Тольяттинский Государственный Университет

Кафедра «Технология машиностроения»

Курсовой проект

«Разработка технологического процесса изготовления зубчатого колеса»

Тольятти 2005

**Аннотация**

**Ключевые слова:**

**-** базирование

- выбор заготовки;

- изготовление детали;

- нормы времени;

- режимы резания;

- режущий инструмент;

- станочные приспособления;

- технологический маршрут;

- технологический процесс.

**Краткое содержание:**

1.Анализируем исходные данные

2.Выбираем тип производства, формы организации технологического процесса изготовления детали

3.Выбираем метод получения заготовки и ее проектирования

4.Разрабатываем технологический маршрут изготовления детали

5.Выбираем средства технологического оснащения

6.Разрабатываем технологические операции

**Введение**

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа.

В связи с этим в учебном процессе высших учебных заведениях значительное место отводится самостоятельным работам таким, как курсовое проектирование по технологии машиностроения.

Курсовое проектирование закрепляет, углубляет и обобщает знания, полученные студентами во время лекционных и практических занятий. Курсовое проектирование должно научить студента пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, номограммами, нормами и расценками, умело сочетая справочные данные с теоретическими знаниями.

При выполнении проекта принятие решений по выбору вариантов технологических процессов, оборудования, оснастки, методов получения заготовок производится на основании технико-экономических расчетов, что дает возможность предложить оптимальный вариант.

Защита проекта позволяет оценить умение студента кратко, в установленное время изложить сущность проделанной работы, а также аргументировано объяснить принятые решения при ответах на вопросы по проекту.

**1. Анализ исходных данных**

* 1. **Анализ служебного назначения детали**

Колесо зубчатое предназначено для передачи крутящего момента с ведущего вала посредством боковой поверхности шпонки на ведомый посредством боковой поверхности зуба.

Работает в двухступенчатом редукторе общего назначения. Нагрузки - циклические неравномерные условия смазки - удовлетворительные.

Деталь изготовлена из стили 45 и обладает следующими физико-механическими и химическими свойствами:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Механические свойства для сталей по ГОСТ 1050-88 | | | | | | | Марка стали | Механические свойства, не менее | | | | | | Предел текучести Н/мм2 кгс/мм2 | Временное сопротивление Н/мм2 кгс/мм2 | Относительное удлинение | Относительное сужение | | | % | | | | 45 | 355(36) | 600(61) | 16 | | 40 |   Марки и химический состав сталей по ГОСТ 1050-88 | | | | | | | | |
| Марки стали | Массовая доля элементов, % | | | | | | | |
| углерод | кремний | марганец | сера | фосфор | хром | никель | медь |
| 40 | 0,37-0,45 | 0,17-0,37 | 0,50-0,80 | 0,04max | 0,035max | 0,25 | 0,3 | 0,3 |

* 1. **Классификация поверхностей детали**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид поверхности | № поверхности |
| ИП | 7,12 |
| ОКБ | 1,5 |
| ВКБ | 4 |
| СП | 2,3,6,8,9,10,11,13,14,15 |

**1.3 Анализ технологичности детали**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид поверхности | Габариты | IT | Требования по расположению | Ra |
| 1 | Плоская торцевая | 100 | Н12 | 0,02 | 1,6 |
| 2 | Плоская торцевая | 217,43 | IT14/2 |  | 3,2 |
| 3 | Плоская торцевая | 217,43 | IT14/2 |  | 3,2 |
| 4 | Плоская торцевая | 100 | Н12 | 0,02 | 1,6 |
| 5 | Цилиндрическая | 55 | H7 |  | 0,8 |
| 6 | Зубчатая | 32 | h14 |  | 6,3 |
| 7 | Эвольвентная |  | IT14/2 |  | 1,6 |
| 8 | Эвольвентная |  | IT14/2 |  | 1,6 |
| 9 | Плоская | 35 | H14 |  | 6,3 |
| 10 | Плоская | 35 | H14 |  | 6,3 |
| 11 | Цилиндрическая | 12 | H12 |  | 6,3 |
| 12 | Плоская | 16 | IT14/2 |  | 3,2 |
| 13 | Плоская | 4,4 | P9 | //0,15 0,12 | 1,6 |
| 14 | Цилиндрическая | 14 | h14 |  | 6,3 |
| 15 | Цилиндрическая | 14 | h14 |  | 6,3 |

1.3.1 Показатели технологичности заготовки

- возможность получения заготовки рациональным методом;

- простая конструкция детали (отсутствие сложных фасонных поверхностей) позволяет использовать при ее производстве унифицированную заготовку;

- с учетом требований к поверхностям детали (точности и шероховатости), а также их технического назначения окончательное формирование поверхности детали (ни одной из них) на заготовительной операции невозможно;

- данная сталь способна подвергаться термообработке, для нее характерна малая вероятность образования трещин.

