

Министерство образования Республики Беларусь  
**БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИ-  
ТЕТ**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
**по выполнению курсового проекта по курсу  
«Технология машиностроения» для студентов  
специальности Т03.01.00**

Брест 2000

УКД 621.9.02.

Методические указания определяют тематику состав, объем и правила оформления курсовых проектов по курсу «Технологии машиностроения» для студентов специальности Т 03.01.00

Составители: А.П. Акулич, доцент, к.т.н.  
Л.И. Акулич, ст. преподаватель  
О.А. Медведев, доцент, к.т.н.

Рецензент: Ю.В. Роганов, зам. директора по качеству народного предприятия «Брестсельмаш»

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.**

Курсовое проектирование является важным этапом технологической и проектно-конструкторской подготовки студентов, способствующей развитию у них творческой активности и самостоятельного решения инженерных задач.

Курсовой проект должен научить студентов применять во взаимной связи на практике теоретические знания, полученные при изучении предшествующих дисциплин, пользоваться необходимой справочной литературой и руководящими технологическими материалами.

Курсовой проект является самостоятельной работой студента, поэтому успешное его выполнение в большой степени зависит от проявленной автором инициативы, организованности в работе.

При работе студента над курсовым проектом роль руководителя состоит в том, чтобы помочь ему овладеть методикой разработки технологических процессов механической обработки заготовок и сборки машин, проектированию средств технологического оснащения, установить объем проекта, указать на допущенные ошибки, рекомендовать литературные источники. Подпись руководителя на материалах проекта только удостоверяет, что решения, принятые в проекте принципиально правильные и выполнены студентом самостоятельно.

Курсовой проект не должен быть повторением заводских процессов, где технологии разрабатывались к имеющемуся в цехах оборудованию. В проекте должны разрабатываться совершенные и экономически эффективные технологические процессы обработки и сборки изделий, на основе последних достижений науки и техники. В них должны найти отражения вопросы механизации и автоматизации процессов, использования современного высокопроизводительного оборудования и режущего инструмента, проектирование технологической оснастки.

При работе над проектом предпочтительно использовать средства автоматизации конструкторского и технологического проектирования, программирования механической обработки и сборки с помощью ЭВМ.

Выполняя курсовой проект студент готовит себя к работе над дипломным проектом, в котором решаются более сложные вопросы и на более высоком уровне.

## **ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ.**

Темой курсового проекта является разработка технологического процесса механической обработки детали (деталей) или сборки изделия с заданным годовым объемом выпуска.

Деталь, выдаваемая студенту для разработки технологического процесса ее изготовления, должна быть средней сложности (8.....12 операций, позиций или переходов с различными видами механической обработки по заводскому техпроцессу). К большинству поверхностей детали должны предъявляться требования высокой точности и качества, необходимости применения специальной технологической оснастки и режущего инструмента. Темы курсового проектирования подбирают на заводах-базах при прохождении 2-ой конструкторско-технологической практики.

Намеченные разработки должны исключать простое копирование заводских технологических процессов и конструкций, а также средств технологического оснащения.

Для повышения самостоятельности выполнения студентом курсового проекта руководитель может внести изменения в конструкцию детали, ее основных размеров, точности, шероховатости и т.п..

Объектами проектирования служат детали различных машин, относящихся к основному производству машиностроительных заводов. Предпочтительно детали типа корпуса, рычага, вала, кронштейна, зубчатого колеса и др..

На одну из операции обработки детали (по согласованию с руководителем) разрабатываются конструкции станочного и контрольного приспособлений. Последнее может быть комплексным, где одновременно проверяется несколько поверхностей.

По согласованию с руководителем проекта определяются две поверхности для аналитического расчета припусков на обработку и расчета режимов резания.

Тема проекта для каждого студента является индивидуальной. Однако в ряде случаев возможно выполнение проекта по комплексной теме несколькими студентами. Такие проекты носят, как правило, научно-исследовательский характер и каждый из студентов выполняет свой объем работы.

### **ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СРОКИ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ.**

Исходными данными для выполнения курсового проекта служат:

- чертеж детали, или чертеж и служебное назначение сборочной единицы;
- объем выпуска деталей в год;
- сменность работы;
- материалы конструкторско-технологической практики.

Задание подписывается студентом, где обязательно ставится дата о начале исполнения проекта, затем подписывается руководителем проекта и утверждается заведующим кафедрой.

Для выполнения проекта студент за время прохождения второй конструкторско-технологической практики должен изучить досконально заводской технологический процесс изготовления детали или сборки сборочной единицы и иметь:

- рабочие чертежи сборочной единицы в которую входит деталь;
- чертежи деталей и заготовок с техническими требованиями на изготовление;
- технологические процессы изготовления деталей;
- чертежи средств технологического обеспечения

Срок выполнения проекта определяется учебным планом и указывается в задании. После получения задания студент обязан сразу же приступить к выполнению проекта, регулярно посещать консультации и представлять руководителю проделанный объем работы.

К защите допускаются студенты, выполнившие проект в установленном объеме согласно задания. Все графические листы проекта и пояснительная записка должны быть подписаны студентом и руководителем.

Курсовой проект защищается перед комиссией из двух-трех преподавателей кафедры. По результатам проектирования и защиты студенту выставляется оценка с учетом:

- объема и качества выполнения проекта, оригинальности и самостоятельности решений;
- знаний студента по объекту проектирования, включая знания теоретических положений;
- умения излагать результаты работы, обосновать принятые решения и отвечать на заданные вопросы.

### **СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ПРОЕКТА.**

Курсовой проект состоит из:

- 1) Пояснительной записки на 40.....50-ти страницах рукописного текста (включая формулы, таблицы, графики, рисунки);
- 2) Комплекта технической документации на технологический процесс механической обработки (маршрутные и операционные карты, карты эскизов, карты контроля, карты кодирования информации ), который брошюруется вместе с запиской;
- 3) Графической части в объеме 4,5...5-ти листов формата А-1.

Примерный состав графической части:

- чертежи детали и заготовки – 1...1,5 листа;
- технологические операционные эскизы – 2 листа. На каждом из листов должно быть показано, как правило, не менее 6-ти наиболее интересных технологических операций (позиций, переходов).
- Общий вид станочного (сборочного) приспособления – 1 лист;
- Анализ точности изготовления детали – 1 лист;
- Результаты научно-исследовательской работы – 1 лист;
- Программная карта обработки на станках с ЧПУ – 1 лист.

Выбор чертежных листов из этого перечня определяется руководителем проекта.

В задании каждый чертежный лист должен носить конкретный характер. Например, приспособление для фрезерования поверхности в размер  $25 \pm 0,1$ , или приспособление для контроля параллельности плоскостей и т.д..

### **ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.**

Основными документами проекта являются комплект технической документации и пояснительная записка. Графическая часть проекта служит иллюстрацией к пояснительной записке.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с общими требованиями к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 7.32-81 и комплектуется в следующем порядке:

- титульный лист; (см. приложение)
- задание на курсовой проект;
- аннотация курсового проекта; (см. приложение)
- содержание курсового проекта;
- список литературы;
- приложения

Аннотация курсового проекта должна кратко отображать основное содержание и результаты разработок.

Текст пояснительной записки делится на разделы; которые нумеруются арабскими цифрами. После номера ставится точка. Введение не нумеруют. Тексты разделов делят на подразделы, которые нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела, например 2.1. (первый подраздел второго раздела)

Нумерация страниц расчетно-пояснительной записки должна быть сплошной: первой страницей является титульный лист; второй – задание; третьей аннотация; четвертой – содержание и т.д.. На титульном листе и задании номер страницы не ставится, следовательно, третья страница начинается

ся с аннотации. Таблицы, схемы, графики, которые располагают на отдельных страницах включают в общую нумерацию страниц. Приложения и список литературы также включают в сквозную нумерацию страниц.

Все рисунки нумеруют последовательно в пределах раздела и обязательно дают название рисунку, например: «Рисунок 1.7.». Схема базирования детали. Таблицы также нумеруют последовательно в пределах раздела. В верхнем левом углу таблицы помещают надпись, например, «Таблица 1.5» и в этой же строке приводят название таблицы. Если же таблица переносится на следующую страницу, то подпись будет следующая «Продолжение таблицы 1.5».

Аналогично рисункам и таблицам нумеруют формулы. Номера формул указывают с правой стороны на уровне формулы в круглых скобках, например (2.5), т.е. пятая формула второго раздела.

Ссылки в тексте пояснительной записки на литературные источники обозначают порядковым номером списка источников, например [5].

Список литературы должен включать все использованные источники, которые следует располагать в порядке появления ссылок в тексте.

Штамп пояснительной записке выполняется на четвертой странице, где начинается «Содержание». Пример выполнения штампа см. «Приложение»

Материал должен излагаться конкретно, ясно, лаконично. Не допускается простое переписывание положений учебников и пособий. Допускаются только общепринятые сокращения слов. Текст пишется аккуратно синими или фиолетовыми чернилами или пастой.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.**

### **Введение.**

Излагаются сведения об основных направлениях развития отрасли машиностроения и непосредственно завода, где студент проходил конструкторско-технологическую практику и по тематике которого выполняется курсовой проект. Приводятся перспективы развития отрасли и завода. Ставятся задачи, направленные на повышение технологического уровня и качества выпускаемой продукции, ее надежности и долговечности. Дается краткая характеристика типа, состояния производственного процесса на заводе. Определяются задачи курсового проектирования.

## **1. Разработка технологического процесса изготовления детали.**

### ***1.1. Назначение и конструкция детали (сборочной единицы).***

В этом разделе дается краткая характеристика сборочной единицы и ее служебное назначение. Указываются конструктивные особенности и дается краткая характеристика основных эксплуатационных параметров машины, в которую входят обрабатываемые детали, характеризуется роль и значение машины в народном хозяйстве. Затем формулируется служебное назначение детали. Приводится функциональное назначение основных ее поверхностей, вытекающих из служебного назначения сборочной единицы (исполнительные поверхности, основные и вспомогательные конструкторские базы). Приводятся основные характеристики материала детали: химический состав, механические свойства материала до и после термической обработки. Эти данные сводятся в таблицы.

### ***1.2. Анализ технических условий изготовления детали.***

Исходя из служебного назначения детали производится анализ технических условий указанных в чертеже. Служебное назначение детали, нормы точности и технические условия на нее является следствием служебного назначения и технических условий на сборочную единицу в которую входит деталь. Необходимо критически оценить технические условия детали примерно по следующей схеме:

- в какой мере те или иные требования ТУ способствуют правильному выполнению детали ее служебного назначения;
- насколько правильно задано численное значение рассматриваемого ТУ;
- насколько правильно сформулированы технические условия;
- достаточность имеющихся требований.

