

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ивановский государственный политехнический университет

Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

## **ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ**

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Основы технологии производства и ремонта автомобилей»

Иваново 2013

Составитель А.В. Маркелов

УДК

Технология изготовления и ремонта автомобилей: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы технологии производства и ремонта автомобилей» / ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»; Сост. А.В. Маркелов. – Иваново, 2013. – 47с.

Методические указания содержат всю необходимую информацию для проектирования технологических процессов изготовления и восстановления деталей автомобиля, сборки узлов и агрегатов автомобиля.

В методических указаниях даются основные требования к оформлению курсовой работы, определяется объем расчетно-пояснительной записки и графической части, приводится последовательность выполнения курсовой работы и необходимый справочный материал.

Данные методические указания предназначены для студентов специальности 150200 – «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Библиогр. : 32 назв.

**Рецензент: заведующий кафедрой « Автомобили и автомобильное хозяйство», канд. техн. наук В. А. Масленников**

## Оглавление

Введение	5
1. Общие указания по выполнению курсовой работы.....	6
1.1. Задание на курсовую работу.....	6
1.2. Состав и объем курсовой работы.....	6
1.3. Порядок работы над курсовой работой.....	6
2. Разработка и расчет технологического процесса изготовления детали.....	8
2.1. Исходные данные.....	8
2.2. Структура расчетно-пояснительной записки.....	8
2.3. Определение типа производства.....	9
2.4. Описание узла, в который входит деталь.....	9
2.5. Технические условия на изготовление детали.....	10
2.6. Выбор и обоснование метода получения заготовки.....	10
2.7. Разработка чертежа заготовки.....	11
2.8. Выбор плана обработки поверхности.....	12
2.9. Выбор технологического оборудования.....	13
2.10. Выбор технологической оснастки.....	14
2.11. Выбор режущего инструмента.....	15
2.12. Выбор измерительного инструмента.....	16
2.13. Выбор и обоснование технологических баз.....	16
2.14. Разработка маршрута следования заготовки по операциям...	17
2.15. Расчет межоперационных припусков и размеров на механическую обработку.....	19
2.16. Расчет режимов резания.....	21
2.17. Структура графической части.....	25
3. Разработка и расчет технологического процесса восстановления детали.....	27
3.1. Исходные данные.....	27
3.2. Структура расчетно-пояснительной записки.....	27
3.3. Определение типа производства.....	28
3.4. Описание узла, в который входит деталь.....	28
3.5. Описание назначения и условий работы детали в узле.....	28
3.6. Технические условия на контроль и сортировку.....	28
3.7. Способы устранения дефектов.....	30
3.8. План восстановления поверхностей.....	30
3.9. Выбор технологических баз.....	30
3.10. Выбор технологического оборудования, оснастки и инструмента.....	30
3.11. Разработка маршрута восстановления детали.....	31
3.12. Расчет межпереходных припусков и размеров на восстановление поверхностей.....	33
3.13. Расчет режимов резания.....	33

3.14. Структура графической части.....	34
4. Разработка и расчет технологического процесса сборки узла или агрегата.....	36
4.1. Исходные данные.....	36
4.2. Структура расчетно-пояснительной записки.....	36
4.3. Технологичность сборочной единицы.....	36
4.4. Монтажные зазоры и натяги.....	37
4.5. Сборка сопряжений агрегата.....	37
4.6. Технологический процесс сборки агрегата.....	38
4.7. Расчет подвижных разъемных и неразъемных соединений....	39
4.8. Структура графической части.....	39
Библиографический список	40
Приложение 1	42
Приложение 2	44
Приложение 3	45
Приложение 4	46
Приложение 5	47
Приложение 6	48

## ВВЕДЕНИЕ

Организация производства на современном автомобилестроительном или ремонтном предприятии и квалифицированное управление требует:

- совершенного знания возможностей производства;
- умение создавать современные конкурентоспособные технологии.

Технологическая подготовка производства (ТПП) – важный этап процесса создания машин. В ходе выполнения ТПП конструкция машины отрабатывается на технологичность. Кроме этого разрабатываются технологические процессы (ТП) сборки изделия, изготовления заготовок и деталей и их ремонт. Одной из задач ТПП является разработка оптимальных ТП. Это позволяет экономить все виды ресурсов и сокращать себестоимость деталей и автомобилей в целом.

Целью выполнения курсовой работы является выработка у студентов умения и навыков самостоятельной разработки технологических процессов изготовления и восстановления различных деталей, сборки узлов и агрегатов автомобилей. Дальнейшее развитие навыков самостоятельной работы с литературой, умения пользоваться государственными стандартами, нормами, справочными материалами и т.д.

Данное методическое пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» для выполнения курсовой работы по дисциплине «Основы технологии производства и ремонт автомобилей».

# **1 Общие указания по выполнению курсовой работы**

## **1.1 Задание на курсовую работу**

Задание на курсовую работу выдается студенту на специальном бланке (Приложение 1). Оно состоит из нескольких связанных между собой разделов. Перечень разделов, подлежащих разработке в курсовом проекте, определяет консультант в задании на курсовое проектирование.

Задание может быть выдано на реальный проект или включать реальную разработку одного из разделов проекта по просьбе предприятия, на котором студент проходил производственную практику.

Темами курсовых работ могут быть и исследовательские работы по технологии восстановления деталей.

Задание на курсовую работу выдается до начала проектирования, подписывается консультантом, студентом и утверждается заведующим кафедрой и подшивается к расчетно-пояснительной записке.

## **1.2 Состав и объем курсовой работы**

В состав курсовой работы входят расчетно-пояснительная записка объемом 25-30 листов формата А4 (297 X 210) и графическая часть, включающая 3 листа чертежей формата А1 (594 X 841) по ГОСТу

Содержание расчетно-пояснительной записки и графической части подробно будет рассмотрена в соответствующих разделах данного методического пособия в зависимости от выданного задания на курсовое проектирование.

## **1.3 Порядок работы над курсовой работой**

Курсовую работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Подробно изучить и уточнить с консультантом задание на проектирование. Подобрать необходимый материал, рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи узла или агрегата, типовые технологические процессы, технические условия на контроль и сортировку деталей, технические условия на ремонт и сборку автомобилей, справочную литературу. Предварительно ознакомится с этим материалом, установить объем и порядок работы, составить план-график выполнения проекта.

2. Произвести предварительную разработку принципиальных схем технологических процессов сборки узла или агрегата, восстановления и изготовления детали. Такая предварительная разработка позволит, не отвлекаясь для решения частных вопросов, оценить соответствие технологического процесса условиям данного предприятия.

3. Произвести детальную разработку технологических процессов, разработать маршрут следования заготовки по операциям и оформить графическую часть по данным разделам.

4. Оформить расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Курсовая работа выполняется в сроки, предусмотренные учебным планом и по календарному плану, разрабатываемой кафедрой.

Студенты-заочники выполняют курсовую работу в межсезонный период и в начале экзаменационной сессии предъявляют его консультанту для проверки.

Курсовая работа принимается к защите после того, как консультантом проверены и подписаны все листы и расчетно-пояснительная записка.

Технология автостроения постоянно совершенствуется. В производстве внедряются новые, более производительные технологические процессы, совершенствуется организация производства, механизуются и автоматизируются производственные процессы.

В курсовой работе студент должен критически подходить к материалам, полученным на предприятии, полученным или взятым из учебника, учитывать все новое, что публикуется в периодической печати с тем, чтобы предлагаемые им решения отвечали требованиям сегодняшнего дня.

Технологические процессы сборки и восстановления разрабатываются применительно к условиям авторемонтного завода. Повышение качества сборки и снижение себестоимости достигается за счет использования передовых методов сборки, механизации и автоматизации трудоемких и транспортных процессов.

Технологический процесс восстановления деталей разрабатывается на основе маршрутной технологии. При разработке технологического процесса необходимо произвести анализ нескольких способов восстановления детали и выбрать наилучший по технико-экономическим показателям.

Технологический процесс изготовления детали разрабатывается применительно к условиям среднесерийного производства. Уровень разработки технологического процесса должен соответствовать современным достижениям технологии машиностроения.

## **2. Разработка и расчет технологического процесса изготовления детали**

### **2.1 Исходные данные**

- Сборочный чертеж узла, в который входит деталь. Сборочный чертеж должен содержать проекции, сечения и разрезы, дающие полное представление о конструкции узла или агрегата.

- Рабочий чертеж детали, для которой разрабатывается технологический процесс изготовления, с указанием классов точности и шероховатости поверхностей, термической обработки и других технических условий на изготовление.

- Годовая производственная программа.

### **2.2 Структура расчетно-пояснительной записки**

Расчетная часть курсовой работы выполняется в виде расчетно-пояснительной записки, которая должна иметь следующую структуру:

Титульный лист (Приложение 2)

Задание на курсовое проектирование (Приложение 1. Форма 1)

Содержание

Введение

1 Описание узла, в который входит деталь

2 Технические условия на изготовление детали

3 Определение типа производства

4 Выбор и обоснование метода изготовления заготовки

5 Разработка чертежа заготовки

6 Выбор плана обработки поверхности детали

7 Выбор технологического оборудования

8 Выбор технологической оснастки

9 Выбор режущих инструментов

10 Выбор измерительных инструментов

11 Выбор и обоснование технологических баз

12 Разработка маршрута следования заготовки по операциям

13 Расчет межоперационных припусков на механическую обработку и межпереходных размеров

14 Расчет режимов резания обработки детали на 3-4 операции по согласованию с консультантом

15 Заключение

16 Библиографический список



## 2.3 Определение типа производства

Различают следующие типы производства:

1. Единичное.
2. Серийное:
  - мелкосерийное;
  - среднесерийное;
  - крупносерийное.
3. Массовое.

Сначала необходимо определить размер партии деталей одного типоразмера, запускаемой в обработку в год и установить тип производства по таблице 1.

Размер партии  $N$ , штук, определяется по формуле

$$n = 0,04 \cdot N \quad (1)$$

где  $N$  – годовая программа по изготовлению деталей, штук. задается в задании.

В курсовом проекте тип производства определяется по табл. 1.

Таблица 1.

### Определение типа производства [1]

Тип производства	Количество обрабатываемых за год деталей одного типоразмера и наименования		
	Тяжелых более 100 кг	Средних от 10 до 100 кг	Легких до 10 кг
Единичное	до 5	до 10	до 100
Мелкосерийное	5 – 100	10 – 200	100 – 500
Среднесерийное	100 – 300	200 – 500	500 – 5000
Крупносерийное	300 – 1000	500 – 5000	5000 – 50000

Тип производства определяет уровень универсальности применяемых станков, технологической оснастки, режущих и измерительных инструментов.

