.

Для одной и той же поверхности базу и размер обозначают разными буквами. При недостатке букв применяют цифровую индексацию, например: «Б₁–Б₁». Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

Если ремонт детали осуществляют установкой дополнительной детали, то ремонтный чертеж выполняют как сборочный. При этом на поле чертежа под заголовком «Подготовка детали (или участка детали) к ремонту» помещают изображение детали (или ее участка) в виде разреза или выносного элемента, на котором сплошной основной линией выполняют только поверхности, которые необходимо обработать для обеспечения установки дополнительной детали (рис. 7).

Чертежи дополнительных деталей (втулок, колец), используемых для ремонта одной сборочной единицы, допускается выполнять как групповые по ГОСТ 2.113–95.

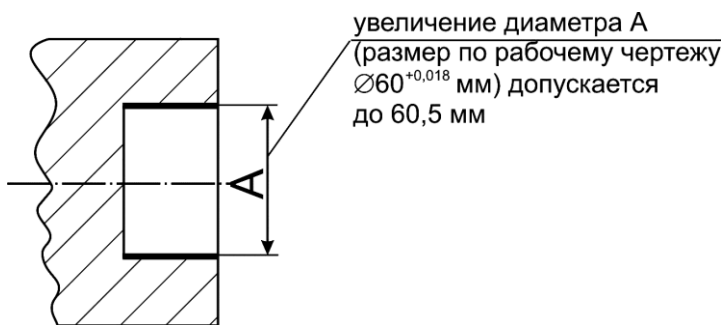


Рис. 7. Подготовка детали к ремонту

Если при ремонте детали удаляют изношенную часть и заменяют ее новой, то на чертеже подготовки участка детали к ремонту удаляемую часть детали изображают штрихпунктирной линией с двумя точками, кроме случаев обработки под дополнительную деталь (рис. 8).

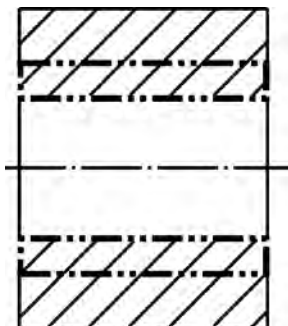


Рис. 8. Подготовка участка детали к ремонту

Допустимые без ремонта размеры и допуски указывают после размеров и допусков по рабочему чертежу в скобках (рис. 9). В технических требованиях об этом дают соответствующее разъяснение.

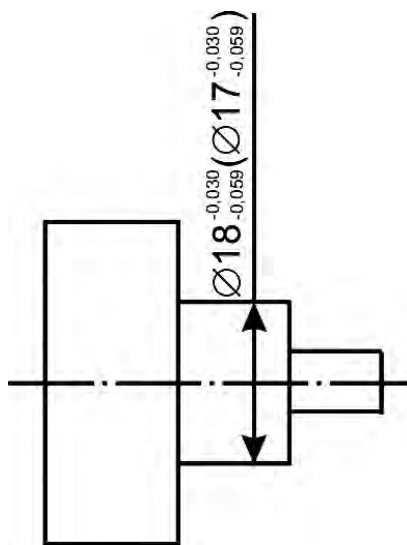


Рис. 9. Обозначение допустимых без ремонта размеров и допусков

На ремонтных чертежах категориальные ремонтные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя материала, представляют буквенными обозначениями. Числовые величины категориальных размеров и соответствующих им допустимых без ремонта размеров указывают в таблице, размещаемой в правой верхней части чертежа (рис. 10).

Условное обозначение размера	Размер по рабочему чертежу	Категория ремонтного размера		
		I	II	III
A	$18^{-0,01}$	$17,8^{-0,01}$	$17,6^{-0,01}$	$17,4^{-0,01}$



Рис. 10. Обозначение категориальных ремонтных размеров

На все категориальные размеры в чертеже составляется одна таблица. Если несколько поверхностей детали имеют разное число ремонтных размеров, таблицу составляют с числом граф соответствующим наибольшему количеству ремонтных размеров. В свободных клетках ставят прочерки.

В тех случаях, когда деталь имеет один ремонтный размер, головку таблицы оформляют как показано на рис. 11.

Условное обозначение размера	Размер по рабочему чертежу	Категорийный ремонтный размер
30	35	35

Рис. 11. Оформление головки таблицы

В сопряженных деталях с категориальными размерами сохраняют класс точности (кавалитет) и посадку, предусмотренные рабочими чертежами. Посадки для дополнительных деталей назначают по ЕСП СЭВ.