Анализ ТУ рекомендуется пояснять эскизами и необходимыми расчетами. Эскизы должны носить характер схем, изображенных в произвольном масштабе.

### ***1.3. Анализ технологичности конструкции детали.***

Анализ конструкции изделия на технологичность должен быть проведен с особой тщательностью, так как от этого зависят технико-экономические показатели разрабатываемого технологического процесса.

Основной целью анализа технологичности конструкции обрабатываемой детали является возможное уменьшение трудоемкости и металлоемкости, возможность обработки детали высокопроизводительными методами.

Анализ технологичности конструкции изделия (качественную оценку технологичности) начинают уже на этапе контроля чертежа изделия или сбо-



рочной единицы и анализа их служебного назначения. Проводится анализ конструкции детали с точки зрения возможности использования рациональных методов получения заготовки (отсутствие сложных разъемов штампов, литейных форм, уровень технологических свойств материала, внутренних полостей и т.п.).

Затем дается анализ технологичности конструкции детали с точки зрения механической обработки. Рекомендуется проводить это по предъявляемым общим требованиям для всех типовых деталей:

1. Обрабатываемость резанием материала, уровень скорости и сил резания, стойкости инструмента;
2. Простота конструкции, наличие поверхностей удобных для базирования и закрепления, возможность сокращения числа установок при обработке;
3. Доступность всех поверхностей детали для обработки на станках и непосредственного измерения, отсутствие сложных поверхностей;
4. Достаточная жесткость для применения высокопроизводительных методов механической обработки. Здесь необходимо обратить внимание на габаритные размеры детали и их соотношения, толщину стенок.
5. Унификация размеров с целью сокращения номенклатуры инструмента и возможного исключения специальных инструментов;
6. Отсутствие мест резких изменений формы, острых краев, буртиков, являющихся концентраторами напряжений, доступность обрабатываемых поверхностей для ТВЧ;
7. Наличие канавок для выхода инструмента;
8. Возможность получения требуемой точности размеров и величины шероховатости, точности взаимного расположения поверхностей при обработке.

Дополнительные требования:

– для корпусных деталей

1. Возможность сквозной обработки плоскостей и отверстий;
2. Отсутствие глухих отверстий и торцов подрезаемых с внутренних сторон;
3. Возможность многошпиндельной обработки отверстий;
4. Отсутствие отверстий и плоскостей, расположенных не под прямым углом.

– для валов:

5. Убывание диаметральных размеров шеек от середины к концам;
6. Возможность обработки поверхностей проходными резцами;

7. Отношение длины к диаметру не должно превышать 10 для валов с точностью размеров по 6 и 7 квалитетам и 15 – для валов 8 квалитета и более.
8. Шпоночные канавки на одном валу необходимо предусматривать одинаковыми по ширине и в одной плоскости;
9. Отсутствие резких перепадов в диаметре в местах обработки шпоночных пазов;
  - для зубчатых колес:
10. Отсутствие ступиц или их одностороннее расположение;
11. Достаточная точность баз для зубообработки;
12. Размеры канавок для выхода зуборезного инструмента закрытых зубчатых колес должны быть увязаны с величиной модуля;
13. Твердость материала (исходного или после термообработки) для зубчатых колес с обрабатываемыми отверстиями, точными резьбами, отверстиями в венцах не должна превышать HRC 36...40.
  - для рычагов:
14. Отсутствие сложных контурных обрабатываемых поверхностей;
15. Наличие поверхностей удобных для базирования;
16. Отсутствие глухих и эксцентричных отверстий;
17. Возможность многоинструментальной обработки;
18. Отсутствие колен рычагов и отверстий расположенных не под прямыми углами.

Так же следует оценить простановку размеров и допусков на чертеже детали с учетом следующих требований:

- измерительные базы размеров должны быть удобными для использования в качестве технологических баз и должны совпадать с конструкторскими базами детали;
- по каждому координатному направлению не должно быть больше одного размера между необработанной резанием и обработанной поверхностью;
- наличие необходимого минимума размеров для определения положения всех поверхностей детали;
- отсутствие замкнутых контуров размеров;
- обоснованность допусков размеров и шероховатости поверхностей.

Анализируя степень соответствия детали общим и дополнительным требованиям, дают качественную оценку технологичности конструкции (технологично – нетехнологично). Примеры анализа технологичности детали приведены в учебном пособии [1].

#### 1.4. Определение типа производства.

Тип производства влияет на построение технологического процесса изготовления детали и организацию работы на предприятии. На первом этапе проектирования технологического процесса тип производства ориентировочно может быть определен по таблице 1.

#### Ориентировочное определение типа производства.

Таблица 1

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей в штуках		
	Детали массой 50 кг и выше	Детали массой 8-50 кг	Детали массой до 8кг.
Единичное	до 3	до 5	до 20
Мелкосерийное	3 .....5	5.....25	25.....50
Среднесерийное	5....25	25....150	150...300
Крупносерийное	25...1000	1000...5000	5000...50000
Массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

После разработки технологического процесса и определения норм времени, производится уточненный расчет типа производства который согласно ГОСТ 3.1121-84 устанавливается на основе определения коэффициента закрепления операций ( $K_{30}$ )

$$K_{30} = \frac{O}{P} \quad (1)$$

где  $O$  – количество всех различных технологических операций, выполненных в течении месяца;  $P$  – число рабочих мест, необходимых для выполнения месячной программы.

Согласно ГОСТа приняты следующие коэффициенты операции:

- для единичного производства  $K_{30} > 40$
- для мелкосерийного  $K_{30} = 20 \dots 40$
- для среднесерийного  $K_{30} = 10 \dots 20$
- для крупносерийного  $K_{30} = 2 \dots 10$
- для массового  $K_{30} = 1$

Число рабочих мест для выполнения определенной  $i$ - ой операции определяется по формуле:

$$P_{Pi} = \frac{N_M * T_{шт} * K_{п.з.}}{60 * F_m * K_B} \quad (2)$$

где  $N_M$  – месячный объем выпуска данной детали, шт.

$T_{шт}$  – штучное время на выполнение определенной операции, мин.

$K_{п.з.}$  - коэффициент подготовительно – заключительного времени.

$K_{п.з.} = 1 \dots 1,1$

$F_m$  – месячный фонд времени работы оборудования, 388 час

$K_b$  – коэффициент выполнения норм времени.  $K_b = 1.1 \dots 1.3$

Рассчитанное по формуле (2) число рабочих мест округляют до ближайшего большего целого числа  $P_i$ . Коэффициент загрузки данных рабочих мест выполняемой операцией

$$\eta_{zi} = \frac{P_{Pi}}{P_i} \quad (3)$$

Если  $\eta_z$  будет меньше нормативного, то данное рабочее место необходимо догружать выполнением аналогичных операций над другими подобными деталями. Количество операций, выполняемых на этом рабочем месте при его нормативной загрузке определяется по формуле:

$$O_i = \frac{\eta_H}{\eta_{zi}} \quad (4)$$

где:  $\eta_n$  – нормативный коэффициент загрузки

$\eta_n = 0,85 \dots 0,9$  для единичного и мелкосерийного производства

$\eta_n = 0,8 \dots 0,85$  для среднесерийного производства

$\eta_n = 0,75 \dots 0,8$  для крупносерийного производства

$\eta_n = 0,65 \dots 0,75$  для массового производства

Аналогично определяется количество операций, выполняемых на других рабочих местах проектируемого техпроцесса.

Общее количество операций, выполняемых на всех рабочих местах проектируемого техпроцесса и общее количество рабочих мест, определяется по формулам (4) и (5) соответственно

$$O = \sum_{i=1}^n O_i \quad (5)$$

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \quad (6)$$

Затем по формуле (1) определяется  $K_{з.о.}$ , а по его значению и тип производства.

Для серийного типа производства определяем размер партии. При серийном типе производства и групповой форме организации запуск изделий производится партиями с определенной периодичностью. Количество деталей в партии для одновременного запуска допускается определять упрощенным методом по формуле:

$$n = \frac{N_{ГОД} * a}{\Phi} \quad (7)$$

где:  $N_{ГОД}$  – объем выпуска в год;

$a$  - периодичность запуска в днях (рекомендуется принимать  $a = 2...3$  дня для крупных деталей,  $a = 3...6$  дней – для средних деталей и  $a = 6...10$  дней для мелких деталей).

$\Phi$  – число рабочих дней в году

Для массового и крупносерийного производства определяется такт выпуска:

$$\tau = \frac{60 * F}{N} \text{ мин}; \quad (8)$$

где  $F$  – действительный годовой фонд времени оборудования при 2-х сменной работе;

$N$ - годовой объем выпуска деталей.

### **1.5. Выбор метода получения заготовки.**

Выбор исходной заготовки – одна из сложных задач, решаемых при разработке технологического процесса. Метод получения заготовки, ее качество и точность определяют объем механической обработки, (количество рабочих ходов, операций техпроцесса).

Следует стремиться к наибольшему коэффициенту использования материала, т. е. максимально приближать форму и размеры исходной заготовки к форме и размерам готовой детали при условии наименьшей себестоимости ее изготовления. Для этого рекомендуется широко применять прогрессивные методы получения заготовок: точные методы литья и штамповки, поперечно-клиновую прокатку, методы холодного деформирования металла, а также возможность комбинирования различных процессов: литье-сварка, ковка-сварка, и т.п.

Приступая к выбору заготовки, в начале дается краткий анализ способа получения заготовки в базовом варианте. Описывается процесс получения заготовки, приводятся данные об экономичности получения ее в условиях завода, о себестоимости, производительности и материалоемкости. Исходя из объема выпуска деталей, ее конструктивной формы и размеров, анализа передовых методов получения заготовок и технико-экономического обоснования, следует предложить более рациональный, для принятых условий метод получения заготовки.

При разработке предлагаемой заготовки необходимо придерживаться следующего порядка:

- Выбирается форма заготовки с учетом минимизации напусков, технологических возможностей и ограничений характерных для принятого метода получения заготовки, конфигурации и положения разъема штампа или литейной формы;

- на все обрабатываемые поверхности по ГОСТ 7505-89 или ГОСТ 26645-85 назначаются допуски на размеры исходной заготовки, припуски на механическую обработку и рассчитывают размеры заготовки;
- на поверхности, перпендикулярные плоскости разъема штампа или формы назначают уклоны по ГОСТ 7505-89 или ГОСТ 3212-80;
- выполняется чертеж заготовки и подсчитывается ее масса, а также коэффициент использования материала;
- рассчитывается себестоимость заготовки.