## 2.4 Описание узла, в который входит деталь

Изучить конструкцию узла или агрегата, в который входит деталь и в записке дать краткое описание назначения и условий работы узла (агрегата).

## 2.5 Технические условия на изготовление детали

Изучить и кратко описать в пояснительной записке назначение и условия работы детали в узле (агрегате). Перечислить требования, предъявляемые к детали.

Провести технологический контроль рабочего чертежа и технических условий на изготовление и технологичность детали [2].

Проверить:

- достаточность проекций, разрезов, сечений детали;
- правильность простановки размеров и возможность их непосредственного измерения, в случае отсутствия такой возможности перестроить размерную цепь;
- обоснованность требований по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей;
- обоснованность допускаемых отклонений от правильной геометрической формы и пространственных отклонений.

Рабочий чертеж детали должен содержать данные о материале детали, термообработке, твердости, наличии на детали покрытия, дисбалансе, весе и т.д. При отсутствии перечисленных данных необходимо доработать рабочий чертеж. Исходными данными для доработки служат условия работы детали в механизме, назначение элементарных поверхностей детали, нагрузки, воспринимаемые или передаваемые им.

## 2.6 Выбор и обоснование метода изготовления заготовки

При выборе метода получения заготовки необходимо пользоваться следующими критериями [2, 3]:

- технологическими свойствами материала (штампруемость, жидкотекучесть, свариваемость и т.д.);
- конфигурацией детали;
- размерами детали;
- типом производства.

Заготовки в виде отливок применяются при изготовлении деталей сложной формы (блок цилиндров, картер КПП, картер редуктора заднего моста, коленчатый вал, поршень и т.д.).

Поковки и штамповки применяются при изготовлении деталей с большими перепадами диаметров, испытывающих напряжения растяжения, сжатия, изгиба (ведущий вал КПП, ведущая цилиндрическая шестерня редуктора заднего моста, полуось с фланцем и т.д.).

Прокат черных и цветных металлов применяется при изготовлении деталей с небольшим перепадом диаметров, которые по своей конфигурации с учетом максимального диаметра приближается к сортовому прокату: валики масляного и водяного насосов, ползуны переключения передач, ось блока шестерен заднего хода, шкворень и т.д.

Необходимо учитывать, что с повышением точности получения заготовки снижается объем обработки и расход металла, но повышается стоимость получения заготовки.

В расчетно-пояснительной записке дать обоснование выбора вида и способа получения заготовки, исходя из материала детали, условий ее работы и типа производства.

## 2.7 Разработка чертежа заготовки

Для разработки чертежей заготовок, изготавливаемых различными методами, рекомендуется следующая литература:

- литые заготовки [4];
- поковки стальные штампованные [5];
- заготовки из круглого проката [6].

Чертеж заготовки выполняют, совмещенным с эскизом детали. На чертеже заготовки указывают ее размеры с предельными отклонениями и величинами припусков на обработку. Остальные особенности оформления чертежа рассмотрены в приведенной литературе. Ниже приведен пример чертежа заготовки из круглого проката (рисунок 1).

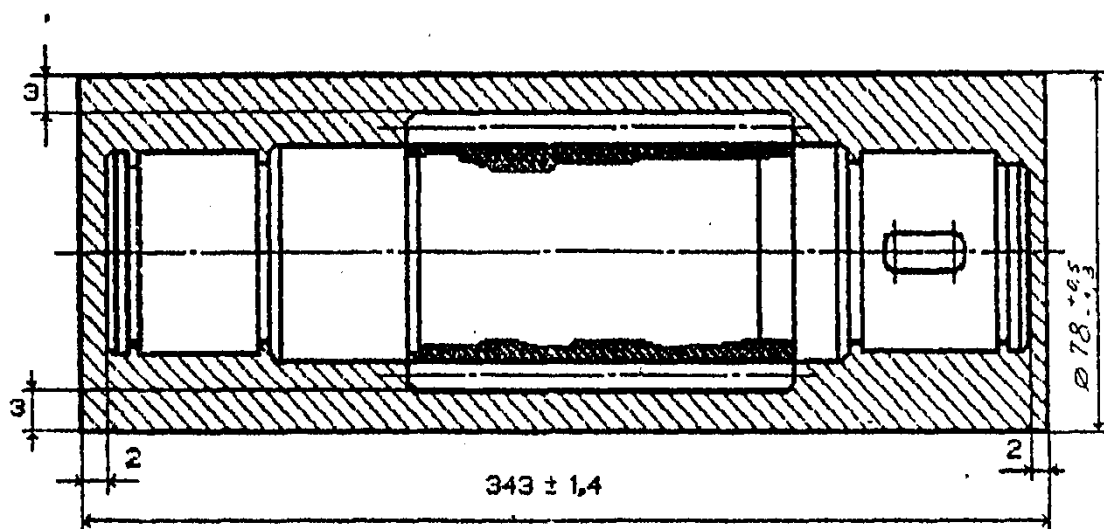


Рис. 1. Заготовка из круглого проката для детали «вал-шестерня»

## 2.8 Выбор плана обработки поверхностей детали

Вычертить на листе расчетно-пояснительной записки эскиз детали (без указания размеров) и обозначить номерами поверхности (включая поверхности установочных, например, центровочные отверстия). При дальнейшей разработке технологического процесса ссылаться в текстах, таблицах расчетно-пояснительной записки и в графической части к данному разделу на эти номера.

Количество переходов для обработки конкретной поверхности зависит от точности заготовки и точности поверхности детали по чертежу. Отношение допуска заготовки  $\delta_{\text{заг}}$  к допуску детали  $\delta_{\text{дет}}$  будет составлять требуемую величину уточнения.

Получить из заготовки требуемую точность поверхности детали за один переход часто не удается. Поэтому обработку приходится вести за несколько технологических переходов. Каждый из них дает уточнение. Общее уточнение  $\varepsilon_{\text{общ}}$  будет равно произведению уточнений всех назначенных переходов.

$$\varepsilon_0 = \frac{\delta_{\text{заг}}}{\delta_{\text{дет}}}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_{\text{общ}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n, \quad (3)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\delta_{\text{заг}}}{\delta_1}, \varepsilon_2 = \frac{\delta_1}{\delta_2}, \dots, \varepsilon_n = \frac{\delta_{n-1}}{\delta_n}.$$

где  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  - уточнения после 1-го, 2-го, n-го перехода;

$\delta_1, \delta_2, \delta_{n-1}, \delta_n$  - допуски на размер, получаемые после выполнения 1-го, 2-го, n-1, n-го переходов.

Должно выполняться следующее условие:

$$\varepsilon_{\text{общ}} > \varepsilon_0. \quad (4)$$

Пример. Определить требуемое количество переходов при обработке наружной цилиндрической поверхности диаметром  $72h11_{(-0.19)}$ . В качестве заготовки принят круглый прокат диаметром  $78^{+0.5}_{-1.3}$  (рис. 1).

Допуск на изготовление заготовки:

$$\delta_{\text{заг}} = 0,5 - (-1,3) = 1,8 \text{ мм}, \delta_{\text{дет}} = 0,19 \text{ мм},$$

Тогда величина уточнения по формуле (2)

$$\varepsilon_0 = \frac{1,8}{0,19} = 9,47.$$

Как правило, первый переход - черновое точение. В соответствии с [2] после чернового точения точность обработанной поверхности соответствует 12-14 квалитетам. Принимаем 12 квалитет точности, для которого допуск на изготовление составит  $\delta_1 = 0,3 \text{ мм}$  [7].

Тогда уточнение для чернового точения по формуле (3)

$$\varepsilon_1 = \frac{1,8}{0,3} = 6.$$

$\varepsilon_1 < \varepsilon_0$ , т.к.  $6 < 9,47$ , т.е. условие получения требуемой точности размера чернового точения недостаточно. Назначается следующий переход – получистовое точение, после выполнения, которого могут быть получены 11–13 квалитеты точности. Выбираем 11 квалитет, для которого  $\delta_2 = 0,19$  мм.

Тогда уточнение для получистового точения по формуле (3)

$$\varepsilon_2 = \frac{0,3}{0,19} = 1,58.$$

$$\varepsilon_{\text{общ}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = 6 \cdot 1,58 = 9,47.$$

$\varepsilon_{\text{общ}} = \varepsilon_0$ , т.е. условие выполняется и для обработки поверхности необходимо последовательное выполнение двух переходов: чернового и получистового точения.

Часто определение уточнений является проверочным расчетом. На практике план обработки и назначение переходов может быть определен из накопленного опыта машиностроительных предприятий и с помощью таблиц приведенных в источниках [2,8,9] и др. источниках. Сначала определяется переход, обеспечивающий точность поверхности по чертежу, затем предшествующий переход и так до заготовки.

Планы обработки назначаются для всех поверхностей детали и оформляются в виде таблицы 2.

Таблица 2

План обработки поверхностей (пример)

Номер и название поверхности	Содержание переходов	Точность размеров, квалитет	Шероховатость $R_z, R_a$ , мкм	Точность формы
1. Наружная цилиндрическая 72h11	Заготовка	14	$R_z$ 40	Требования на чертеже отсутствуют
	1. Черновое точение	12	6,3–50	
	2. Получистовое точение	11	1,6–25	

## 2.9 Выбор технологического оборудования

При выборе оборудования учитывают следующие факторы:

- Технологические возможности станков.
- Соответствие рабочей зоны станка габаритам обрабатываемой заготовки.
- Возможность достижения при обработке требуемой точности и шероховатости.

- Соответствие мощности станка назначенным режимам резания.
- Обеспечение необходимой производительности в соответствии с заданной программой изготовления деталей.
- Обеспечение наименьшей себестоимости обрабатываемой детали (нужно выбирать станки с минимально возможными мощностью, габаритными размерами, группами ремонтной сложности, стоимостью).

В данном разделе приводятся основные технические характеристики станков для всех операций технологического процесса. Рекомендации по выбору типа оборудования изложен в Приложении 3, а также в литературе [2,10,11].

## 2.10 Выбор технологической оснастки

Выбор приспособления зависит от программы выпуска изделий, размеров, конфигурации заготовки и способа базирования.

По степени специализации приспособления делятся на шесть групп:

- Универсально-безналадочные приспособления (УБП).
- Универсально-наладочные приспособления (УНП).
- Универсально-сборочные приспособления (УСП).
- Сборно-разборные приспособления (СРП).
- Неразборные специальные приспособления (НСП).
- Специализированные наладочные приспособления (СНП).