Числовые величины размеров поверхностей, ремонтируемых снятием минимально необходимого слоя материала, а также соответствующие им допустимые без ремонта размеры указывают на линиях-выносах (рис. 12).

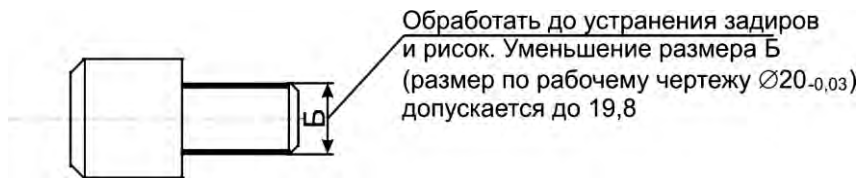


Рис. 12. Обозначение размеров поверхностей, ремонтируемых снятием слоя материала

Размеры, получаемые при совместной обработке, указывают в квадратных скобках. При этом в технических требованиях помещают соответствующие указания.

Размеры нескольких одинаковых элементов наносят один раз с указанием на полке выносной линии или на продолжении размерной линии количества элементов.

Указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей и обозначение баз по ГОСТ 2.308–79.

Высота рамки и ширина поля для обозначения знака вида допуска – 8 мм. Размеры рамки для буквенного обозначения базы – 8×8 мм. Рекомендуемая высота равностороннего треугольника, обозначающего базу – 4 мм.

Обозначение шероховатости подлежащих ремонту поверхностей по ГОСТ 2.309–73. В тех случаях, когда часть ремонтируемых поверхностей детали имеет одинаковую шероховатость, допускается не наносить на чертеже обозначение шероховатости каждой из этих поверхностей, а приводить указание о шероховатости в технических требованиях записью типа: «Неуказанная шероховатость поверхностей, выполненных сплошной основной линией, Rz20».

Правила нанесения показателей твердости на чертежах по ГОСТ 2.310–68.

Допускается параметры твердости указывать в технических требованиях записью типа: «Коренные и шатунные шейки 52HRC», «Поверхность А – 48...52HRC».

В тех случаях, когда в качестве способов восстановления применяют гальванические покрытия, на чертеже указывают микротвердость в МПа, которую обозначают Н_μ.

На чертеже дополнительные детали припуски на обработку, как правило, не указывают, а приводят в скобках размеры после сборки и обработки. При этом в технических требованиях пишут: «Размеры в скобках – после сборки».

Указания о ремонте элементов детали в повелительном наклонении приводят на линиях-выносах. Там же указывают марки электродов, присадочной проволоки, параметры рифления накатки и т. п. с указанием соответствующих стандартов, технических условий или других нормативно-технических документов. Стандартное обозначение гальванических покрытий, применяемых при восстановлении в ремонтных чертежах не приводят, т. к. в это обозначение входит толщина покрытия, а в ремонтном производстве ее величина является переменной, зависящей от величины износа детали.

Например: «Наплавить электродом ОЗШ-2-4,0-2 ГОСТ 9466-75»; «Наплавить вибродуговым способом без охлаждения проволокой 1,2 Нп-40 ГОСТ 10543-82»; «Перезалить антифрикционный слой баббитом БН ГОСТ 1320-74»; «Наплавить проволокой 4-СвАК5 ГОСТ 7871-75 в аргоне»; «Железнить. Н_μ ≥ 5000 МПа».

Если ремонт одного и того же элемента детали возможен несколькими способами, каждый из которых требует своего графического изображения (например, наплавка и постановка дополнительной детали), то на каждой из этих способов выполняют отдельный ремонтный чертеж.

Если эти способы ремонта детали не требуют разного графического изображения, то указания о них приводят на одном чертеже в порядке предпочтения (рис. 13).

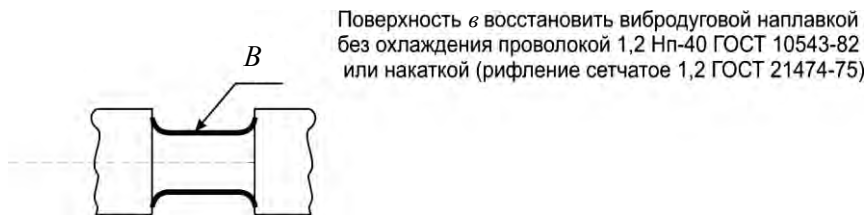


Рис. 13. Обозначение способов восстановления детали

Допускается выполнять один чертеж на разные способы ремонта одного и того же элемента сборочной единицы. При этом основное графическое изображение должно соответствовать более предпочтительному способу ремонта, а остальные способы ремонта, требующие своего графического изображения, выполняют как варианты под соответствующим заголовкам (рис. 14).