При выборе заготовок возможны следующие варианты:

1. способ получения заготовки не изменяется по сравнению с существующим базовым вариантом. В этом случае достаточно рассчитать себестоимость получения заготовки и сравнить ее с себестоимостью изготовления на базовом предприятии;
2. Способ получения заготовки изменяется, но его изменение не может существенно повлиять на технологический процесс механической обработки детали. Здесь предпочтение следует отдавать способу получения заготовки при котором выше коэффициент использования материала и меньшая себестоимость;
3. Способ получения заготовки изменяется, что приводит к существенному сокращению технологического процесса механической обработки, однако, предлагаемая заготовка дороже заводской. В этом случае окончательное решение принимается после расчета технологической себестоимости детали.

При выборе заготовок рекомендуется пользоваться литературой [1,2,3,4].

### ***1.6. Анализ базового технологического процесса обработки детали.***

В этом разделе пояснительной записки выполняется анализ существующего заводского процесса механической обработки детали. Анализ базового техпроцесса должен быть проведен с точки зрения обеспечения заданного качества детали (точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей, а также технических требований к детали) и производительности, обеспечивающей заданный объем выпуска.

При выполнении анализа базового технологического процесса необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- рациональность метода получения заготовки для данного объема производства;
- выбор черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях техпроцесса, выявить соблюдение принципов постоянства и совмещения баз;

- правильность последовательности операций технологического процесса для обеспечения заданной точности поверхностей детали, имеющих минимальные значения допусков на размер, форму и взаимное их расположение;
- дать анализ применяемого оборудования по его соответствию размерам детали, точности и производительности;
- степень концентрации операций и позиций технологического процесса;
- правильность выбора режимов резания и норм времени механической обработки;
- рассмотреть используемые в техпроцессе станочные приспособления с точки зрения обеспечения точности и производительности;
- соответствие применяемого режущего, контрольного инструмента требованиям современного производства;

Результаты выполнения анализа служат основой для разработки более совершенного технологического процесса механической обработки детали. При выполнении анализа базового техпроцесса недопустимым является замена анализа техпроцесса простым его описанием.

Результаты анализа базового техпроцесса должны быть сведены в таблицу 3.

### **Анализ базового варианта техпроцесса.**

Таблица 3

№	Наименование операции, содержание	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
005	Токарная- точить поверхность детали, выдержав размеры Ø 25,5-0,1; 27,5-0,1; +	16K20 -	Центр а патрон поводковый +	Резец проходной Т15 К6 ГОСТ 188779-73 +	Штангенциркуль ШЦ-I-125 01.ГОСТ 166-89 +

Технологические решения, соответствующие современному уровню технологии, заданному типу производства и параметрам детали отмечаются знаком «+», а несоответствующие – знаком «-».

По результатам анализа необходимо сформулировать мероприятия, за счет которых предполагается обеспечить эффективность проектируемого техпроцесса по сравнению с базовым.

### **1.7. Выбор методов обработки.**

Производится выбор и обоснование методов обработки всех поверхностей детали на основании технических требований чертежа детали, формы поверхностей, качества заготовки, типа производства.

При назначении метода обработки следует стремиться к тому, чтобы одним и тем же методом обрабатывать возможно большее количество поверхностей заготовки, что дает возможность разработать операции с максимальным совмещением обработки отдельных поверхностей, сократить общее количество операций, длительность цикла обработки, повысить производительность и точность обработки заготовки.

При выборе метода обработки рекомендуется пользоваться приведенными справочными таблицами экономической точности обработки, в которых содержатся сведения о технологических возможностях различных методов обработки [3, 4, 13]

Следует помнить, что значения средней экономической точности и шероховатости даны при определенной и обязательной последовательности переходов обработки. Например, развертывание после сверления и зенкерования, шлифование – после чистового точения и т.п., т.е. для получения требуемой точности и качества поверхностей заготовка должна пройти ряд технологических систем. Например, для получения отверстия по 7 качеству точности и шероховатости  $R_a = 1,25$  мм можно применить последовательно сверление, зенкерование и два развертывания или сверление и протягивание.

В тех случаях, когда требуемая точность поверхности может быть достигнута разными методами обработки или разными их сочетаниями, следует выбирать наиболее короткий, производительный и экономичный вариант обработки.

После выбора методов обработки по справочным данным, необходимо проверить число переходов, которые обеспечивают заданную точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, по величине требуемого уточнения (для двух поверхностей).

Требуемая величина уточнения для определенной поверхности находится по формуле:

$$K_y = \frac{\delta_{заг.}}{\delta_{дет.}} \quad (9)$$

где:  $K_y$  - требуемая величина уточнения;

$\delta_{заг.}$  – допуск размера, формы, или расположения поверхностей заготовки;

$\delta_{дет.}$  – допуск размера, формы или расположения поверхности детали.

Затем определяется расчетная величина уточнения по выбранному маршруту обработки поверхности:

$$K_{y \text{ расч.}} = K_1 * K_2 * K_3 * \dots * K_n \quad (10)$$

где:  $K_{y \text{ расч.}}$  – расчетная величина уточнения;



$K_1, K_2 \dots K_n$  – величины уточнения по каждому переходу или операции при обработке рассматриваемой поверхности.

$$K_1 = \frac{\delta_{заг.}}{\delta_1} \quad (11)$$

где:  $\delta_1$  – величина максимальной погрешности размера, формы или взаимного расположения поверхностей, которая имеет место на первом переходе (операции) при обработке рассматриваемой поверхности.

$$K_2 = \frac{\delta_1}{\delta_2} \quad (12)$$

где:  $\delta_2$  – величина максимальной погрешности размера, формы или взаимного расположения поверхностей, которая имеет место на втором переходе (операции) при обработке рассматриваемой поверхности.

$$K_n = \frac{\delta_{n-1}}{\delta_n} \quad (13)$$

где:  $\delta_n$  – величина максимальной погрешности размера, формы или взаимного расположения поверхностей, которая имеет место на  $n$  – переходе (операции) при обработке рассматриваемой поверхности.

Значения расчетной величины уточнения на отдельном переходе мехобработки можно определить на основе рекомендаций [3]. Точность на черновом переходе по обработке сталей обычно повышается на 1...3 качества точности размера или на 1...3 степени точности формы и расположения поверхности (при обработке чугунов и цветных металлов – на 2...4 качества или степени точности). Точность на каждом чистовом или отделочном переходе при обработке сталей повышается на 1...2 качества или степени точности (при обработке чугунов и цветных металлов на 2...3 качества или степени точности). Единая система допусков и посадок (ЕСДП) построена так, что для одного интервала номинальных размеров допуски в соседних качествах и степенях точности отличаются в 1,6 раза. Поэтому, расчетные величины уточнений будут равны:

– для сталей

$$K_1 = 1,6 \dots 1,6^3 = 1,6 \dots 4,1$$

$$K_2 = K_3 = \dots K_n = 1,6 \dots 1,6^2 = 1,6 \dots 2,56$$

– для чугунов и цветных металлов

$$K_1 = 1,6^2 \dots 1,6^4 = 2,56 \dots 6,55$$

$$K_2 = K_3 = \dots K_n = 1,6^2 \dots 1,6^3 = 2,56 \dots 4,1$$

Следует так же учесть, что термическая обработка ухудшает точность поверхности на 1...2 степени точности.

Допускаемые отклонения для горячекатаного проката, комбинированного проката, отливок из серого чугуна, цветных металлов и стали, ковок получаемых свободной поковкой на прессах и молотах, а также получаемых штамповкой – принимаются по таблицам приведенным в [3] (с 117...174), ГОСТ 26645-85, [13].

Если количество и характер переходов выбраны правильно и обеспечивается заданная чертежом точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, то должно соблюдаться условие:

$$K_v \leq K_{vРАСЧ}. \quad (14)$$

После выбора методов обработки поверхностей детали студент должен подтвердить правильность выбранных методов для двух наиболее точных поверхностей, путем расчета заданного и расчетного уточнения

**Пример:**

По чертежу детали «колесо зубчатое» необходимо обработать наружный диаметр 100h 9(-0,087) с шероховатостью  $R_a = 6,3$  мкм. Заготовкой служит поковка (группа стали М2, степень сложности С2, класс точности Т4, вес 1,7 кг). Диаметр поверхности поковки  $101,7 \pm_{0,8}^{1,4}$ . Данная точность поковки соответствует 16 квалитету.

Назначаем следующие виды обработки поверхности  $\varnothing 100h9 (- 0,087)$  исходя из следующих рекомендаций: точность на каждом последующем переходе обработки поверхности обычно повышается - на черновых переходах на 1-3 квалитета, на чистовых - на 1-2 квалитета.

1. черновое точение 13 кв. допуск  $\delta_1 = 0,54$  мм;
2. получистовое точение 11 кв. допуск  $\delta_2 \approx 0,22$  мм;
3. шлифование однократное 9 кв. допуск  $\delta_3 = 0,087$  мм;

Требуемая величина уточнения:

$$K_v = \frac{\delta_{ЗАГ}}{\delta_{ДЕТ}} = \frac{2,2}{0,087} = 25,29$$

Расчетное уточнение на 1 переходе (черновое точение):

$$K_{vP1} = 4,1$$

Расчетное уточнение 2 перехода:

$$K_{vP2} = 2,56$$

Расчетное уточнение 3 перехода:

$$K_{vP3} = 2,56$$

Общая расчетная величина уточнения:

$$K_{vP} = K_{vP1} * K_{vP2} * K_{vP3} = 4,1 * 2,56 * 2,56 = 26,87$$

т.к.  $26,87 > 25,29$ , т.е.  $K_{yp} > K_y$ , то назначенный маршрут обработки поверхности  $\varnothing 100 h9 (-0,087)$  колеса зубчатого обеспечит заданную точность.

Выбор методов обработки рекомендуется свести в таблицу 4.

### Выбор методов обработки.

Таблица 4.