К УБП относятся универсальные приспособления общего назначения (центры, токарные патроны, поводковые устройства, оправки, люнеты, цанговые приспособления и др.). Они комплектуются вместе со станком.

УНП состоят из постоянной части и сменных наладок. Постоянная часть всегда остается неизменной. Она включает в себя корпус, зажимное устройство с приводом и используется многократно. Сменная наладка изменяется в зависимости от конкретной обрабатываемой детали. К данной группе относятся: тиски машинные, кондукторы, пневматические патроны со сменными кулачками и т.д.

УСП собираются из нормализованных узлов и деталей. Каждая компоновка УСП предназначена для обработки конкретной детали на определенной операции. При отсутствии надобности в таком приспособлении оно разбирается на части, которые потом используются в других компоновках. Комплекты УСП используются для установки и обработки в них корпусных деталей.

СРП являются разновидностью УСП. Но в отличие от них в компоновках СРП количество сборочных единиц преобладает над деталями. СРП переналаживается при помощи перекомпоновки и регулирования базирующих зажимных элементов или при помощи смены наладки. После обработки партии деталей приспособление снимается со станка и хранится до запуска новой партии.

Каждое НСП служит для обработки конкретной детали на определенной операции. Преимущество их в том, что они позволяют без дополнительной выверки придать заготовке требуемое положение относительно координат станка. Недостаток в том, что для каждой новой операции требуется проектировать и изготавливать новое приспособление. Это увеличивает время на подготовку производства и увеличивает себестоимость детали, поэтому целесообразно использовать НСП в крупносерийном и массовом производствах.

СНП – это специальное приспособление, обладающее свойством универсальности, вследствие наличия элементов, допускающих наладку приспособления путем регулирования. Благодаря этому одно и то же приспособление можно использовать для обработки ряда деталей одной конструкции, незначительно отличающихся друг от друга.

Универсальность приспособлений позволяет устанавливать и обрабатывать в них детали различных типоразмеров. Это позволяет уменьшить затраты на приспособления. Благодаря применению специальных приспособлений может быть уменьшено время на установку и снятие детали. Однако обработка в них деталей с небольшой годовой программой выпуска экономически невыгодна.

В данном разделе для всех операций ТП приводится описание применяемых приспособлений и сводится в таблицу 3. Рекомендации по выбору оснастки изложены в Приложении 3 и справочной литературе [2,8,12].

Таблица 3

Описание выбранных приспособлений (пример)

Номер и наименование операции	Название приспособления	ГОСТ или ТУ на приспособление	Геометрические характеристики приспособления
1	2	3	4
1	2	3	4
015 токарная	Центр упорный	ГОСТ 18259-72	
	Центр вращающийся	ГОСТ 8742-75	Конус Морзе 5
	Хомутик Поводковый 7107-0044	ГОСТ 25780-70	Диаметр зажимаемой детали: наименьший 65мм наибольший 80мм

### 2.11 Выбор режущего инструмента

На выбор режущего инструмента влияют следующие факторы:

- метод обработки;
- марка обрабатываемого материала;
- размеры и конфигурация обрабатываемой поверхности;

- качество обрабатываемой поверхности;
- программа изготовления деталей.

В первую очередь надо ориентироваться на выбор стандартного инструмента (особенно в серийном производстве). Предпочтение следует отдавать инструментам, оснащенным твердыми сплавами Т15К6, Т5К10, В6 и т.д. При их использовании выше режимы резания, производительность и ниже трудоемкость обработки детали. В данном разделе приводятся характеристики всех режущих инструментов, применяемых при обработке детали и сводятся в таблицу 4. Рекомендации по типу режущего инструмента изложены в Приложении 3 и справочной литературе [2,11,13].

Таблица 4

Описание выбранного режущего инструмента (пример)

Наименование и номер операции	Название режущего инструмента	ГОСТ или ТУ на режущий инструмент	Геометрические характеристики материала режущей части
015 токарная	Резец токарный проходной упорный	ГОСТ 18879-73	Размер державки hxbxl -25x20x140 Радиус при вершине r=1,5мм, угол в плане 90

## 2.12 Выбор измерительных инструментов

В данном разделе необходимо привести перечень и характеристики измерительных инструментов. Средства измерения выбирают в зависимости от допуска контролируемого размера и допускаемой погрешности измерений с учетом рекомендаций изложенных в литературе [14].

Пример. Для контроля линейных размеров на токарной операции 015 используется штангенциркуль ШЦ-11-250-0,05 по ГОСТ 166-80 пределы измерений 0-250 мм, значение отсчета по нониусу – 0,05 мм.

## 2.13 Выбор и обоснование технологических баз

Базирование – это выбор расположения детали относительно систем координат станка, режущего инструмента или определенных поверхностей. Различают основную и вспомогательные базы.

Основная или конструкторская база – это совокупность поверхностей, используемых для определения положения детали в изделии. Она задается на рабочем чертеже детали конструктором.

Вспомогательные базы подразделяются на технологическую и измерительную.



Технологическая база – это совокупность поверхностей, используемых при изготовлении или ремонте детали. С помощью этих поверхностей производится ориентация заготовки относительно систем координат станка и режущего инструмента.

Измерительная база – это совокупность поверхностей, используемых при измерении.

При выборе технологической базы необходимо выбрать черновую и чистовую базы. Черновая база выбирается так, чтобы она обеспечила равномерное распределение припуска при дальнейшей обработке и наиболее точное взаимное расположение обработанных и необработанных поверхностей у готовой детали. Черная (необработанная) поверхность заготовки может быть выбрана в качестве базы только на первой установке. Дважды черновые базы использовать нельзя.

В качестве чистовой базы при точной обработке следует по возможности использовать конструкторские базы. При выборе технологических (установочных) баз необходимо, чтобы соблюдался принцип постоянства и совмещения баз, так как при этом погрешность установки (базирования) заготовки будет минимальна.

Например. При изготовлении зубчатого колеса сначала обрабатывается отверстие в ступице. Черновой базой при этом будет необработанная торцовая поверхность. Все последующие операции по обработке зубчатого колеса осуществляются относительно обработанного отверстия в ступице, которое будет являться чистовой технологической и одновременно основной конструкторской базой.

Выбранные базы привести в таблице 5, используя рекомендации, изложенные в литературе [2].

Таблица 5

Технологические базы для обработки детали

Тип базы	Поверхность базы	Главный размер базы	Виды обработки с использованием данной базы
----------	------------------	---------------------	---

## 2.14 Разработка маршрута следования заготовки по операциям

При разработке маршрута следования заготовки по операциям необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- определить наименование и последовательность выполнения операций по обработке деталей;
- разработать последовательность переходов на каждой операции;
- выбрать модель станка, технологическую оснастку, режущие инструменты;
- разработать схему обработки детали на операции в соответствии с выбранным станком, приспособлением, режущим инструментом;

- при разработке маршрута пользоваться типовыми маршрутами обработки деталей, которые применяются в авто- и машиностроении [2,11,15,21];

- на первых операциях обрабатываются черные или неотчетливые поверхности;

- при невысокой точности исходной заготовки (поковка, штамповка, литье) обработку начинают с черновой обработки (черновое точение, растачивание, черновое фрезерование и т.д.);

- при точной заготовке (холоднотянутый прокат, литье под давлением) обработку следует начинать с чистовых операций;

- чистовые и отделочные операции, а также ответственные поверхности (шлифование, хонингование и т.п.) производить в последнюю очередь;

- в первую очередь обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут установочными базами. Далее обрабатываются остальные поверхности в порядке, обратном их точности;

- при разработке ТП ответственных деталей необходимо придерживаться деления процесса на стадии (черновая, получистовая, чистовая, отделочная).

Маршрут следования заготовки по операциям оформляется в виде эскиза полуфабриката, полученного на данной операции.

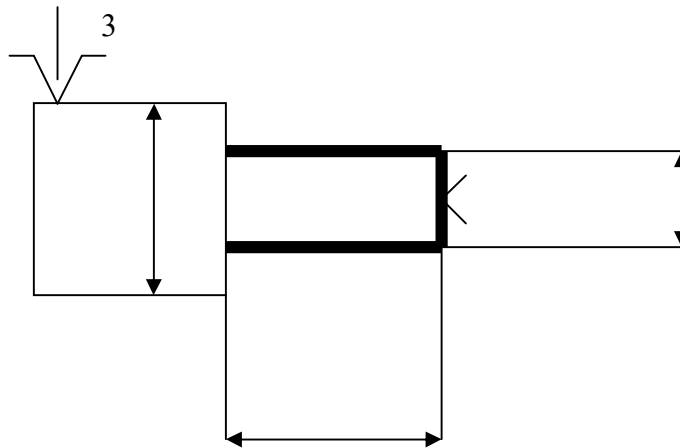
Для каждой операции указывается: номер операции, название операции, оборудование, приспособление, схема базирования с помощью условных обозначений, размеры обрабатываемых поверхностей, режущий, измерительный и вспомогательный инструмент. Поверхности, которые подлежат обработке на данной операции необходимо выделить жирной или красной линией. Название операции образуется от названия оборудования (см. пример).

Например.

015 Операция токарная

Оборудование: токарно-винторезный станок 16К20

Приспособление: трехкулачковый универсальный патрон и неподвижный упорный центр



Режущий инструмент: проходной, упорный резец

Измерительный инструмент: штангенциркуль

Рисунок 2. Пример оформления технологического маршрута

Каждая операция оформляется на отдельном листе расчетно-пояснительной записки форматом А4. Рекомендации по разработке технологического маршрута изложены в литературе [2,8,9,13,15-19].

### 2.15 Расчет межоперационных припусков на механическую обработку и межпереходных размеров

Расчет припусков и межпереходных размеров выполняется для 3-4 операций по согласованию с консультантом.

Существуют два основных метода расчета припусков и межпереходных размеров: расчетный и табличный. В курсовой работе используется табличный метод, который рассчитывается в следующей последовательности:

1. За основу берется соответствующий план обработки поверхности из таблицы 2.

2. По таблицам экономической точности [2,5,13] находят номинальные припуски  $Z_{i \text{ ном}}$  на все переходы, кроме черногого.

3. Определяют номинальный припуск на черновую обработку  $Z_{\text{черн.ном}}$  как разность между общим припуском  $Z_{\text{общ}}$  и суммой межпереходных припусков на отделочную и чистовую обработку данной поверхности

$$Z_{\text{черн.ном}} = Z_{\text{общ}} - Z_{\text{ином}}. \quad (5)$$

Примечание. Для диаметральных размеров используют удвоенные значения припусков (припуски назначают на диаметр).