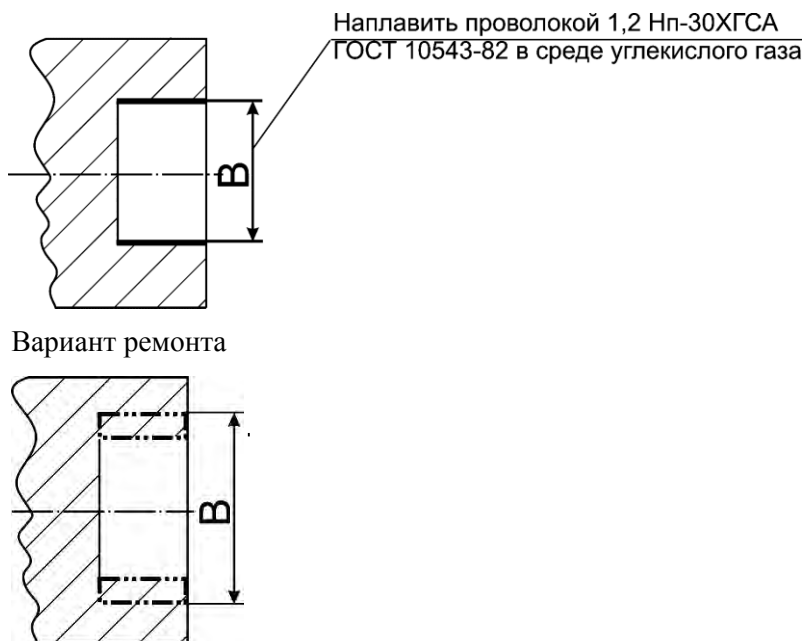


Рис. 14. Обозначение вариантов ремонта

Указания об обработке до устранения дефектов приводят с перечислением конкретных дефектов, например: «Обработать до устранения задигов и рисок».

Подлежащие ремонту резьбы вычерчиваются по ГОСТ 2.311–68. На ремонтных чертежах изображают и обозначают все ремонтируемые резьбы. Если цилиндрические резьбы ремонтируются постановкой резьбовых спиральных вставок, то спиральные вставки не изображают, в спецификации не записывают, а указания о таком ремонте приводят в технических требованиях записью: «Изношенные резьбовые отверстия ремонтировать установкой резьбовых вставок по

РТМ 70.0001.056–76». Если предусматривают восстановление резьбовых отверстий заваркой, наплавкой или постановкой резьбовых свертышей, то на чертеже приводят размеры, определяющие расположение и глубину резьбовых отверстий.

Таблицы, помещенные на ремонтном чертеже, нумеруют в пределах чертежа и дают ссылки на них в технических требованиях или надписях на линиях-выносах (см. рис. 10). При этом над таблицей справа ставят слово «Таблица» с порядковым номером арабскими цифрами (без знака №). Если на чертеже только одна таблица, то ее нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

На каждом ремонтном чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104–2006.

Графы основной надписи выполняют с учетом дополнительных требований:

а) в графе 1 указывают наименование изделия по соответствующему рабочему чертежу изделия, на которое разработан ремонтный чертеж;

б) в графу 2 заносят обозначение детали, которое присваивают в соответствии с требованиями раздела 3 ГОСТ 2.104–2006;

в) содержание графы 3 должно соответствовать содержанию аналогичной графы рабочего чертежа изделия. Номера отмененных стандартов на материалы не указывают;

г) в графе 4 указывают литеру разработанного ремонтного чертежа:

РО – для ремонтных чертежей, предназначенных для проверки и уточнения выбранных способов устранения дефектов, отдельных показателей и норм;

РА – для ремонтных чертежей, предназначенных для серийного производства;

д) в графе 5 для вновь изготавливаемых изделий и дополнительных ремонтных деталей указывают расчетную массу изделия в килограммах без указания единицы измерения. На остальных ремонтных чертежах допускается массу не указывать.