№	Поверхность	Точность	Шероховатость	Методы обработки
1.	Ш 100	h9	Ra 6,3	Точение черновое, точение получистовое, шлифование однократное
2.	M10 в отверстиях	6G	Ra12,5	Сверление, нарезание резьбы метчиком

### 1.8. Выбор технологических баз.

Выбор баз для мехобработки должен производиться с учетом достижения требуемой точности взаимного расположения поверхностей детали, по линейным и угловым размерам, обеспечения доступа инструментов к обрабатываемым поверхностям, обеспечения простоты и унификации станочных приспособлений, а так же удобства установки в них заготовки.

Сначала рекомендуется выбрать чистовые базы для окончательной обработки поверхностей детали соблюдая следующие правила:

- необходимо стремиться к соблюдению принципа совмещения (единства) баз, то есть, в качестве технологической, выбирать измерительную базу для выдерживаемого при обработке размера детали. При этом точность указанного размера будет определяться только погрешностью технологической системы на данной операции и не зависит от точности взаимного расположения других поверхностей детали. При отступлении от совмещения баз точность выдерживаемого размера будет зависеть от погрешности данной технологической системы и погрешности размера связывающего измерительную и технологическую базу (погрешность схемы базирования). Это может повлечь необходимость применения более точных методов обработки и оборудования, и привести к удорожанию и повышению трудоемкости мехобработки детали;
- необходимо соблюдать принцип постоянства баз, то есть стремиться использовать один и тоже комплект технологических баз при чистовой обработке большинства поверхностей детали. Всякая смена технологических баз увеличивает погрешность взаимного расположения поверхностей, обработанных от разных баз, на величину погрешности положения этих баз друг от друга;

- для уменьшения погрешности базирования, вызванной погрешностями размера и формы базы необходимо принимать в качестве технологических баз наиболее точные поверхности;
- следует использовать неполное базирование детали для упрощения конструкции станочного приспособления, если это не влияет на точность расположения обрабатываемых поверхностей;
- базы следует выбирать так, чтобы обеспечивалась быстрая и удобная установка заготовки в приспособлении и установочные элементы приспособления, примыкающие к базам, не затрудняли доступ инструментов ко всем обрабатываемым поверхностям;
- при отступлении от принципов совмещения и постоянства баз приемлемость технологических баз должна определяться на основе решения подетальных технологических размерных цепей (пункт 14).

Выбор поверхностей заготовки, используемых в качестве черновых баз на первой операции мехобработки производится с учетом следующих правил:

- в качестве черновых баз следует выбирать поверхности заготовки, относительно которых удобно обработать чистовые базы принятым методом обработки;
- данную черновую базу можно использовать только один раз при подготовке (обработке) соответствующей чистовой базы, так как погрешность базирования по грубой поверхности велика. Исключение - применение точных заготовок;
- в качестве черновых баз следует применять наиболее точные по форме и размерам поверхности заготовки без следов прибылей, литников, облоя и т.п.;
- в качестве черновой базы следует выбирать ту поверхность заготовки, после обработки которой получается наиболее ответственная поверхность детали. Это обеспечит равномерность припуска при обработке данной поверхности от чистовых баз, что способствует достижению высокой точности. По этой же причине в качестве черновой базы желательно принимать поверхность заготовки с минимальным припуском.
- В качестве черновых баз желательно принимать поверхности детали не подверженные мехобработке. Это обеспечит правильное положение обрабатываемых поверхностей относительно необрабатываемых.

Результаты выбора технологических баз оформляются в виде схем базирования, которые составляются в соответствии с ГОСТ21495-76. При этом обозначения идеальных опорных точек располагают на базах заготовки в соответствии с количеством координат, по которым каждая база ориентирует

заготовку. Каждая схема базирования должна сопровождаться логическим обоснованием на основе выше изложенных правил и указанием приспособлений и установочных элементов с помощью которых она может быть реализована.

### ***1.9. Разработка технологического маршрута обработки детали.***

На данном этапе разрабатывается общий план обработки детали, определяется содержание операций техпроцесса и выполняется предварительный выбор типа оборудования. При этом заполняются маршрутные карты техпроцесса (приложение). Правила заполнения этих технологических карт изложены в ГОСТ 3.11 03-82.

При составлении маршрута обработки рекомендуется пользоваться базовым технологическим процессом, типовыми технологическими процессами изготовления определенных деталей, а также учитывать следующие положения:

- каждая последующая операция должна уменьшить погрешность и улучшить качество поверхности;
- в первую очередь следует обрабатывать те поверхности, которые будут служить технологическими базами для последующих операций;
- затем обрабатываются те поверхности, с которых снимается наибольший слой материала, что позволит своевременно обнаружить возможные внутренние дефекты заготовки;
- обработка остальных поверхностей ведется в последовательности, обратной их степени точности: чем точнее должна быть поверхность, тем позже она обрабатывается;
- обработка легкоповреждаемых поверхностей должна выполняться в конце техпроцесса;
- не рекомендуется совмещение черновой и чистовой обработки немерным инструментом на одном и том же станке;
- если деталь подвергается упрочняющей термической обработке вызывающей коробление, ее следует выполнять перед чистовой абразивной обработкой;
- технический контроль намечают после тех этапов обработки, где вероятно повышение количества брака, перед сложными дорогостоящими операциями, после законченного цикла, а также в конце обработки детали.

### **1.10. Разработка технологических операций.**

На этом этапе окончательно определяется состав и порядок выполнения, переходов в пределах каждой технологической операции (структура операции), производится выбор моделей оборудования, станочных приспособлений, режущих и измерительных инструментов.

При этом оформляются операционные карты и карты эскизов по ГОСТ 3.1404-86, карты наладки оборудования.

Следует стремиться к максимально возможной концентрации операций с учетом технологических возможностей оборудования, размеров и точности детали. Параллельные и параллельно-последовательные многоместные структуры операций предпочтительны в массовом и крупносерийном производстве, так как обеспечивают максимальную производительность. Последовательные одноместные структуры применяются в серийном производстве. Они характерны для обработки на станках с ЧПУ. Дифференцированные структуры следует применять для чистовых и отделочных операций.

При выборе оборудования необходимо пользоваться каталогами отечественных станков и справочниками [15].

Модель станка выбирается по габаритным размерам обрабатываемой заготовки и требуемого приспособления, в зависимости от наладки, длины рабочего хода, структуры операции, размеров инструмента, требуемой точности обработки. Выбор производится в соответствии с техническими характеристиками станков. При выборе оборудования для массового и крупносерийного производства необходимо отдавать предпочтение автоматическим линиям, автоматам, полуавтоматам, станкам с гидро- и пневмозажимными устройствами. Для серийного производства используются станки с ЧПУ.

Учитывая объем выпуска и требования к качеству обрабатываемых поверхностей, необходимо обращать особое внимание на применение наиболее прогрессивных видов оборудования. Решающим при выборе того или иного станка является экономичность процесса обработки.

Стоимость оборудования определяется по действующим прейскурантам. На выбранное оборудование составляется ведомость по следующей форме.

#### **Ведомость станочного оборудования.**

Таблица 5.

Наименование станка	Модель станка	Габаритные размеры	Категория ремонтной сложности	Стоимость руб.
1	2	3	4	5

Вид режущего инструмента выбирается в соответствии с методом обработки и размерами обрабатываемых поверхностей. Материал режущей части выбирают в зависимости от материала обрабатываемой детали и характера обработки (черновая, чистовая, плавная работа, работа с ударом, и т.п.).

При необходимости можно применять специальный режущий инструмент, но для этого в обязательном порядке должно приводиться обоснование целесообразности его применения.

Устанавливаются организационные условия переточки и смены затупившегося инструмента. Режущий инструмент выбирают по каталогам и стандартам [3],[5],[6]. Смазочно-охлаждающую жидкость и ее состав выбирают по [7],[8].

При выборе приспособлений необходимо помнить, что в массовом и крупносерийном производствах применяют специальное неразборные приспособления; в серийном – специальные неразборные, сборно – разборные, универсально – наладочные (УНП), специализированные и универсальные приспособления; в мелкосерийном производстве – универсально – наладочные, универсальные, универсально – сборные (УСП) и иногда специальные приспособления.

В случае применения стандартной оснастки рекомендуется пользоваться альбомами [9,10,11,12].

Контрольно – измерительные устройства выбирают в зависимости от точности контролируемого параметра с учетом формы и размеров поверхностей и типа производства.

### ***1.11. Расчет припусков на обработку.***

Расчетно – аналитическим методом припуски и межоперационные размеры рассчитываются на две разнотипные поверхности по методике приведенной в [1,3,13,14]. На эти поверхности строятся схемы расположения припусков и допусков. На все остальные поверхности припуски оставляют без изменений.

Следует помнить, что припуски на отверстия, получаемые в сплошном материале сверлением не рассчитываются, припуск на сверление (на сторону) равен половине диаметра сверла. Межоперационные припуски и размеры на последующую обработку в этом случае определяются по рекомендуемому набору инструментов.

### ***1.12. Расчет режимов резания.***

Режимы резания рассчитываются для двух разнохарактерных операций по эмпирическим формулам теории резания [3] с корректировкой по паспортным данным станка.

Рекомендуется выполнять расчет режимов резания на той операции, для которой будет проектироваться технологическая оснастка. На все остальные операции (переходы) режимы резания определяют по нормативам, приводимым в технических справочниках [16,17,18]. Результаты расчетов режимов резания следует свести в таблицу 7.

### Сводная таблица режимов резания.

Таблица 7.

№ оп	Наименование операции или перехода	t мм	L <sub>р.х</sub> мм	T мин	S мм/об	n мин	U <sub>q</sub> м/мин	S мм/мин	N <sub>p</sub> Квт	T <sub>о</sub> мин
005	токарная	1,2	70	90	0,3	500	94	150	0,81	0,43

где: t – глубина резания;

L<sub>р.х</sub> – длина рабочего хода инструмента;

T – стойкость инструмента в минутах машинного времени;

S – подача на оборот, откорректированная по станку;

n – частота вращения шпинделя или инструмента;

U<sub>q</sub> – действительная скорость резания;

S<sub>мин</sub> – минутная подача;

N<sub>p</sub> – мощность резания;

T<sub>о</sub> – основное (машинное время обработки).

Выбор режимов резания производится в следующей последовательности:

Устанавливается глубина резания. Она равна максимальному расчетному припуску на переход. После чего определяется подача, скорость, сила и мощность резания. Затем производится корректировка режимов резания по паспортным данным станка. Возможна корректировка выбора станка для обеспечения требуемого режима

Выбор режимов резания при много - инструментальной обработке производится по наиболее нагруженному лимитирующему инструменту.