4. Назначают допуски на размер заготовки и межпереходные размеры в соответствии с достигаемым качеством [2,8,14]. Допуски на размеры детали берутся из чертежа.

5. Определяют межпереходные размеры путем последовательного прибавления – для наружных поверхностей (вычитания – для отверстий) межпереходного номинального припуска к предыдущему размеру, начиная с размера готовой детали. Все расчеты сводятся в таблицу 6.

Пример. Рассчитать межпереходные размеры и припуски табличным методом для шейки вала диаметром  $50_{-0,05}$ .

План обработки поверхности: черновое точение, чистовое точение, шлифование обдирочное, шлифование чистовое. Заготовка получена методом горячей штамповки.

Минимальный припуск  $2Z_{\min}$  по видам обработки [2,8,14]:

- шлифование чистовое 50 мкм;
- шлифование обдирочное 100 мкм;
- точение чистовое 250 мкм;
- точение обдирочное 1400 мкм.

Таблица 6

Карта расчета межпереходных размеров и припусков

Элементарная поверхность детали и план обработки	Минимальный припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный миним. размер, $d_{\min p}$ мм	Допуск на изготовление $T\delta$ мкм	Принятые округлен. размеры по переходам, мм		Получен. предельн. припуски мкм	
				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max p}$	$2Z_{\min p}$
1. Штамповка	-	51,89	2000	54	52	-	-
2. Точение черновое	1400	50,405	510	51	50,49	3000	1510
3. Точение чистовое	250	50,170	145	50,3	50,155	700	335
4. Шлифование обдир.	100	50	93	50,1	50,07	200	148
5. Шлифование чистовое	50	-	50	50	49,950	100	57

Расчет межоперационных размеров и припусков

1. Минимально допустимый размер после полной обработки

$$d_{\min 1} = d_{\max 1} - T_{\delta} \quad (6)$$

где  $d_{\min 1}$  - минимальный размер по рабочему чертежу,  
 $d_{\max 1}$  - максимальный размер по рабочему чертежу,  
 $T_{\delta}$  - допуск на размер по чертежу.

По формуле (6) определяем

$$d_{\min 1} = 50 - 0,05 = 49,950(\text{мм}).$$

2. Минимальный расчетный размер после обдирочного шлифования

$$d_{\min p 1} = d_{\min 1} + 2Z_{\min 1} \quad (7)$$

где  $2Z_{\min 1}$  - минимальный припуск на чистовое шлифование, [2].

По формуле (7) определяем

$$d_{\min p1} = 49,950 + 0,050 = 50(\text{мм}).$$

3. Максимальный принятый (округленный) размер после обдирочно-го шлифования

$$d_{\max 2} = d_{\min p1} + T\delta 2. \quad (8)$$

где  $T\delta 2$  - допуск на обдирочное шлифование, по 8 качеству точности [7].

По формуле 8 определяем

$$d_{\max 2} = 50 + 0,93 = 50,93(\text{мм}),$$

округляем в большую сторону до  $d_{\max 2} = 50,1$  (мм).

4. Минимальный принятый размер после обдирочного шлифования

$$d_{\min 2} = d_{\max 2} - T\delta 2. \quad (9)$$

По формуле (9) определяем

$$d_{\min 2} = 50,1 - 0,93 = 50,07(\text{мм}).$$

5. Минимальный расчетный размер после чистового точения

$$d_{\min p2} = d_{\min 2} + 2Z_{\min 2}. \quad (10)$$

где  $2Z_{\min 1}$  - минимальный припуск на обдирочное шлифование [2].

По формуле (10) определяем

$$d_{\min p2} = 50,007 + 0,100 = 50,170(\text{мм}).$$

Остальные графы таблицы заполняются аналогично пунктам 2, 3, 4, 5.

6. Расчет действительных полученных припусков на обработку на чистовое шлифование

Максимальный полученный припуск

$$2Z_{\max p1} = d_{\max 2} - d_{\max 1}. \quad (11)$$

По формуле (11) определяем

$$2Z_{\max p1} = 50,1 - 50 = 0,1(\text{мм}) = 100(\text{мкм}).$$

Минимальный полученный припуск

$$2Z_{\min p1} = d_{\min 2} - d_{\min 1}. \quad (12)$$

По формуле (12) определяем

$$2Z_{\min p1} = 50,07 - 49,950 = 0,057(\text{мм}) = 57(\text{мкм}).$$

Все расчетные данные заносятся в соответствующие графы таблицы 6.

## 2.16 Расчет режимов резания

Режимы резания характеризуются глубиной резания  $t$ , подачей  $S$  и скоростью резания  $V$ . В курсовой работе режимы резания рассчитываются для 3 – 4 операций ТП по согласованию с консультантом. Результаты расчета режимов резания оформляются в виде таблицы (табл. 7).

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Устанавливается глубина резания.

Глубина резания определяется величиной припуска на обработку ( $t = Z_{\max}$  мм). Необходимо стремиться припуски снимать за один проход. Обра-

ботка за несколько переходов осуществляется при больших припусках, недостаточной жесткости системы СПИД и мощности станка.

Глубина резания для деталей типа тел – вращения. Припуск снимается с «двух сторон».

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - D_{\text{дет}}}{2} . \quad (13)$$

Глубина резания для плоских деталей и поверхностей. Припуск снимается с одной стороны.

$$t = D_{\text{заг}} - D_{\text{дет}} , \quad (14)$$

где  $D_{\text{заг}}$  - размер поверхности до обработки;

$D_{\text{дет}}$  - размер поверхности после обработки.

2. Устанавливается подача.

Величина подачи выбирается по нормативам [2, 20]. Подача должна быть максимально технологически допустимой, т. к. при этом достигается максимальная производительность. При черновой обработке подача лимитируется прочностью и жесткостью системы СПИД, а при чистовой обработке - точностью получаемого размера и шероховатостью поверхности. Выбранная подача должна быть откорректирована по паспортным данным станка.

3. Рассчитывается скорость резания.

Скорость резания рассчитывается аналитическим методом по эмпирическим формулам [2] или табличным методом [20]. В курсовой работе скорость резания рассчитывается табличным методом.

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 , \quad (15)$$

где  $V_{\text{табл}}$  - табличная скорость резания (м/мин) [2,20];

$K1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [20];

$K2$  – коэффициент, зависящий от стойкости марки материала инструмента [20];

$K3$  - коэффициент, зависящий от вида обработки [20].

4. Рассчитываются частота вращения шпинделя  $n_{\text{расч}}$ , которая корректируется по паспортным данным станка  $n_{\text{ст}}$ , об/мин.

$$n = \frac{1000V}{\pi D} , \quad (16)$$

где  $D$  – диаметр обработки, мм.

5. Рассчитывается действительная скорость резания  $V_d$  в соответствии с частотой вращения станка  $n_{\text{ст}}$ .

$$V_d = \frac{\pi D \cdot n_{\text{ст}}}{1000} . \quad (17)$$

Разница между действительной скоростью резания  $V_d$  и рассчитанной с помощью таблиц  $V$  не должна превышать 10 % . Если это условие не выполняется, то необходимо уменьшить подачу или глубину резания.

6. Рассчитывается мощность резания  $N_{\text{рез}}$ , кВт, которая сравнивается с мощностью станка ( $N_{\text{дв.ст}}$ ) с учетом КПД главного привода ( $\eta$ ), если  $N_{\text{рез}}$

$<N_{дв.ст} \cdot \eta$ , то расчет режимов резания закончен. Если данное условие не выполняется, то можно использовать станок большей мощности или уменьшить глубину резания, предполагая, что припуск будет сниматься за несколько проходов, и повторить расчеты. Корректировка подачи оказывает меньшее влияние на изменение мощности резания.

$$N_{рез} = \frac{P_{рез} \cdot V_{\dot{\sigma}}}{1020 \cdot 60}, \quad (18)$$

где  $P_{рез}$  – сила резания, Н.

Сила резания может быть рассчитана аналитическим [2] или табличным [20] методом. В курсовой работе сила резания определяется табличным методом.

$$P_{рез} = 10P_{табл} \cdot K1 \cdot K2, \quad (19)$$

где  $P_{табл}$  – табличная сила резания [20], Н;

$K1$  - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K2$  - коэффициент, зависящий от скорости резания и переднего угла инструмента при точении сталей твердосплавным инструментом.

Пример. Рассчитать режимы резания для чернового точения наружной цилиндрической поверхности 72h11 (см. рисунок 3). Материал детали – сталь 45. Обработка производится на токарно-винторезном станке 16К20. Инструмент – резец токарный проходной упорный отогнутый с главным углом в плане  $90^\circ$  с пластиной из твердого сплава Т15К5, передний угол –  $10^\circ$ .

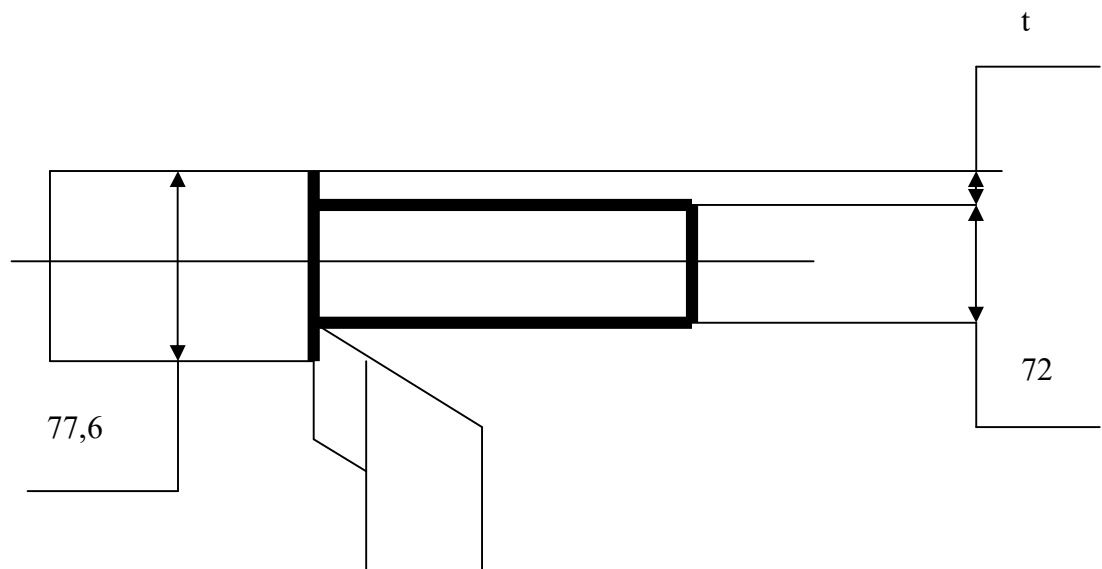


Рис. 3 Эскиз чернового точения для определения глубины резания

1. Глубина резания по формуле (13)

$$t = \frac{77,6 - 72}{2} = 2,8 \text{ мм.}$$

2. Подача  $S=0,6$  мм/об [5, 20], что соответствует паспортным данным станка 16К20.