1.3.2 Показатели технологичности конструкции детали в целом

Конфигурация детали:

- максимальная унификация и стандартизация конструкционных элементов детали;

- размеры и поверхности детали имеют оптимальные требования по точности и шероховатости;

- конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых технологических процессов ее изготовления;

- наличие конструкционных элементов обеспечивает нормальную работу режущего инструмента;

- максимальное сокращение размеров обработанных поверхностей;

- возможность обработки наибольшего количества поверхностей с одного установа;

- возможность обработки на проход;



- конструкция обеспечивает повышенную жесткость детали;

- технические требования не предусматривают особых методов и средств контроля.

1.3.3 Показатели технологичности базирования и закрепления:

- удобство установки заготовки при обработке поверхностей;

- наличие конструкционных элементов обеспечивает автоматизацию установки заготовки на станках;

- совпадение технологических и измерительных баз, использование одних и тех же баз;

Средняя шероховатость <Ra>=6,5 мкм;

Средний квалитет <IT>=7

**1.4 Задачи курсовой работы**

1. Провести анализ исходных данных:

1.1.Анализ служебного назначения детали

1.2.Провести классификацию поверхностей детали

1.3.Анализ технологичности детали

2. Выбрать тип производства и форму организации технологического процесса изготовления

3. Выбрать метод получения заготовки и ее спроектировать

4. Разработать технологический маршрут изготовления детали

4.1.Разработать технологический маршрут обработки поверхностей

4.2.Разработать технологические схемы базирования

4.3.Рассчитать припуски

4.4.Разработать технологический маршрут изготовления детали

5. Выбрать средства технологического оснащения

6. Разработать технологические операции

6.1.Рассчитать режимы резания

6.2.Рассчитать нормы времени

**2. Выбор типа производства и формы организации технологического процесса изготовления**

**2.1 Рассчитаем массу данной детали**

q= (2.1)



**2.2 Анализ исходных данных**

- масса данной детали составляет 3,09 кг.;

- объем выпуска изделий 4400 дет/год;

- режим работы предприятия изготовителя – двухсменный;

- тип производства – среднесерийный.

Основные характеристики типа производства

- объем выпуска изделий - средний;

- номенклатура – средняя;

- оборудование – универсальное;

- оснастка – универсальная, специализированная;

- степень механизации и автоматизации – средняя;

- квалификация рабочих – средняя;

- форма организации технологического процесса – групповая переменно-поточная;

- расстановка оборудования – по типам станков, предметно-замкнутые участки;

- виды технологических процессов – единичные, типовые, групповые, операционные;

- коэффициент закрепления операции

10<KЗ<20 (на одном рабочем месте)

Объем партий, запуск деталей

(2.2)



а – периодичность запуска деталей

254- число ходов

- метод определения операционных размеров – расчетно-аналитический;

- метод обеспечения точности – оборудование, настроенное по пробным деталям.

**3. Выбор метода получения заготовки и ее проектирование**

**3.1 Выбор метода получения заготовки**

Установим метод и способ получения заготовки. Для этого изучим конфигурацию и размеры детали, а также физические и технологические свойства материала, из которого она изготовлена.

Изучив конфигурацию детали, можно сделать вывод, что наиболее подходящими методами изготовления заготовок в данном случае являются: - штамповка; - прокат.

При расчете предпочтение следует отдавать той заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали.

а) рассчитаем себестоимость заготовок из штамповки:

(3.1)



, (3.2)



-базовая стоимость 1 т заготовок.



коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок, выбираются по таблицам.



масса заготовки, кг,



масса готовой детали, кг.



-цена 1 т. отходов, руб.



б) рассчитаем себестоимость заготовок из проката:

(3.3)



(3.4)



-определим массу проката:

кг (3.5)



(3.6)



- определим себестоимость заготовки из проката после нахождения всех неизвестных:



Таким образом, заготовка из штамповки обеспечивает меньшую себестоимость, поэтому выбираем ее.