### 1.13. Определение норм времени.

Техническая норма времени определяется в зависимости от типа производства. При массовом производстве норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд} \quad (15)$$

При серийном производстве определяется штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{н.з.}}{n} + T_{шт} \quad (16)$$



где:  $T_o$  - основное (машинное) время обработки детали. (Рассчитывается по формулам, соответствующим данным методам обработки, на основании размеров обрабатываемой поверхности и выбранных режимов резания).

$T_v$  - вспомогательное время на операцию (время на установку и снятие детали, подвод и отвод инструмента, время на управление станком, время на измерение и т. д.) определяется по нормативам [1,19,20,21,22].

$T_{обсл}$  - время на техническое и организационное обслуживание рабочего места (время на замену затупившегося инструмента, время на уборку рабочего места в конце работы) определяется в % от  $T_{оп}$  [1,19,21].

$T_{отд}$  - время на отдых и личные надобности определяется в % от  $T_{оп}$  [1,19,21].

$T_{пз}$  - подготовительно-заключительное время на партию деталей. [1,19,21].

$n$  – партия деталей.

Для определения составляющих норм времени необходимо выявить все основные и вспомогательные переходы, действия и приемы выполняемые оборудованием и рабочим, установить возможность совмещения их по времени. Время на отдельные действия и приемы определяют по нормативам, вспомогательное время определяют как сумму времен несовмещаемых вспомогательных действий.

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_{всп.} \quad (17)$$

Величина  $T_{п.з.}$  зависит от характера и объема подготовительных работ, необходимых для выполнения данной операции над партией детали.

Результаты сводятся в таблицу.

### Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин.

Таблица 8.

№ опе рац	Наименование операции	Т всп			Т оп	Т обсл.		Т отд	Т шт.	Т п.з на 1 детал.	Т шт.к
		Т ус	Т уп	Т изм		Т тех	Т орг.				

где:  $T_{ус}$  - время на установку и снятие детали, мин.;

$T_{уп}$  – время на приемы управления, мин;

$T_{изм}$  – время на измерение детали, мин.;

$T_{тех}$  – время на техническое обслуживание рабочего места, мин.;

T орг. – время на организационное обслуживание, мин.

#### ***1.14. Расчет технологической размерной цепи.***

При разработке технологического процесса механической обработки заготовок деталей машин технологу часто приходится вместо конструкторских размеров устанавливать свои технологические размеры и определять допуски на эти размеры, но так, чтобы в результате их выполнения обеспечились бы размеры, установленные чертежом детали. Чертеж заготовки и операционные эскизы обработки являются основой для размерного анализа технологического процесса и расчета технологических ( операционных ) размерных цепей.

Расчет технологических размерных цепей позволяет:

1. определить величины промежуточных и окончательных технологических размеров и допусков для обрабатываемых поверхностей по всем операциям техпроцесса;
2. проверить возможность обеспечения конструкторских размеров и допусков поверхностей разработанной технологией;
3. выявить рациональность плана обработки отдельных поверхностей деталей, позволяющего обеспечить получение технологических размеров и их допусков за счет максимального совмещения технологических и конструкторских (измерительных) баз;
4. рассчитать предельные отклонения размеров припусков для каждого технологического перехода и определить окончательные размеры заготовки.

Размерный анализ технологического процесса может быть выполнен для линейных и угловых размеров детали.

Если технологическая размерная цепь используется для анализа точности обработки детали на определенной операции то в качестве исходного звена цепи  $A_{\Delta}$  принимается чертежный размер или промежуточный размер детали, при выдерживании которого, его измерительная база не совпадает с технологической базой детали в направлении данного размера. В качестве составляющих звеньев в размерную цепь следует включать только те размеры, от которых непосредственно зависит величина исходного звена. При условии обработки деталей на заранее настроенных станках и настройки режущего инструмента на размер между обрабатываемой поверхностью и технологической базой, исходный размер будет зависеть от указанного настроечного размера  $A_1$  и размера  $A_2$  между технологической базой детали и измерительной базой. В качестве измерительной базы принимается та граница исходного размера, которая сформирована до анализируемой операции. Таким образом,

исходный размер будет зависеть от двух размеров, определяющих положение его границ относительно технологической настроечной базы, которая имеет одинаковое положение для всех заготовок в партии. Если размер  $A_2=B_A$  был получен на предыдущей операции так же при несовпадении его измерительной базы с технологической базой (при другой схеме базирования), то он будет зависеть от двух размеров  $B_1$  и  $B_2$ , определенных аналогично из условий выполнения указанной предыдущей операции. В размерной цепи для  $A_A$  звено  $A_2$  может быть заменено на два размера  $B_1$  и  $B_2$ . Двигаясь таким образом к началу техпроцесса можно выявить все составляющие звенья от которых при данной технологии будет зависеть размер  $A_A$ .

Выявление технологических поддетальных размерных цепей можно также выполнять методом графов [37].

Для выявленной размерной цепи решают проектную задачу, то есть по требуемому номиналу, допуску и предельным отклонениям замыкающего (исходного) звена определяют аналогичные параметры составляющих звеньев. При этом используют расчет цепи на максимум – минимум и способ равноточных допусков [23, 24, 25].

Рассчитанные допуски составляющих звеньев, сравнивают с технологически достижимыми. Последние определяют по таблицам точности с учетом принятых методов обработки [3, 13]. Если рассчитанные допуски больше табличных технологических допусков, то данный техпроцесс обеспечивает требуемую точность замыкающего звена.

В противном случае следует корректировать технологию (менять схемы базирования, применять более точные методы обработки для получения составляющих звеньев и т.п.).

### **1.15. Определение необходимого количества оборудования.**

Расчет необходимого количества станков производится по [1, 4,26] и ГОСТ 14.314-74.

Для поточного производства количество станков  $S$  определяется по формуле:

$$S_i = \frac{T_{шт} * N_i}{60F} \quad (18)$$

где:  $S_i$ - количество единиц оборудования для выполнения одной операции в поточной линии;

$T_{шт}$  - штучное время обработки изделия, мин.;

$N_i$  - количество изделий, подлежащих обработке в год;

$F$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования (час);

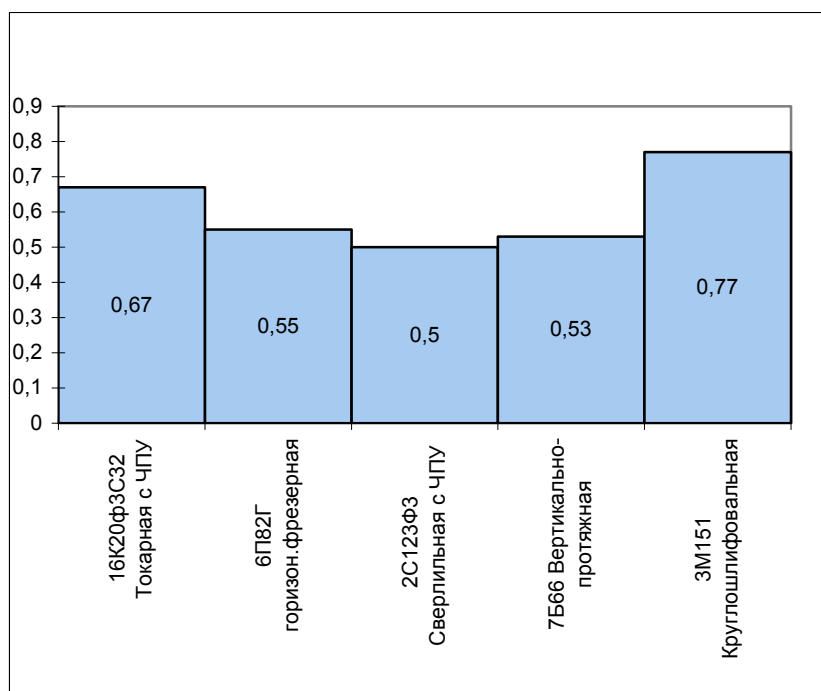


Рисунок 1. График загрузки оборудования.

Если  $S_i$  - дробное число, то оно округляется до ближайшего большего целого числа. Для переменного – поточных линий и групповой формы организации производства число станков на каждую операцию рассчитывают поштучно – калькуляционному времени  $T_{шт..к j}$  и программе выпуска каждой закрепленной за рабочим местом детали  $N_j$

$$S_i' = \frac{\sum_{j=1}^n t_{ум.к j} * N_j}{F60} \quad (19)$$

где:  $n$  – количество разных деталей, изготавливаемых на переменного-поточной линии.

После этого определяются коэффициенты загрузки станков и строится их график загрузки (рис. 1)

Коэффициент загрузки оборудования:

$$\eta_z = \frac{S_i}{S_{пр}} \quad (20)$$

где:  $S_i$ - расчетное количество станков;

$S_{пр}$ - принятое количество станков;

Коэффициент загрузки оборудования не должен превышать нормативного.

## **2. Расчет и проектирование средств технологического оснащения.**

Данный раздел в соответствии с заданием на курсовое проектирование может содержать:

1. Расчет и конструирование специального автоматизированного станочного, сборочного или контрольного приспособления;
2. Расчет и конструирование специального измерительного или вспомогательного инструмента;
3. Разработка, конструкций и расчет средств механизации и автоматизации.

Разработка вопросов конструкторского раздела в зависимости от наличия исходной информации может осуществляться по одному из следующих вариантов:

1. Проектирование на основе аналогичного технического решения по базовому технологическому процессу;
2. Проектирование на основе анализа известных технических решений по данному вопросу, имеющихся на конкретном производстве или в справочной литературе.
3. Проектирование на основе приобретенных знаний и опыта, пользуясь учебной и справочной литературой, при отсутствии аналогичных технических решений по данному вопросу.

Независимо от варианта проектирования студент обязан выполнить все его этапы, сопровождая их необходимыми расчетами.

### ***2.1. Служебное назначение и описание конструкции приспособления.***

Для успешного проектирования приспособления необходимо вначале максимально уточнить и конкретизировать задачу, для решения которой оно создается, т.е. сформировать служебное назначение приспособления.

С помощью приспособлений при механической обработке деталей решаются следующие основные типовые задачи:

- а) базирование и закрепление заготовки;
- б) координирование инструмента;
- в) изменение положения заготовки относительно оборудования;

В ряде случаев с помощью приспособления решаются несколько указанных задач. Например, служебное назначение кондуктора. Приспособление предназначено для базирования и закрепления на вертикально-сверлильном станке 2Н125 штампованной заготовки и для координирования мерного режущего инструмента при обработке в сплошном материале 2-х отверстий с номинальными диаметрами 20 и 25 мм.