3. Скорость резания в данном примере определяется табличным методом [20] по формуле (15).

$$V = 85 \cdot 1 \cdot 1,55 \cdot 1 = 131,75 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя по формуле (16)

$$n = \frac{1000 \cdot 131,75}{3,14 \cdot 72} = 582,75 \text{ об/мин.}$$

Полученную частоту вращения шпинделя корректируем по паспорту станка 16К20 до ближайшего большего из стандартного ряда, указанного в технической характеристике станка.

$$n_{ст} = 630 \text{ об/мин.}$$

6. Действительная скорость резания по формуле (17)

$$V_0 = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 630}{1000} = 142,4 \text{ м/мин.}$$

$V_0 > V$  на 7,4% - это меньше 10%, значит расчет выполнен верно.

6. Расчет силы резания по формуле 19

$$P_{рез} = 10 \cdot 410 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 2767,5 \text{ Н.}$$

7. Расчет мощности резания по формуле (18)

$$N_{рез} = \frac{2767,5 \cdot 142,4}{1020 \cdot 60} = 6,44 \text{ кВт.}$$

Проверяется выполнение условия:

$$N_{рез} < N_{дв.ст} \cdot \eta$$

Мощность электродвигателя главного привода станка 16К20 – 11 кВт, КПД - 0,75

$$N_{дв.ст} \cdot \eta = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$6,44 < 8,25$ , т.е. условие выполняется.

Результаты расчета режимов резания оформляются в виде таблицы 7.

Таблица 7.

Режимы резания

Содержание операции (перехода)	t, мм	S, мм/об	$V_0$ , м/мин	$n_{ст}$ , об/мин	$N_{дв.ст}$ $N_{рез}$ кВт
015. Токарная					8,25
1. Точить поверхность 72h11 на- черно	2,8	0,6	142,4	630	6,44



## 2.17 Структура графической части

1. Сборочный чертеж узла, в который входит деталь. Формат А1. На сборочном чертеже указать габаритные размеры, выполнить необходимые виды, сечения и разрезы, технические условия и составить спецификацию, входящих в узел деталей.

2. Рабочий чертеж детали (Приложение 4), для которой разрабатывается технологический процесс изготовления, с указанием классов точности и шероховатости поверхностей, термической обработки и других технических условий на изготовление. Формат А2 или А3.

3. Чертеж заготовки (п. 2.7). Формат А3 или А4.

4. Схемы наладок восстановления поверхностей (Приложение 5). Формат А1. Этот чертеж выполняется на 3 – 4 операции по согласованию с консультантом. Он должен содержать все сведения необходимые для выполнения операции: эскиз обрабатываемой детали, принципиальную схему приспособления, эскиз инструмента, тип оборудования, режимы обработки.

Обрабатываемая деталь изображается в том виде, который она будет иметь после выполнения данной операции. Поверхности детали, обрабатываемые на данной операции, нумеруются цифрами, соответствующие цифрам, на которые делаются ссылки в расчетно-пояснительной записке (табл. 2). Деталь, приспособление и инструмент вычерчиваются сплошной основной линией. Поверхности, обрабатываемые на данной операции изображаются двойной сплошной основной линией (2S). Размеры проставляются с указанием операционных допусков, а поверхности с указанием чистоты.

Установочно-зажимные приспособления обычно показывают в одной проекции, из которой должен быть ясен принцип его работы, метод базирования детали на данной операции.

Режущий инструмент показывается в конце рабочего хода по ГОСТу. Основные движения инструмента показывают сплошными стрелками, а вспомогательные прерывистыми.

Наполнение поля чертежа производить следующим образом. Над эскизом схемы наладки указывают номер и наименование операции, название и марку оборудования, инструмента с указанием шифра по ГОСТу и краткое содержание операции. Например:

010 Операция токарная

Оборудование: токарно-винторезный станок 16К20

Резец проходной правый 25Х20Х140 ГОСТ 18879 - 73

Черновая обработка поверхностей 7,8,9

В правом нижнем углу листа приводится таблица режимов обработки по всем технологическим переходам. В не указывается номер операции, номер перехода, номер обрабатываемой поверхности, наименование перехода, режим обработки по всем переходам ( $t$  – глубина резания, мм;  $S$  – подача, мм/об;  $V$  – скорость резания, м/мин;  $n$  – частота вращения шпинделя или инструмента, об/мин).

Если при выполнении операции требуется соблюдать определенные условия, то это отмечается на свободном поле чертежа внизу.

Пример схемы наладок приведен в Приложении 5.

### **3. Разработка и расчет технологического процесса восстановления детали**

#### **3.1 Исходные данные**

Исходными данными для разработки технологического процесса являются:

- сборочный чертеж узла, в который входит деталь;
- рабочий чертеж детали с технологическими требованиями на ее изготовление;
- производственная программа ремонта;
- карта технологических требований на дефектацию детали;
- каталоги и справочники по технологии изготовления и восстановления деталей и используемому оборудованию и технологической оснастке.

#### **3.2 Структура расчетно-пояснительной записки**

Расчетная часть курсовой работы выполняется в виде расчетно-пояснительной записки, которая должна иметь следующую структуру:

Титульный лист (см. Приложение 2)

Задание на курсовое проектирование (см. Приложение 1. Форма 1)

Содержание

Введение

1 Определение типа производства

2 Описание узла, в который входит деталь

3 Описание назначения и условий работы детали в узле

4 Технические условия на контроль сортировку деталей

5 Способы устранения дефектов

6 План восстановления поверхностей

7 Выбор технологических баз

8 Выбор технологического оборудования

9 Выбор технологической оснастки

10 Выбор режущих инструментов

11 Выбор измерительных инструментов

12 Технологический маршрут восстановления детали

13 Расчет межоперационных припусков и межпереходных размеров на механическую обработку и восстановительные операции

14 Расчет режимов резания механической обработки и восстановления поверхностей детали на 3-4 операции по согласованию с консультантом

15 Заключение

16 Библиографический список

### 3.3 Определение типа производства

Выполнить в соответствии с таблицей 1 пункта 2.3. Размер партии деталей запускаемой в обработку в год, можно определить по формуле 20, штук:

$$n = \frac{Q \cdot t}{D_p}, \quad (20)$$

где  $Q$  – количество деталей в год, ремонтируемых по заданному маршруту, штук;  $t$  – число дней запаса деталей на складе (для массовых и дефицитных деталей  $t = 10 - 15$  дням). Базовые и корпусные детали поступают в ремонт непрерывно;  $D_p$  - число рабочих дней в году.

$$Q = N_{\text{год}} \cdot K_{p.m} \cdot a, \quad (21)$$

где  $N_{\text{год}}$  - годовая программа капитальных ремонтов автомобилей (агрегатов), штук. Задается в задании;  $K_{p.m}$  - коэффициент ремонта деталей по заданному маршруту. Задается в задании;  $a$  – количество деталей данного наименования в агрегате.

### 3.4 Описание узла, в который входит деталь (п. 2.4)

### 3.5 Описание назначения и условий работы детали в узле (п. 2.5)

### 3.6 Технические условия на контроль и сортировку

Изучить и описать в расчетно-пояснительной записке возможные дефекты детали, возникающие в процессе эксплуатации, и причины возникновения, руководствуясь при этом условиями на контроль и сортировку деталей и данными ремонтных предприятий. Руководствуясь техническими условиями на контроль и сортировку, установить величину износа (или повреждения) детали, входящих в заданный маршрут и согласовать с консультантом. Результаты внести в таблицу 8.

Технические условия на контроль-сортировку приводятся в карте технических требований на дефектацию детали. В карте дефектации указаны дефекты, размеры (номинальный, допустимый без ремонта и допустимый для ремонта), а также необходимые технические воздействия [22,23].

Вычертить в расчетно-пояснительной записке эскиз детали (без указания размеров) и обозначить номерами поверхности, подлежащие к восстановлению, и поверхности, которые будут использоваться в качестве установочных и измерительных баз. При разработке процесса восстановления детали ссылаться в тексте, таблицах расчетно-пояснительной записки и в графической части к данному разделу на эти номера.

Пример.

Схема шатуна с указанием мест и значение размеров контроля и дефектовки представлена на рисунке 3. При контроле детали, поступившей в капитальный ремонт, проверяются следующие параметры:

- уменьшение расстояния между осями верхней и нижней головки, контролируется шаблоном 155,95 мм, бракуется при размере менее 155,95 мм;

- изгиб и скручивание шатуна. В случае не параллельности и отклонения от положения более 0,03 мм на длине 100 мм ремонтировать правкой. Браковать при изгибе или скручивании, деталей неисправимых правкой;

- износ отверстия верхней головки шатуна под втулку. При размере более 25,007 мм производят растачивание до ремонтного размера  $26,27^{+0,023}$  мм;

- дефектация или износ отверстия нижней головки шатуна. При размере более 63,512 мм ремонтируется.

- износ торцов нижней головки. Бракуется при размерах менее 26,60мм.