Технические требования оформляют в соответствии с ГОСТ 2.316–2008 на первом листе ремонтного чертежа над основной надписью или спецификацией и излагают, группируя однородные и близкие по характеру требования, по возможности, в следующей последовательности:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность и т. д.), указание материалов заменителей;

б) расшифровка размеров и допусков со «звездочками» (*), например:

«*) Размеры и допуски в скобках – допустимые без ремонта», В случае, если расшифровки требуют три и более вида размеров и допусков, следует использовать значки: *1, *2, *3 и т. д.;

в) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей и т. п. (например: «Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm 1/2T14$ »);

г) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии, шероховатости;

д) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

е) указания об особенностях восстановления деталей, (например, указание о том, что одноименные шейки должны иметь одноименные размеры);

ж) требования к отремонтированному изделию (например: «Выпуклость поверхности М недопустима»);

и) условия и методы испытаний;

к) указание о маркировании и клеймении;

л) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже (например, указания о ремонте резьб резьбовыми спиральными вставками).

В технических требованиях все размеры и допуски указывают с размерностью. Размерность давления указывают в МПа, а в скобках в кгс/см².

Обозначение ремонтных чертежей

Обозначение ремонтного чертежа получают добавлением к обозначению детали или сборочной единицы буквы «Р» (без пропуска или тире).

Шифры ремонтных габаритных, монтажных чертежей, схем, ведомостей и т. д. состоят из буквы «Р» и шифра предусмотренного

для этого документа по ГОСТ 2.102–68, например ремонтного сборочного чертежа – «РСБ».

На сборочном чертеже шифр «СБ» к обозначению не добавляют в случае, если спецификация расположена на поле чертежа.

Ремонтный чертеж детали, имеющий одну поверхность с одним ремонтным размером, обозначают Р1.

Ремонтный чертеж детали, имеющий одну поверхность с n ремонтными размерами, обозначают Р1/Р n .

Ремонтный чертеж детали, имеющий несколько поверхностей с ремонтными размерами, обозначают Р1/Р n , где n – число ремонтных размеров той из поверхностей, которая имеет наибольшее количество категорий ремонтного размера.

Если сборочная единица образована путем установки дополнительной (новой) втулки, гильзы и т. п. на деталь, не имеющую ремонтных размеров, то обозначение последней должно соответствовать обозначению ее по рабочему чертежу с добавлением буквы «Р».

Обозначение ремонтного чертежа дополнительной (новой) детали получают добавлением буквы «Н» к обозначению ремонтного чертежа детали или сборочной единицы, на которую устанавливается дополнительная деталь.

Если для ремонта основной детали или сборочной единицы требуется не один, а несколько дополнительных деталей, обозначение их получают добавлением к букве «Н» порядковых номеров этих деталей (Н1, Н2 и т. д.).

Обозначение ремонтных чертежей различных вариантов ремонта одной и той же детали (сборочной единицы) получают добавлением к обозначению детали (сборочной единицы) буквы «Р» и через тире римских цифр I, II и т. д. (соответственно для первого, второго и последующих вариантов ремонта).

Рекомендуемая литература к контрольной работе № 2

1. Ярошевич, В.К. Технология производства и ремонта автомобилей / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2008. – 639 с.
2. Савич, А.С. Технология и оборудование ремонта автомобилей / А.С. Савич, В.П. Иванов, В.К. Ярошевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2009. – 463 с.
3. Ремонт автомобилей: учебник для вузов / под ред. Л.В. Дехтеринского. – М.: Транспорт, 2002. – 296 с.
4. ЕСКД. Ремонтные документы: ГОСТ 2.602–95. – М.: Стандартиформ, 2008. – 20 с.
5. ЕСКД. Чертежи ремонтные. Общие требования: ГОСТ 2.604–2000. – М.: Стандартиформ, 2008. – 8 с.
6. Технические условия на капитальный ремонт автомобилей (соответствующей модели согласно индивидуальному заданию).

Содержание

Введение.	3
Цель и задачи дисциплины «Технология производства и ремонта автомобилей».	4
Теоретические основы технологии производства автомобилей.	5
Технология ремонта автомобилей.	8
Рекомендуемая литература.	16
Контрольные работы.	17
Контрольная работа № 1.	17
Рекомендуемая литература к контрольной работе № 1.	42
Приложение к контрольной работе № 1.	43
Контрольная работа № 2.	53
Рекомендуемая литература к контрольной работе № 2.	68

Учебное издание

САВИЧ Александр Семенович
ИВАШКО Виктор Сергеевич
БУЙКУС Кястас Вито

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Учебно-методическое пособие

Редактор Е.О. Коржуева
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 07.07.2011.

Формат 60×84^{1/16}. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 4,07. Уч.-изд. л. 3,18. Тираж 150. Заказ 344.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.