В результате обработки должны быть обеспечены:

- точность диаметров отверстий по 7 качеству;
- точность межосевого расстояния отверстий  $110 \pm 0,5$  мм.
- допуск параллельности оси отверстия диаметром 25H7 относительно оси отверстия диаметром 20H7 – 0,05 мм на 100 мм длины;
- допуск соосности отверстий с наружной поверхностью бобышек – 1,0 мм

Далее приводится описание конструкции приспособления, его состав, сборочные единицы, их назначение. При этом необходимо ссылаться на позиции деталей по сборочному чертежу. Описание работы приспособления должно пояснять взаимодействие сборочных единиц и механизмов приспособления.

## **2.2. Техническое задание на проектирование приспособления**

Техническое задание на проектирование станочного приспособления в соответствии с ГОСТ 15.001.-73 должно содержать следующие основные сведения:

1. Входные и выходные данные заготовки – размеры (параметры), с которыми заготовка поступает на данную операцию и уходит после нее, твердость, припуски и т.п.
2. Сведения о поверхностях, которые должны быть обработаны при базировании и закреплении в данном приспособлении, т.е. их размеры, точность геометрической формы, относительных поворотов, шероховатость поверхности, допуски координирующих размеров.
3. Требуемая схема базирования заготовки и состояние поверхностей, принимаемых в качестве баз. Для накладных кондукторов должна быть приведена схема базирования приспособления на заготовке. Следует помнить, что чем выше точность параметров детали, тем точнее в приспособлении должна быть реализована теоретическая схема базирования.
4. Оборудование, на котором осуществляется операция.
5. Главные размеры (с допусками) инструментов, которыми предполагается вести обработку.
6. Режимы и силы резания.
7. Предполагаемый тип зажима. Для повышения производительности, облегчение труда рабочего и обеспечение постоянства величины силы закреплении, надо стремиться к механизированным силовым приводам, выбирая пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электромеханические приводы. Исключить в проекте ручные закреплении заготовки.

8. Принципиальная схема и способ базирования приспособления на станке.
9. Требуемая производительность на операции и ориентировочное время, отводимое для установки и снятия заготовки.
10. Количество одновременно обрабатываемых заготовок.
11. Требования по безопасной работе и обслуживанию.
12. Условия работы приспособления и срок его службы.

### **2.3. Расчет сил зажима заготовки.**

Расчет сил зажима сводится к решению задачи статики на равновесие твердого тела (заготовки) под действием системы внешних сил. Обрабатываемая заготовка находится с одной стороны – под действием силы тяжести и сил возникающих в процессе обработки; с другой стороны - под действием сил зажима и реакций опор.

Величина сил зажима определяется из условия равновесия всех сил, при полном сохранении контакта технологических баз обрабатываемой заготовки с установочными элементами приспособления и невозможности ее сдвига или поворота в процессе обработки.

Зажимные устройства должны удовлетворять следующим требованиям:

- при зажиме не должно нарушаться первоначально заданное базированием положение заготовки
- зажимы не должны вызывать деформации заготовки;
- зажимы устройства, по возможности, не должны воспринимать силы резания;
- силы зажима должны быть достаточными, чтобы исключить возможность смещения и вибраций заготовки в процессе обработки;

Эффективность зажима в значительной степени зависит от направления и места приложения силы. При выборе ее направления необходимо учитывать следующие правила:

- сила зажима должна быть направлена перпендикулярно к плоскостям установочных элементов, чтобы обеспечить контакт с опорами базовых поверхностей и исключить при зажиме сдвиг заготовки;
- при базировании заготовки по нескольким базовым плоским поверхностям сила зажима должна быть направлена к тому установочному элементу, с которым заготовка имеет наибольшую площадь контакта;
- направление силы зажима и силы тяжести (вес) заготовки должны совпадать;

- направление силы зажима по возможности, должно совпадать с направлением силы резания. Точка приложения силы зажима должна быть как можно ближе к месту обработки, особенно для нежестких заготовок.

Для расчета сил зажима составляется схема действия на заготовку сил резания и реакций опор, указываются места приложения сил зажима.

При расчетах следует ориентироваться на такую стадию действия сдвигающих (опрокидывающих) сил и моментов, при которой силы зажима получаются наибольшими. Должна быть, так же, приведена кинематическая схема зажима и схема действия сил между деталями зажимных устройств. На основе этих данных ведется расчет деталей зажима на прочность, определяются необходимые параметры силовых приборов. Методика расчета зажимных сил, выбор и расчет зажимных устройств, выбор и расчет приборов подробно представлены в [ 27, 28, 29, 30 ].

#### ***2.4. Расчет приспособления на точность.***

От точности изготовления приспособления и установки его на станке, износостойкости и жесткости установочных элементов в значительной мере зависит точность обработки заготовок.

Цель расчета на точность заключается в определении требуемой точности изготовления приспособления по выбранному точностному параметру и задании допусков размеров деталей и элементов приспособления. Расчет, как правило, должен состоять из следующих этапов:

- выбор одного или нескольких точностных параметров приспособления, которые оказывает влияние на положение и точность обработки заготовки;
- определение величины погрешностей, определяющих точность обработки детали на данной операции;
- определение требуемой точности изготовления приспособления по выбранным параметрам;
- распределение допусков изготовления приспособления на допуски размеров деталей, являющихся звеньями конструкторских размерных цепей приспособления;
- внесение в ТУ сборного чертежа пункта об обеспечении точности приспособления обработкой его в сборе.
  - В курсовом проекте рекомендуется вести расчет приспособления на точность как проектный. При этом целесообразно пользоваться упрощенной формулой [ 27, 28, 29], где погрешность изготовления приспособления во выбранному параметру, зависящая от



погрешности изготовления и сборки установочных и других элементов приспособления ( $E_{np}$ ) будет:

$$E_{np} \leq \delta - K_1 \sqrt{(K_{m1} * E_{\sigma})^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_u^2 + E_{nu}^2 + (K_{m2} * \omega)^2} \quad (21)$$

где:  $\delta$  – допуск выполняемого при обработке размера заготовки;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий отклонения рассеивания значений составляющих величин от закона нормального распределения:  $K_T = 1 \dots 1,2$  (в зависимости от количества значимых слагаемых: чем их больше, тем ближе к единице следует принимать значения коэффициента);

$K_{T1}$  – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках:  $K_{T1} = 0,8 \dots 0,85$ ;

$K_{T2}$  – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, независимыми от приспособления ( $\Delta y, \Delta n, \Delta i, \Delta t, \Delta f$ ),  $K_{T2} = 0,6 \dots 0,8$  (большее значение коэффициента принимается при меньшем количестве значимых величин, зависящих от приспособления);

$\omega$  – экономическая точность обработки;

$E_{\delta}$  – погрешность базирования;

$E_3$  – погрешность закрепления;

$E_u$  – погрешность установки приспособления на станке;

$E_i$  – погрешность положения рабочих поверхностей рабочих элементов в результате их изнашивания в процессе эксплуатации приспособления;

$E_{ни}$  – погрешность от перекоса инструмента из-за неточности изготовления направляющих элементов приспособления (кондукторных втулок, копиров и т.д.);

Произведение  $K_{T2} * \omega$  характеризует суммарную погрешность обработки, вызываемую факторами не связанными с приспособлением, а именно: упругими отжатыми технологической системы под действием сил резания ( $\Delta y$ ), погрешностью настройки станка ( $\Delta n$ ), размерным износом инструмента ( $\Delta i$ ), тепловыми деформациями системы ( $\Delta t$ ), геометрическими погрешностями станка и деформацией заготовки при обработке ( $\Delta f$ ).

Погрешности, зависящие от приспособления ( $E_{\delta}, E_3, E_u, E_i, E_n$ ), рассчитываются в каждом конкретном случае по принятым схемам базирования, закрепления и обработки. Погрешность закрепления  $E_3$  может приниматься по таблицам [1, 28].

Найденное значение выбранного параметра указывается в качестве допуска отклонения поверхности или размера между поверхностями, контактирующими соответственно с заготовкой и станком, на чертеже общего вида или записывается в ТУ на изготовление и эксплуатацию проектируемого приспособления.

### **2.5. Расчет приспособления на прочность.**

После расчета точности изготовления приспособления и силового расчета необходимо выбрать конструкционные материалы для деталей приспособления, назначить термическую (химико-термическую, электрохимическую и т.п.) обработку или вид покрытия и рассчитать размеры элементов из условий прочности.

Материалы для деталей приспособлений следует выбирать исходя из условий работы и эксплуатационных требований, предъявляемых к этим деталям. Рекомендации по применению металлов и неметаллических сплавов в качестве конструкционных материалов для различных деталей (элементов) приспособлений, применяемая химико-термическая обработка, достигаемые твердость и технологические свойства материалов в состоянии поставки приведены в [27, 29].

Для расчета на прочность выбирают наиболее нагруженную, уязвимую деталь приспособления. С помощью расчета можно решить две задачи:

1. Проверку на прочность существующих деталей путем сравнения фактических напряжений с допускаемыми (проверочный расчет);
2. Определение размеров сечений деталей приспособлений (предварительный проектный расчет).

Методика расчета прочности деталей в виде стержней, валов, осей, шпоночных и шлицевых соединений приведена в [27, 29] и курсах: «Сопротивление материалов» и «Детали машин».

При необходимости расчета на прочность сварных соединений, пружин, подшипников, зубчатых и клиноременных передач и других соединений единиц и деталей применяются справочные и другие литературные источники в том числе [28, 31, 32].

### **2.6. Проектирование общего вида приспособления.**

Проектирование общего вида приспособления ведут в следующем порядке:

1. Наносят контур обрабатываемой заготовки тонкими линиями, расположив на листе так, чтобы оставалось достаточно места для последующего вычерчивания элементов приспособления.

2. Изображают тонкими линиями в исходном, или конечном положении режущие инструменты.
3. Вокруг контура заготовки вычерчивают направляющие (координирующие) элементы (кондукторные втулки и т.п.), если они необходимы.
4. Вычерчивают установочные элементы, затем зажимные и вспомогательные элементы и механизмы.
5. Изображают силовой привод, усилительные механизмы и т.п.
6. Оформляют корпус приспособления. Попутно вычерчивают необходимые разрезы и сечения, поясняющие конструкцию.

Корпус должен быть жестким, виброустойчивым и стабильно сохранять свою точность, полученную при изготовлении. Корпуса изготавливают из чугуна или стали. Жесткость корпуса должна быть обеспечена не массой материала, а коробчатой формой, стенками, ребрами и т.п.