Таблица 8

Дефекты детали, возникшие в процессе ее эксплуатации и способы их устранения (пример)

№ дефектной поверхности	Наименование дефекта	Размер номинальный мм	Размер допустимый без ремонта мм	Величина износа (размер), принятая данной технологией мм	Выбранный способ восстановления
1		156,5	155,95	155,9	Правка скобой

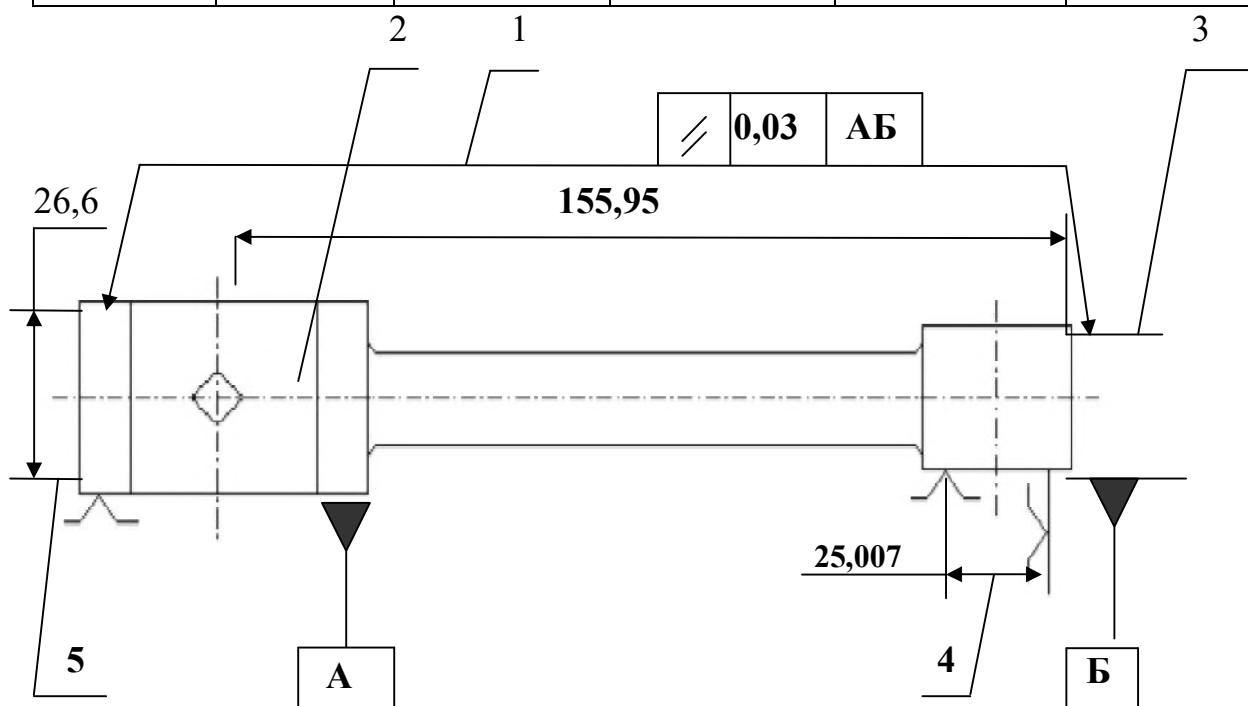


Рисунок 4. Схема дефектации детали.

### 3.7 Способы устранения дефектов

Выбрать и обосновать способы устранения дефектов, обеспечивающие восстановление физико-механических свойств изношенных поверхностей и детали в целом. При восстановлении детали способом ремонтных размеров пользоваться таблицей 8.

При выборе способов восстановления необходимо определить применимость их для восстановления изношенных поверхностей с учетом критерия долговечности, учесть влияние покрытия на работу сопряженной детали [23, 24, 25, 26]. Сравнение способов следует производить по следующим показателям:

- прочности сцепления наращенного слоя с основным металлом;
- термическому влиянию процесса на основную деталь;
- сплошности наращенного слоя, максимальной и минимальной толщине его;
- твердости и износостойкости;
- влиянию покрытия на усталостную прочность детали;
- коэффициенту использования нанесенного металла;
- производительности и себестоимости нанесенного металла.

### 3.8 План восстановления поверхностей детали

Составить план восстановления поверхностей детали начиная с подготовительных операций, заканчивая окончательными операциями [23-26]. Полученные данные занести в таблицу 2 (п. 2.8).

Номера поверхностей взять из таблицы 8 (п. 3.6).

### 3.9 Выбор технологических баз (п. 2.12)

### 3.10 Выбор технологического оборудования, оснастки и инструмента

Выбрать оборудование для всех операций технологического процесса восстановления детали, с учетом реальных условий авторемонтного производства. В расчетно-пояснительной записке кратко описать основные технические характеристики оборудования [2, 10, 11, 23-26].

Выбор режущего, измерительного инструмента и технологической оснастки выполнить аналогично материалу, изложенному в п.п. 2.10 – 2.11 данных методических указаний.

### 3.11 Разработка маршрута восстановления детали

При разработке технологического маршрута рекомендуется пользоваться типовым маршрутом восстановления детали [23 - 26]. В качестве рекомендаций можно соблюдать следующую последовательность выполнения операций:

1. В начале выполняются операции по восстановлению или изготовлению базовых поверхностей детали. От этого правила отступают в двух случаях: если базовые поверхности не нуждаются в восстановлении, и если в ходе выполнения последующих операций (наплавки, сварки, пластических деформаций) возможно повреждение этих поверхностей. В последнем случае обработку базовых поверхностей производят после выполнения указанных операций.

Восстановление или изготовление установочных базовых поверхностей детали осуществляется, как правило, на токарных станках резцом. Установка детали производится по неизношенным или малоизношенным поверхностям, жестко связанным точными размерами с основными поверхностями детали.

2. Далее начинаются операции по подготовке изношенных поверхностей детали к проведению восстановительных операций (нанесению металлопокрытий, заварке, склеиванию, пластическому деформированию и т.д.), исходя из характера дефекта, физико-механических свойств поверхности детали и выбранного способа восстановления.

3. Затем выполняются операции, которые могут вызвать деформацию детали (сварка, наплавка, пластические деформации, термическая обработка и т.п.). После выполнения указанных операций в технологический процесс необходимо включать правку детали и исправление (или создание) установочных базовых поверхностей.

4. Если при восстановлении детали используются наплавка, хромирование, осталивание и т.д., то гальванические процессы выполняются наплавки и после соответствующей механической и термической обработки детали.

5. Механическая обработка поверхностей производится в последовательности, обратной их точности, заканчивается технологический процесс восстановления детали выполнением отделочных операций.

6. Операции технологического контроля назначаются после операций, на которых возможен повышенный процент брака, перед сложными и дорогостоящими операциями, а также в конце обработки.

7. При разработке технологического маршрута необходимо исключить многократный возврат партии обрабатываемых деталей в один и тот же цех, в одно и то же отделение

Технологический маршрут восстановления детали оформить в виде таблицы 9

Таблица 9

Технологический маршрут восстановления коленчатого вала (пример, фрагменты)

## Технология

Восстановления чугунного коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53А автоматической наплавкой под легирующим флюсом по оболочке

Материал - чугун магниевый высокопрочный

ВЧ - 50-1,5

Твердость НВ 196 - 203. Твердость шеек наплавки HRC 56 - 62.

№ Пере хода	Наименование операции, перехода	Оборудование, инструмент
1	2	3

## 1 Мойка

	Промыть коленчатый вал в горячем растворе каустической соды	Моечная машина
1	2	3

## 2 Слесарная

1	Установить коленчатый вал в тиски	Верстак слесарный тиски, ключи
2	Отвернуть пробки грязеуловителей	
3	Снять и перевернуть коленчатый вал	
4	Повторить переход 2 для остальных шатунных шеек	
5	Снять деталь	
4	Снять деталь	

## 9 Шлифование коренных шеек под наплавку

1	Установить вал в центра станка	Кругло-шлифовальный станок Центра, круг шли-Фовальный 400X600X250 ГОСТ 8274 -77
2	Шлифовать все коренные шейки до диаметра 67,5мм	



3	Снять деталь	Микрометр 50-75 мм
---	--------------	--------------------

### 3.12 Расчет межпереходных припусков и размеров

Расчет межоперационных припусков и размеров для механической обработки произвести согласно методике изложенной в пункте 2.14.

Общую толщину слоя  $h$ , мм необходимую для восстановления поверхности детали (до ремонтного или номинального), исходя из величины износа, конструкции детали и способа восстановления произвести по формуле:

$$h = b + Z_1 + Z_2 + Z_3 + a, \quad (22)$$

где  $b$  – износ детали с учетом слоя металла, снятого для исправления геометрической формы восстанавливаемой поверхности, мм;

$Z_1$  – припуск на черновую обработку, мм;

$Z_2$  – припуск на чистовую обработку, мм;

$Z_3$  – припуск на отделочную обработку, мм;

$a$  – высота неровностей металлопокрытия, мм (при ручной наплавке  $a = 2 - 3$  мм, при наплавке в жидкости  $a = 1/3$  толщины нанесенного слоя).

Припуск на обработку можно принимать по рекомендациям изложенным в литературе [23 – 26].

### 3.13 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания для механической обработки произвести согласно методике изложенной в пункте 2.15.

Выбор режима восстановления поверхности способом нанесения восстановительного слоя произвести с помощью рекомендаций, изложенных в литературе [24, 26, 27, 28, 29].

Пример. Нанесение твердого электролитического железа.

Электролит:  $4H_2O - 200$  г/л;  $HCl - 1,0$  г/л.

Режим осталивания:

Температура электролита  $T = 80$  С

Катодная плотность тока  $D = 20$  А/дм<sup>2</sup>

Выдержка без тока – 30 сек.  
Начальная плотность тока – 3 А/ дм<sup>2</sup>  
Время выхода на расчетную плотность тока – 5 мин.  
Количество деталей в ванне – 8 шт.  
Площадь покрытия одной детали – 1,86 дм<sup>2</sup>  
Общая площадь покрытия – 15 дм<sup>2</sup>  
Сила тока на ванну – 300 А  
Толщина наращиваемого слоя – 0,3 мм  
Твердость покрытия HV = 420 МПа  
Время электролиза – 1,5 часа.

### 3.14 Структура графической части

1. Сборочный чертеж узла, в который входит деталь. Формат А1.

На сборочном чертеже указать габаритные размеры, выполнить необходимые виды, сечения и разрезы, технические условия и составить спецификацию, входящих в узел деталей.

2. Рабочий чертеж детали (см. Приложение 4), для которой разрабатывается технологический процесс изготовления, с указанием классов точности и шероховатости поверхностей, термической обработки и других технических условий на изготовление. Формат А2 или А3.

3. Ремонтный чертеж детали. Формат А2 или А3.

На ремонтном чертеже указываются размеры восстанавливаемых и базовых поверхностей, размеры, координирующие эти поверхности относительно других поверхностей деталей.

На ремонтных чертежах категорийные и пригоночные, а также ремонтные размеры проставляются буквенными обозначениями, а их числовые величины и другие данные указывают в таблице.

Если при ремонте детали в нее необходимо ввести дополнительные детали (втулку, ввертыш и т.п.), то ремонтный чертеж выполняют как сборочный, при этом на чертеже должны быть проставлены все размеры, необходимые для изготовления дополнительной детали.

При применении сварки, пайки и т.п. на ремонтном чертеже указывают наименование, марку материала, используемого в ремонте, а также номер стандарта на этот материал.

Текстовую часть, помещаемую на поле чертежа, располагают над основной надписью. В нее обычно включают технические требования предъявляемые к детали, указания о материале, твердости и т.д.