Литые чугунные корпуса обладают достаточной жесткостью, хорошей деформирующей способностью и достаточно стабильно сохраняют точность после изготовления. Недостатками их являются относительно большие расходы при изготовлении модели для одноразового изготовления корпуса. Сварные стальные корпуса из листового и профильного проката более экономичны. Сборные корпуса, вследствие многочисленных стыков имеют меньшую жесткость, чем литые и сварные.

Для обеспечения базирования на оборудовании корпус должен обладать конструктивно оформленными базами (плоскость основания, направляющие шпонки, центрирующие выточки и т.п.).

Для крепления приспособления к столу станка у корпуса предусматривают проушины, расположенные в соответствии с Т-образными пазами стола.

Особое внимание при конструировании приспособления должно быть обращено на максимальное использование стандартизированных и нормализованных деталей и сборочных единиц (узлы, зажимы, опорные плиты, стойки, установочные элементы и т.п.).

Разрабатываемые конструкции должны быть прогрессивными, технологичными, удобными и безопасными в эксплуатации.

При проектировании приспособлений необходимо использовать [9, 11, 12, 33, 34, 35]

### **3. Научно – исследовательский раздел.**

Научно – исследовательский раздел проекта оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-81 в виде отдельного раздела пояснительной записки. По указанию руководителя в курсовой проект могут быть включены

научно-исследовательские разработки за счет сокращения других разделов проекта.

В научно – исследовательском разделе необходимо отобразить следующие вопросы:

- поставленная задача исследования;
- современное состояние исследуемого вопроса;
- методика исследования;
- оборудование и приборное оснащение;
- результаты проведенных экспериментов ( в виде графиков, таблиц, фотографий и т.д.);
- оценка точности и достоверности полученных результатов;
- технико-экономическая эффективность исследования;
- оценка результатов исследования и область их применения.

#### **4. Заключение**

В этой части пояснительной записки в краткой форме излагаются особенности и оригинальность проекта, отличие разработанного технологического процесса от базового, применение новых технологических методов обработки. Отмечается применение современной прогрессивной технологии и оборудования, механизированных и автоматизированных систем обработки, новых решений при конструировании технологического оснащения. Излагаются основные технико-экономические показатели процесса изготовления детали (сборки изделия).

#### **5. Литература**

Приводится список используемой при выполнении проекта литературы. Источники следует располагать в порядке появления ссылки в тексте на используемую информацию.

При ссылке в тексте на источник информации приводится порядковый номер источника по списку литературы, заключенный в квадратные скобки. Библиографическое описание литературного источника в списке должно содержать фамилию и инициалы автора (авторов), заглавие источника, место издания, издательство и год издания, количество страниц и должно быть составлено в соответствии с ГОСТ 7.1-84. Студентам рекомендуется обратить внимание на библиографические описания источников, приведенных в списке литературы в настоящих методических указаниях.

## 6. Приложения

В приложения выносятся информация, имеющая относительно самостоятельное от пояснительной записки значение. В курсовом проекте такой информацией является разработанный технологический процесс (комплект технологической документации) спецификации станочных и контрольных приспособлений.

## 7. Оформление графической части проекта.

Графическая часть выполняется карандашом, тушью или с использованием САПР и должна соответствовать требованиям стандартов ЕСКД. Чертеж заготовки рекомендуется выполнять тогда, когда ее конструкция представляет оригинальную разработку. Правила выполнения и примеры оформления чертежей заготовок деталей, полученных на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ), на молотах, на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) приведены в ГОСТ 7505-89.

Правила выполнения и примеры оформления чертежей отливок приведены в ГОСТе 26645-85. На чертеже заготовки тонкими линиями изображаются контур детали, указываются размеры, припуски на механическую обработку, допустимые отклонения, штамповочные и литейные уклоны, радиусы закруглений и другие технические требования.

Операционные эскизы выполняются на листах формата А1, расположенных горизонтально. Они вычерчиваются в произвольном масштабе для наиболее сложных и интересных операций (позиций, переходов и т.д.). На одном листе изображается, как правило 6 эскизов. Рекомендуются эскизы, относящиеся к различным операциям.

Лист сопровождается одним штампом по ГОСТ 3.1105-84.

На операционном эскизе должна быть отображена следующая информация:

1. Обрабатываемая заготовка в том положении, которое она занимает в процессе обработки на станке при виде со стороны рабочего. (вид прямо или сверху); и в той форме, которую она получает после данной операции (позиций, перехода).
2. Обрабатываемые на данной операции поверхности показываются утолщенными линиями 2... 3 S (ГОСТ 1808. 68);
3. Теоретическая схема базирования по ГОСТ 21495-76, на основных проекциях детали;
4. Размеры и предельные отклонения, обрабатываемых на операции (переходе) поверхностей;

5. Шероховатость обрабатываемых поверхностей на данной операции по ГОСТ 2309-79;
6. Другие технические требования рабочего чертежа, обеспечиваемые на данной операции: точность формы поверхности, взаимного расположения поверхностей и т.п.;
7. Режущий немерный инструмент в конце рабочего хода, осевой инструмент (сверла, метчики, протяжки, развертки и т. п.) в исходном положении при обработке заготовки. Изображается инструмент упрощенно в том же масштабе, что и заготовка.
8. Направление вращения инструмента (заготовки) и направление подачи.

Сверху над эскизом указывается наименование и номер операции арабскими цифрами (05, 010...). Во второй строке, если это необходимо дается обозначение позиции римскими цифрами, установов – прописными буквами русского алфавита, переходов арабскими цифрами (1, 2, 3 и т.д.).

В правом нижнем углу операционный эскиз должен иметь рамку, в которой указывается тип оборудования, переходы, режимы резания, нормы времени, и т.п. (смотри приложения).

При многоинструментальной обработке на операционном эскизе должны быть показаны все инструменты в том положении, в котором они находятся в наладке в конечный момент резания.

При обработке на станках с ЧПУ на операционном эскизе заготовка показывается в положении на конец выполнения операции. Инструмент изображается на развертке револьверной головки в последовательности его применения. Приводятся оси координат и увязка нулевых (исходных) точек станка, детали, инструмента. Обязательно должна быть представлена управляющая программа в комплекте технологической документации. В случае сложных циклов обработки можно представить попеременные эскизы по циклам обработки. На таком эскизе, кроме общей информации, целесообразно показать циклограмму движения инструмента и соответствующий фрагмент управляющей программы. Примеры изображения эскизов цикловой обработки представлены в [3, 36].

Чертеж общего вида приспособления должен давать четкое представление о принципе работы всех его элементов и включать достаточное для этого количество разрезов, сечений, видов. Предпочтительный масштаб основных проекций приспособления 1:1.

Чертеж общего вида должен содержать:

1. Основные размеры (с допусками), определяющие точность приспособления и являющиеся необходимыми при проверке и приемке – размеры, точность которых влияет на погрешность размеров обрабатываемой за-

- готовки. Например: при сверлении в кондукторах - межцентровые расстояния кондукторных втулок, их расстояние от установочных элементов, диаметры втулок и т. п.
2. Размеры базирующих элементов с допусками (диаметры пальцев, выточек и т.п.)
  3. Посадки основных сопряжений (в буквенно-цифровом обозначении).
  4. Монтажные размеры, определяющие установку приспособления на станке.
  5. Пределы рабочих ходов подвижных элементов и размеры, определяющие положения зажимных элементов относительно заготовки (например: ход штока пневмоцилиндра, ход губок тисков и т.п.).
  6. Габаритные размеры по максимально выступающим частям.
  7. Технические требования, определяющие точность относительного положения рабочих поверхностей приспособления.
  8. Специальные требования. Например, к испытаниям, окраске и т.п.
  9. Спецификация деталей приспособления составляется на отдельном листе по форме 1 (ГОСТ 2.113-75) и помещается в приложении к записке.
  10. Приведенные рекомендации распространяются как на выполнение чертежа станочного приспособления, так и на выполнение чертежей контрольного приспособления, измерительного и вспомогательного инструмента и т.п.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А., Курсовое проектирование по технологии машиностроения – Мн: Высшая школа 1983 г., 256 с.
2. Афонькин М.Г., Магницкая М.В., Производство заготовок в машиностроении. Ленинград. Машиностроение 1987 г., 254с.
3. Справочник технолога – машиностроителя под редакцией Косиловой А.Г., том 1, Машиностроение, 1985 г., 656 с.
4. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении (под редакцией Бабука В.В.) Мн. Высшая школа, 1987 г., 260 с.
5. Справочник инструментальщика (под общей редакцией Ординарцева И.А.). М. Машиностроение, 1987 г., 846 с.
6. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога – машиностроителя, М. Из-во стандартов, 1992 г., 464 с.
7. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов. Справочник. М. Машиностроение, 1984 г., 224 с.
8. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием. Справочник под редакцией С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера. М. Машиностроение, 1986 г., 352 с.
9. Альбом по проектированию приспособлений, Базаров Б.М., Сорокин А.И. и другие. М. Машиностроение, 1991 г., 121 с.
10. Кузнецов Ю.И. технологическая оснастка для станков с ЧПУ и промышленных роботов. М. Машиностроение, 1987 г., 107 с.
11. Кузнецов Ю.И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ. М., Высшая школа, 1988 г., 303 с.
12. Плашей Г.И., Марголин Н.У. Конструкции приспособлений агрегатных станков и автоматических линий (альбом), М., Машиностроение, 1990 г., 240 с.
13. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Кагинин М.А.. Точность обработки, заготовки припуски в машиностроении. М., Машиностроение, 1976 г., 272 с.
14. Методические указания по расчету припусков расчетно-аналитическим методом, Брест 1996 г.
15. Справочник технолога-машиностроителя Т2. (Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова., М., Машиностроение, 1985 г., 496 с.
16. Режимы резания металлов. Справочник под ред. Барановского Ю.М., М. Машиностроение, 1972 г., 408 с.
17. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник под редакцией Баранчикова Ю.В. М., Машиностроение, 1990 г., 400 с.
18. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. М., Машиностроение, 1990 г., 448 с.
19. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени обслуживания (массовое производство), М., Экономика, 1990 г., 136 с.



20. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технологического нормирования. Серийное производство М., Машиностроение, 1990 г., 421 с.
21. Методические указания по нормированию технологических процессов для выполнения курсового и дипломного проектирования для студентов по специальности Т03.01., Брест, 1999 г.
22. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть I. Нормативы времени. Часть II. Нормативы режимов резания. М., Экономика 1990 г.
23. Солонин И.С., Солонин С.И. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. М., Машиностроение, 1980 г., 110 с.
24. Маталин А.А. Технология машиностроения, Л., Машиностроение, 1985 г., 496 с.
25. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М., Машиностроение, 1989 г., 288 с.
26. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Проектирование автоматических участков и цехов», Брест, 1991 г.
27. Горохов В.А. Проектирование технологической оснастки. Мн.,Бервита, 1997 г., 344 с.
28. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений. Справочное пособие. Мн.: Беларусь, 1991 г., 400 с.
29. Горохов В.А. Проектирование технологической оснастки. Мн.,Бервита, 1997 г.,334 с.
30. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. Учебник М., Машиностроение, 1983 г., 277 с.
31. Антонюк В.Е. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. Минск, Беларусь, 1975 г., 351 с.
32. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х томах., М., 1982 г.
33. Болотин Х.Л. Костромин Ф.П. Станочные приспособления. М., 1973, 344 с.
34. Кузнецова И.В. Приспособления для обработки цилиндрических зубчатых колес. Учебное пособие. М., Машиностроение, 1986 г., 80 с.
35. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. (Ред. совет: Б.Н.Вардашкин и др.) М., Машиностроение, 1984 г., Т1-592 с. Т2-656 с.
36. Каштальян И.А., Клевзович В.И. Обработка на станках с числовым программным управлением. Мн., Высшая школа, 1989 г., 271 с.
37. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник – Мн.: ., Высшая школа, 1997 г., - 423 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИ-  
ТЕТ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

## **РАСЧЕТНО – ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к курсовому проекту по «Технологии машиностроения»**

**на**

**тему**

**:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Разработал:**

**Студент гр. Т-42**

**Руководитель проекта**

**Иванов Е.А.**

**Чернов Г.С.**

**Брест 2000 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1. Разработка технологического процесса изготовления детали.....	8
1.1. Назначение и конструкция детали (сборочной единицы).....	8
1.2. Анализ технических условий изготовления детали.....	8
1.3. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
1.4. Определение типа производства.....	11
1.5. Выбор метода получения заготовки.....	13
1.6. Анализ базового технологического процесса обработки детали. ....	14
1.7. Выбор методов обработки.....	15
1.8.....	

					КП. Т 03.01. 721.00.00.00 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум	Под	Дата				
Разраб		Жук И.В			Техпроцесс изготовления шестерни ведущей 548В-24020 17-10	Лит	Лист	Листов
Провер		Кац А.П						
Н.контр.		Чуб О.П				БГТУ гр. Т-20		
Утвр								

### Аннотация

Курсового проекта студента электронно-механического факультета Ярмоша И.В. «Проект участка механического цеха по изготовлению корпуса подшипника КИС 024. 10.» 45 с., в том числе 15 иллюстр., 5 листов чертежей.

Брестский государственный технический университет 2000 год.

В курсовом проекте дано описание объекта производства, указаны конструктивные особенности и характеристика основных эксплуатационных параметров машины, в которую входит обрабатываемая деталь. Произведен анализ служебного назначения корпуса подшипника, отработка его на технологичность и обоснован выбор метода получения, заготовки, что позволило повысить коэффициент использования материала в 1,5 раза. Разработан технологический процесс изготовления детали. Установлена последовательность переходов, дано обоснование выбора технологических баз, выполнены аналитические расчеты припусков и режимы резания на две операции механической обработки. Произведен выбор типов станков и определены коэффициенты их загрузки.

Спроектировано фрезерное приспособление на станок 6P12Ф3 для фрезерования паза шириной  $6+0,1$ , длиной  $12+0,2$ .

Разработана автоматизированная система подачи деталей от станка к станку 6P12Ф3.

Дубл.			
Взаим.			
Подпись			


БГТУ, гр. Т-200	548В-2402017-10		
-----------------	-----------------	--	--

*Шестерня ведущая*

***Министерство образования Республики Беларусь***

Брестский государственный технический университет

*Комплект документов*

*на технологический процесс изготовления детали*

Разработал \_\_\_\_\_ Петрочук В.И.

Руководитель \_\_\_\_\_ Сидор-

чук П.С.

Дубл.																			
Взам.																			
Подпись																			
													Листов 5		Лист 1				
Р азраб.	Пет- рочук В.И.			БГТУ, гр. Т-200			548В-2402017-10												
Пров.	Сидорчук П.С.																		
Н.контр	Макарчук И.А.			Шестерня ведущая											55				
Наименование операции							Наименование, марка материала							МД					
<i>Контрольная</i>							<i>Сталь20ХНЗА ГОСТ4543-81</i>							2					
Наименование оборудования				То		Тв.						Обозначение ИОТ							
<i>Стол контрольный</i>				4,874		0,231						-							
Р	Контролируемые пара- метры			Код средств ТО			Наименование средств ТО			Объем ПК		То-Тв							
1	<i>При выполнении операции соблюдать инструкцию по охране труда</i>																		
2																			
Внешним осмотром проверить наличие фасок, отсутствие заусенцев и острых кромок,																			
4	<i>качество сантехобработки</i>									100		0,2							
5																			
6	<i>Проверить размер:</i>																		
7	1		8113-6592 ГОСТ 16776-81			Скоба 309 (-0,68)			5		0,11								
8	2		8113-4734 ГОСТ 16776-81			Скоба 260 (-0,13)			50		0,31								
9	3; 15		ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89			Штангенциркуль			5		0,12								
10	4		ШГ-160 ГОСТ 162-80			Штангенглубиномер			5		0,16								
11	5; 22; 28		ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89			Штангенциркуль			5		0,23								
	6		8133-0929 Н12 ГОСТ 14807-89			Пробка Ø14 Н12			5		0								

2					,18
3	7	<i>РШ-1 ТУ2-034-228-88</i>	<i>Шаблон радиусный</i>	5	0,14
4	8	<i>Специальное</i>	<i>Приспособление</i>	10	0,07
<b>ОК</b>	Технический контроль				



Дубл.																				
Взам.																				
Подпись																				
														Листов 3		Лист 1				
Разраб.	Петрочук В.И.			БГТУ, гр. Т-200 548В-2402017-10																
Пров.	Сидорчук П.С.																			
				<i>Шестерня ведущая</i>																
Н.контр	Макарчук И.А.																			
M01																				
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	КОД загот	Профиль и размеры			КД	МЗ							
			<i>кг</i>	<i>42</i>	<i>1</i>	<i>66,3</i>	<i>0,63</i>	<i>поковка</i>	<i>∅205×568</i>			<i>1</i>	<i>54</i>							
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции				Обозначение документа											
Б	Код наименования оборудования						СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт т	Тпз	Тшт			
03				<i>01</i>	Транспортная.															
04					Доставить заготовки на участок															
05					<i>Кран подвесной двухпролетный 2-22,8-(10,5+10,5)-5-380-Т2, ГОСТ 1890-84.</i>															
06																				
07				<i>005</i>	<i>Горизонтально-фрезерная</i>				-	<i>фрезер.</i>	<i>2</i>	-	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>шт</i>	<i>280</i>	<i>1</i>	<i>20</i>	<i>6,55</i>	
08					<i>6М83Г</i>															
09																				
10				<i>010</i>	<i>Сверлильная</i>				-	<i>сверл.</i>	<i>2</i>	-	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>шт</i>	<i>280</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>2,71</i>	
11					<i>2М55</i>															
12																				
13				<i>015</i>	<i>Токарно-копировальная</i>				-	<i>токарь</i>	<i>2</i>	-	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>шт</i>	<i>280</i>	<i>1</i>	<i>25</i>	<i>6,69</i>	
14					<i>1713Ц</i>															
15																				
16				<i>020</i>	<i>Токарно-копировальная</i>				-	<i>токарь</i>	<i>2</i>	-	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>шт</i>	<i>280</i>	<i>1</i>	<i>25</i>	<i>9,79</i>	

17						<i>1713Ц</i>													
МК	Маршрутная карта																		

Дубл.																				
Взам.																				
Подпись																				
					Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата											
											Листов 3			Лист 1						
Разработал	Петрочук В.И.			БГТУ, гр. Т-200			548В-2402017-10													
Проверил	Сидорчук П.С.																			
Н. контр.	Макарчук И.А.			<i>Шестерня ведущая</i>																005
Наименование операции		Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД					
<i>Фрезерная</i>		<i>Сталь 20ХНЗА ГОСТ 4543-81</i>				<i>НВ 156..229</i>		<i>к2</i>	<i>42</i>	<i>Ø 205 × 568</i>				<i>54</i>	<i>1</i>					
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз		Тшт		СОЖ										
<i>6М83Г</i>		<i>-</i>		<i>3,7</i>	<i>2,48</i>	<i>20</i>		<i>6,55</i>		<i>“Укринол”-1М</i>										
										ПИ	Д									
										или В										
01	При выполнении операции соблюдать инструкцию по охране труда																			
02																				
03	<i>Переустановить деталь с позиции 1 на позицию 2, установить заготовку на позицию 1 и закрепить</i>																			
04	<i>Приспособление фрезерное специальное</i>																			
05																				
06	<i>1. Фрезеровать последовательно торцы заготовок, выдерживая размер 1, 2</i>																			
07	<i>6229-0039 ГОСТ 13785-88 Оправка; 2214-6119 ГОСТ 9473-81 Фреза торцовая Т14К6; ШЦ-III-630-0,1</i>																			
08	<i>ГОСТ 166-89 Штангенциркуль.</i>																			
09																				
								<i>160</i>	<i>292</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>0,78</i>	<i>400</i>	<i>188</i>						
10	<i>2. Проверить размеры 1, 2 –10 %.</i>																			
11																				
12																				
13																				

Операционная карта

К

52

**Учебное издание**

Составители: Акулич Антон Павлович;  
Акулич Людмила Ивановна;  
Медведев Олег Анатольевич

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению курсового проекта по курсу «Технология  
машиностроения» для студентов специальности Т03.01.00**

Ответственный за выпуск: Акулич А.П.  
Редактор Строкач Т.В.

---

Подписано к печати 25.09.2000 г Формат 60x84 1/16 Бумага писч. Усл. п.л. 3,02 Уч. изд. л. 3,25 Тираж 150 экз Заказ № 666 Бесплатно. Отпечатано на ризографе Брестского государственного технического университета. 224017, Брест, ул. Московская, 267.