Таблицы размещают на свободном поле чертежа справа или ниже изображения, кроме тех, расположение которых оговорено ГОСТами (например, при вычерчивании зубчатых колес или шлицов).

На свободном поле ремонтного чертежа приводят перечень дефектов детали, устраняемых в данном технологическом процессе, и их величину. Места, подлежащие ремонту, выполняют сплошной основной линией, остальные поверхности сплошной тонкой (S/3) линией.

4.Схемы наладок восстановления поверхностей. Формат А1. ( пункт 2.16 подпункт 4.)

## 4. Разработка и расчет технологического процесса сборки узла или агрегата

### 4.1 Исходные данные

- Сборочный чертеж узла или агрегата. Сборочный чертеж должен содержать проекции, сечения и разрезы, дающие полное представление о конструкции узла или агрегата, номера деталей и узлов, а также спецификацию этих узлов и деталей;

При отсутствии на чертеже номеров деталей и узлов допускается использование каталога запасных частей;

- Технические условия на ремонт, сборку и испытания автомобиля соответствующей модели [27];

- Программа авторемонтного предприятия (указывается в задании на проектирование).

### 4.2 Структура расчетно-пояснительной записки

Задание (Приложение 1. Форма 2)

Введение

1 Описание сборочной единицы (агрегата)

2 Технологичность сборочной единицы (агрегата)

3 Монтажные зазоры и натяги

4 Сборка сопряжений агрегата

4.1 Анализ методов сборки сопряжений агрегата

4.2 Выделение сборочных групп и подгрупп агрегата

4.3 Схемы сборочных элементов агрегата

4.4 Организационная форма сборки агрегата

5 Технологический процесс сборки агрегата

5.1 Последовательность сборки агрегата

5.2 Испытание сборочной единицы

5.3 Выбор инструмента для сборки резьбовых соединений и соединений с натягом

5.4 Расчет неподвижных неразъемных и разъемных соединений

6 Заключение

7 Библиографический список

#### 4.3 Технологичность сборочной единицы

На основании анализа сборочного чертежа и процесса сборки данного узла (агрегата) на авторемонтном предприятии оценить его технологичность:

- возможность сборки изделия из обособленных сборочных единиц без повторных разборок;

- возможность сокращения объема пригоночных работ;
- возможность механизации и автоматизации процесса сборки.

Кроме этого, следует оценить вес и габариты узла (агрегата), удобство закрепления базовой детали при сборке, наличие монтажных разъемов для удобства сборки и т.д. [30]. Выводы по технологичности сборочной единицы привести в расчетно-пояснительной записке.

#### 4.4 Монтажные зазоры и натяги

Составить таблицу монтажных зазоров и натягов новых сопряжений при сборке деталей, как с номинальными размерами, так и с допустимыми износами (табл. 10).

При составлении таблицы пользоваться техническими условиями на сборку, сборочными и детализовочными чертежами, техническими условиями на контроль и сортировку деталей при капитальном ремонте [22].

Таблица 10

Монтажные зазоры и натяги (пример)

№ п/п	Наименование сопряженных деталей	Размер номинальный, мм	Размер допустимый без ремонта, мм	Зазоры – натяги в сопряжениях,	
				Номинальный, мм	Допустимый при капитальном ремонте, мм
1	Картер коробки передач – отверстие под подшипник ведущего вала	84,988/85,023	85,05	-0,012/+0,038	-0,012/+0,065
	Подшипник ведущего вала	84,985/85,000	-		

#### 4.5 Сборка сопряжений агрегата

Определить и записать в расчетно-пояснительной записке методы сборки сопряжений узла (полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, селективный подбор, индивидуальная пригонка, регулирование с помощью компенсаторов). Дать характеристику компенсаторов [3, 30].

Из состава узла или агрегата выделить группы, подгруппы первого, второго и более высокого порядков. Наметить базовые группы, подгруппы и детали [3, 30].

Составить схемы сборочных элементов узла или агрегата [31]. Целесообразно схему сборочных элементов строить так, чтобы соответствующие группы, подгруппы и детали были представлены в порядке введения в технологический процесс сборки. Метод построения таких схем разработан проф. Кованом В.М.. Схема должна начинаться с условного изображения базовой детали или подгруппы. Детали, подгруппы и группы изображаются на схеме в виде небольших прямоугольников (см. рис.5), в которые вписывают индекс, наименование и количество элементов.

К-во	№ детали
Наименование детали	

Рисунок 5. Условное изображение детали, группы или подгруппы на схеме сборки.

В нижней части прямоугольника пишется наименование детали, группы или подгруппы. Наименование группы или подгруппы присваиваются по базовой детали. В левом верхнем углу проставляется количество деталей, поступивших на сборку, остальную часть прямоугольника занимает номер детали. Номера групп или подгрупп принимаются по базовой детали. Перед номером проставляется индекс сборки 1СБ, 2СБ, номер индекса указывается в зависимости от номера группы или подгруппы. Слева - по ходу сборки - изображаются детали, справа – группы. Детали и узлы изображаются в порядке сборки. В необходимых местах линия сборки прерывается кружком, в котором пишется первая буква по названию перехода (Р – регулировка, С – смазка, и т.д. см. приложение ). В свободном месте листа условные обозначения раскрываются по смыслу (например, Р1 – регулировать зазор, С1 – смазать – указывается сорт смазки, место ее подачи и т.д.).

Необходимо решить вопрос об организационной форме сборки узла или агрегата [3].

#### 4.6 Технологический процесс сборки агрегата

В этом разделе необходимо подробно описать последовательность сборки узла или агрегата, согласно разработанной схеме сборки. При разработке технологического процесса сборки наметить переходы по сборке, смазке, подборке, регулировке, контролю, балансировке, окраске и т.д.

Выбрать инструмент для сборки резьбовых и прессовых соединений. Привести в расчетно-пояснительной записке принцип действия, способ

применения и краткие технические характеристики этого инструмента [30,31].

После сборки узла (агрегата), часто необходимо произвести его испытание на стенде, как с нагрузкой, так и без нагрузки. В расчетно-пояснительной записке необходимо изложить условия, режим испытания и исследуемые параметры узла [22,30,31].

#### 4.7 Расчет подвижных разъемных и неразъемных соединений

Произвести расчет подвижных разъемных и неразъемных соединений – усилий запрессовки, клепки, затяжки резьбы, температуры нагрева при посадках с натягом и т.п.[3, 31, 32].

#### 4.8 Структура графической части

1. Сборочный чертеж узла или агрегата 2 листа формата А1 по ГОСТ. На сборочном чертеже обозначить цифрами все входящие в узел детали, стандартные изделия и т.п. Составить к чертежу спецификацию и вставить ее в расчетно-пояснительную записку в качестве приложения.

2. Схема сборки 1 лист формата А1 по ГОСТ. Принцип составления схемы сборки смотри пункт 4.5, пример оформления показан в Приложении 6.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андерс А.А. и др. Проектирование заводов и механосборочных цехов в автотракторной промышленности: Учеб. пособие для студентов механических специальностей ВТУЗов. – М.: Машиностроение, 1982. – 272 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 1152 с.
3. Кован В.М., Корсаков В.С. и др. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1965.
4. Кукина Р.А. Методические указания к лабораторным работам по технологии конструкционных материалов для студентов спец.0501. Литейное производство. – Иваново, ИЭИ, 1984. – 46 с.
5. Блинов В.Б. Методическое пособие по расчету припусков на обработку. 1 часть. Поковки стальные штампованные. – Иваново, ИГЭУ, 1994. – 29 с.
6. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. 7-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1992.
7. Мяхков В.Д. Допуски и посадки. Справочник. – М.: Высшая школа, 1984.
8. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
9. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.В. Бойков и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.
10. Металлорежущие станки с числовым программным управлением. Каталог. – М.: ВНИИТЭМР, 1987. – 119 с.
11. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Чеботарев, В.А. Шкарред и др. – Минск: Высшая школа, 1975. – 288 с.
12. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение, 1965.
13. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Изд. 3-е / Под ред. Г.А. Монахова. – М.: Машиностроение, 1974. – 598 с.
14. Белкин И.М. Допуски и посадки. – М.: Машиностроение, 1992. – 528 с.
15. Технология машиностроения (специальная часть) / В.Л. Беспалов, Л.А. Глейзер, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1973. – 448 с.
16. Данилевский В.В. Технология машиностроения. Изд. 4-е, перераб. И доп. Учебник для техникумов – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.



17. Технология машиностроения (специальная часть) / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.
18. Кузнецов Ю.И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ: Учеб. пособие для СПТУ. – М.: Высшая школа, 1988. – 496 с.
19. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
20. Режимы резания металлов: Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, Ц.С. Бродский и др. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
21. Финкельштейн Б.Я. Технология подъемно-транспортного машиностроения. Учебник для техникумов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 366 с. с ил.
22. Технические условия на контроль и сортировку деталей автомобилей (ГАЗ – 51; ГАЗ – 53А; ЗИЛ – 130; МАЗ – 200 и т. д.) при капитальном ремонте.
23. Кошкин В. М. Маршрутная технология ремонта деталей автомобилей. – М.: Автотрансиздат, 1960.
24. Справочник инженера-механика, том 1. Технология ремонта автомобилей / Под ред. В.В. Ефремова. – М.: Транспорт, 1965.
25. Ефремов В.В. Ремонт автомобилей. – М.: Транспорт, 1965.
26. Шадричев И.А. Ремонт автомобилей. – М.: Машиностроение, 1975.
27. Мелков А.Н. Электролитическое наращивание деталей машин. – Саратов, 1964.
28. Ченелевский В.И. и др. Новое в технологии и оборудовании ремонта автомобилей. – М.: Транспорт, 1964.
29. Доценко Н.Н. Автоматические способы наплавки металла при восстановлении автомобильных деталей. – М.: Атотрансиздат, 1962.
30. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М.6 Машгиз, 1962.
31. Справочник технолога-машиностроителя под ред. Кована В.М. Том 1 и 2. – М.: Машгиз, 1963.
32. П.Ф. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Высшая школа, 1990.

Задание на курсовую работу  
по дисциплине «Основы технологии производства и ремонт автомобилей»  
студенту Иванову И.И. группы ЭТ – 41 АДФ

Разработать технологический процесс изготовления (восстановления)  
наименование детали автомобиля марка автомобиля.

При разработке технологического процесса необходимо выполнить:

1 Расчетно-пояснительная часть

- описание узла, в который входит деталь, условия эксплуатации и требования, предъявляемые к детали;
- определение типа производства;
- выбор метода получения заготовки;
- выбор плана обработки поверхностей детали;
- выбор технологического оборудования, оснастки и инструмента;
- выбор и обоснование технологических баз;
- разработать технологический маршрут следования заготовки по операциям;
- расчет межоперационных припусков и размеров на 3 – 4 операции;
- расчет режимов резания на 3 – 4 операции;

2 Графическая часть

- общий вид узла, в который входит деталь (со спецификацией) – А1;
- рабочий (ремонтный) чертеж детали – А2 или А3;
- чертеж заготовки – А4 или А3;
- схема наладок на 3 – 4 технологические операции – А1.

Задание выдано

дата выдачи задания

Срок завершения задания

дата завершения работы

Задание выдал

Задание получил

Задание на курсовую работу

по дисциплине «Основы технологии производства и ремонт автомобилей»  
студенту Иванову И.И. группы ЭТ – 41 АДФ

Разработать технологический процесс сборки узла или агрегата наименование узла или агрегата автомобиля марка автомобиля.

При разработке технологического процесса необходимо выполнить:

1 Расчетно-пояснительная часть:

- описание узла (агрегата), условие работы и анализ технологичности конструкции;
- описание монтажных зазоров – натягов;
- выбор метода сборки сопряжений агрегата;
- технологический процесс сборки узла (агрегата) с выбором инструмента для сборки, методом испытаний после сборки, расчетом неподвижных разъемных и неразъемных соединений.

2 Графическая часть:

- общий вид узла или агрегата (со спецификацией) – 2 листа форматом А1;
- схема сборки – А1.

Задание выдано

дата выдачи задания

Срок завершения задания

дата завершения работы

Задание выдал

Задание получил

Титульный лист  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ивановский государственный политехнический университет

Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

## **КУРСОВАЯ РАБОТА**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ: « Основы технологии производства и ремонт автомо-  
билей»

на тему: « Разработка технологического процесса автомобиля»

Выполнил: ст. гр. АТ-51

Иванов И.И.

Проверил:

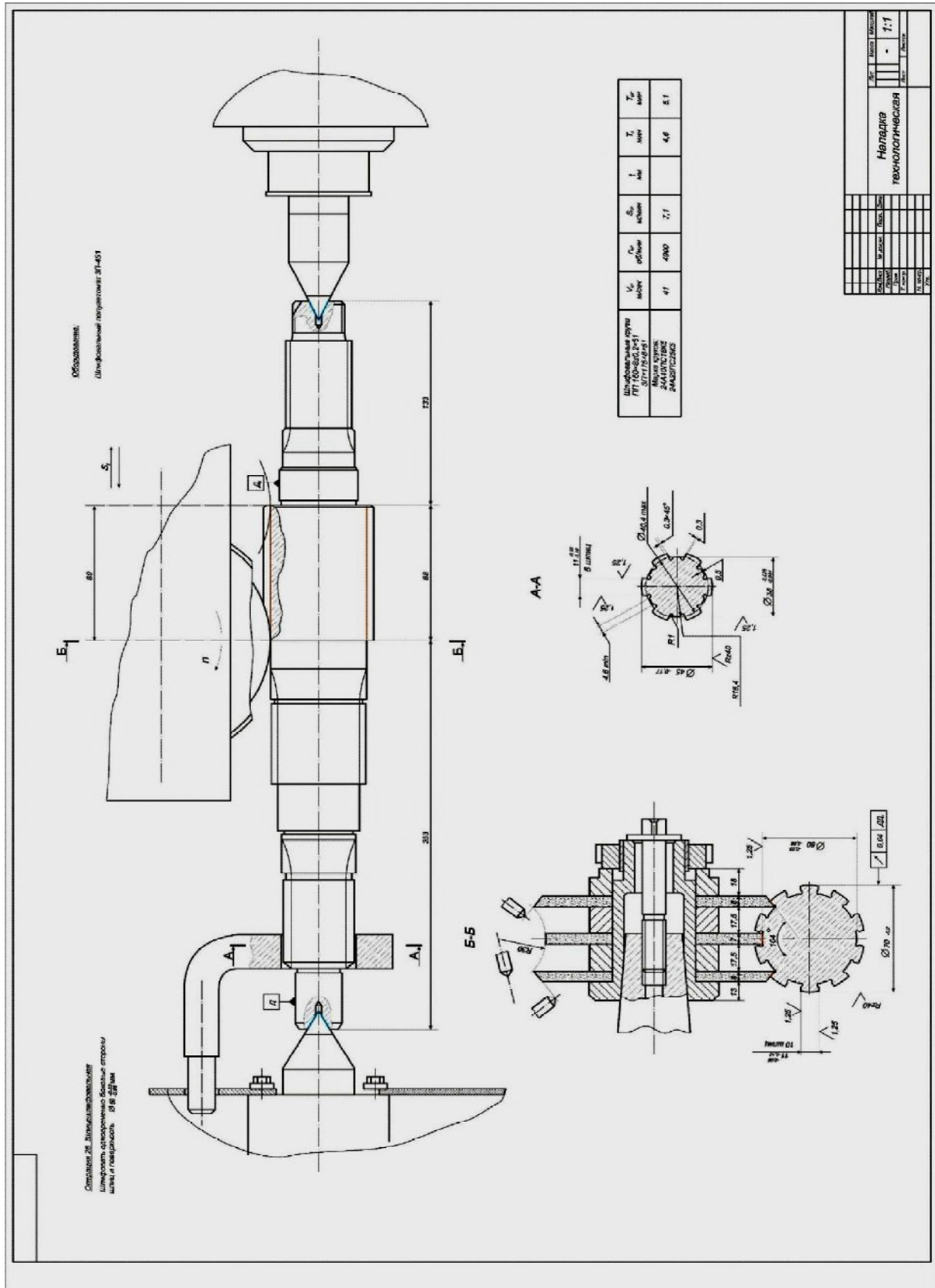
Иваново 20\_\_

Рекомендуемые типы станков, приспособлений и режущих инструментов для разных типов производства

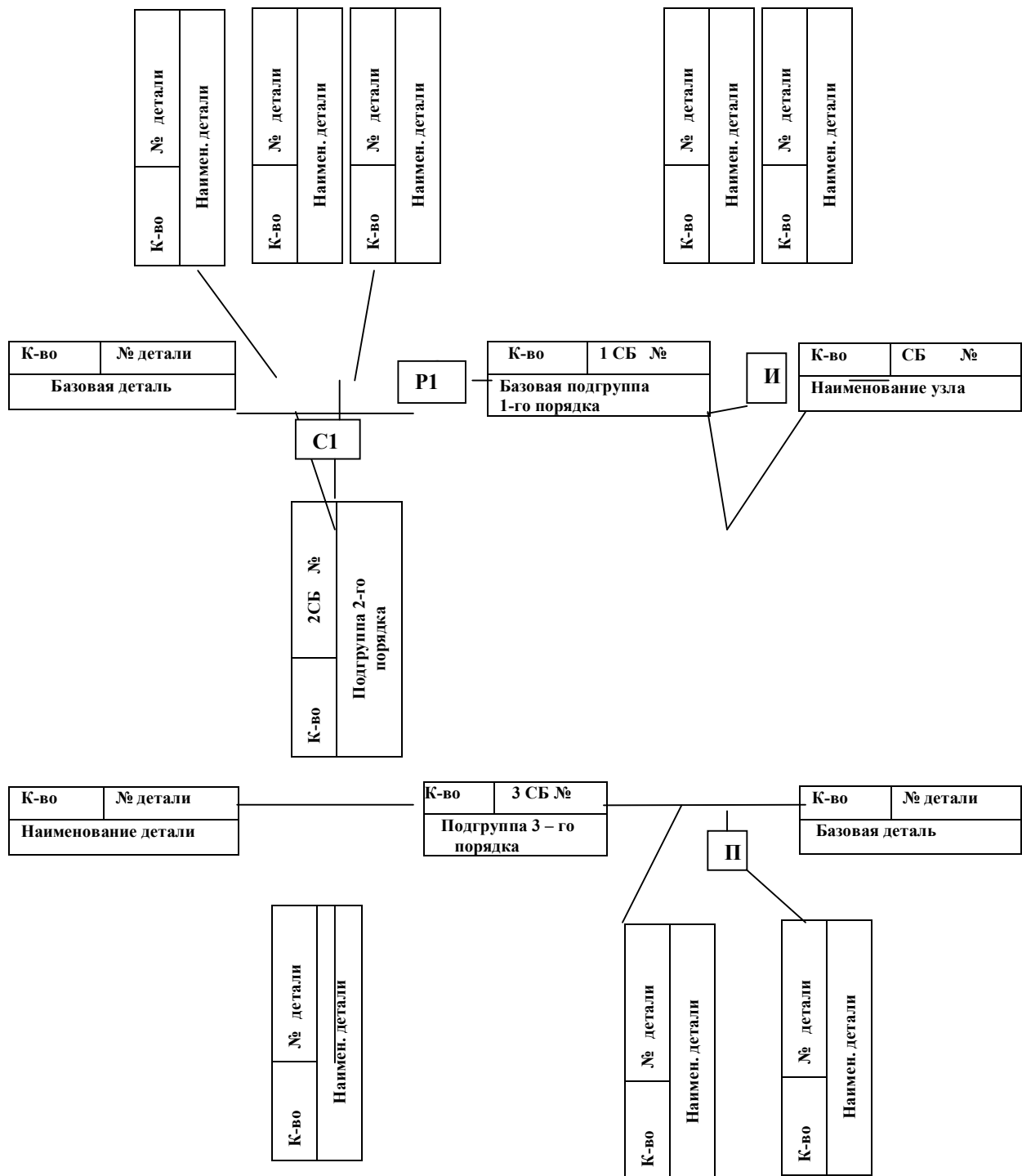
Тип производства	Применяемое технологическое оснащение		
	Станки	Приспособления	Режущие инструменты
Единичное и мелкосерийное	Универсальные	УБП, УСП, СРН, УНП (для станков с ЧПУ)	Универсальные стандартные
Среднесерийное	Универсальные, станки с ЧПУ, станки полуавтоматы	УСП, УНП, СНП, УБП	Стандартные, специальные (редко)
Крупносерийное	Специальные станки-полуавтоматы, агрегатные многошпиндельные	УСП (при использовании гидро- и пневмоцилиндров) НСП, СНП, СРП (при изготовлении деталей с большим количеством модификаций)	Стандартные, специальные, комбинированные



Пример оформления схемы наладок



Пример оформления схемы сборки



C1 – смазка (сорт смазки, место подвода смазки)

P1 – регулировка (указать задачу регулировки и с помощью чего она осуществляется)

П – подбор (указать задачу подбора)

И – испытание (указать величину испытываемых параметров)