**3.2 Проектирование заготовки**

Проектирование заготовки проводилось по методическим указаниям Михайлова А.В. «Определение операционных размеров механической обработки в условиях серийного производства». [4]. Припуски на обработку назначаем по таблице 2.2.4 [4] исходя из веса и размеров заготовки.

**4. Разработка технологического маршрута изготовления детали**

**4.1 Разработка технологического маршрута обработки поверхностей**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Ra | IT | Переходы |
| 1 | 1,6 | H12 | Т.черн.(12;12,5), Т.чист.(9;3,2),  Ш.чист.(8;1,6) |
| 2 | 3,2 | IT14/2 | Т.черн.(12;12,5), Т.чист.(10;3,2) |
| 3 | 3,2 | IT14/2 | Т.черн.(12;12,5), Т.чист.(10;3,2) |
| 4 | 1,6 | H12 | Т.черн.(12;12,5), Т.чист.(9;3,2),  Ш.чист.(8;1,6) |
| 5 | 0,8 | H7 | Растач.черн.(11;6,3),  Растач.чист.(9;3,2), Т.тонк.(8;1,6),  Ш.чист.(7;0,8) |
| 6 | 6,3 | h14 | Т.черн.(12;12,5) |
| 7 | 1,6 | H12 | Ф.черн.(11;6,3), Ф.чист.(10;3,2), Ш.чист.(8;1,6) |
| 8 | 1,6 | H12 | Ф.черн.(11;6,3), Ф.чист.(10;3,2), Ш.чист.(8;1.6) |
| 9 | 6,3 | H14 | Растач.черн.(11;6,3) |
| 10 | 6,3 | H14 | Растач.черн.(11;6,3) |
| 11 | 6,3 | H12 | Сверл.(12;12,5) |
| 12 | 1,6 | H12 | Протягивание (8;1,6) |
| 13 | 1,6 | P9 | Протягивание (12;3,2) |
| 14 | 6,3 | h14 | Т.черн.(12;12,5), Т.чист.(10;3,2) |
| 15 | 6,3 | h14 | Т.черн.(12;12,5), Т.чист.(10;3,2) |

**4.2 Разработка технологических схем базирования**

На токарной черновой операции 010 используем явную опорную базу - торец 4, и скрытую направляющую базу – ось детали 16. На токарной черновой операции 020 используем явную опорную базу - торец 1, и скрытую двойную направляющую базу – ось детали 16. На токарной чистовой операции 030 (установ А) используем явную опорную базу - торец 4, и скрытую направляющую базу – ось детали 16. На токарной чистовой операции 030 (установ Б) используем явную опорную базу - торец 1, и скрытую двойную направляющую базу – ось детали 16. На операции 035 точение тонкое используем явную опорную базу - торец 4, и скрытую направляющую базу – ось детали 16. На сверлильной операции 040 используем явную опорную базу - торец 4, и скрытую направляющую базу – ось детали 16. На протяжной операции 050 используем явную опорную базу - торец 4, и скрытую двойную направляющую базу – ось детали 16. На зубофрезерной операции 060 используем явную опорную базу – торец 2, и скрытую направляющую базу – ось детали 16. На зубошевинговальнойой операции 065 используем явную опорную базу – торец 2, и скрытую направляющую базу – ось детали 16. На торцекруглошлифовальной операции 070 (установ А и Б) используем явную опорную базу - торец 1, и скрытую двойную направляющую базу – ось детали 16. На шлифовальной операции 080 используем явную опорную базу - торец 4, и скрытую направляющую базу – ось детали 16.

**4.3 Расчет припусков**

Материал детали: сталь 45.

Метод получения детали - штамповка.

Тип производства - среднесерийное.

Обработка отверстия ведется при установке заготовки в самоцентрирующем патроне.

Технологический маршрут обработки отверстия:

1. Растачивание черновое
2. Растачивание чистовое
3. Растачивание тонкое
4. Шлифование

Расчет операционных размеров для обработки отверстия Ø55Н7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маршрут обработки поверхности | Допуск, мкм | Припуск, мм | | Диаметр, мм | |
| iТD | iZmin | iZmax | iDmin | iDmax |
| Штамповка | 1200  ±600 |  |  | 51,53 | 52,73 |
| Растачивание черновое | 190 | 1,0 | 2,01 | 53,54 | 53,73 |
| Растачивание чистовое | 74 | 0,7 | 0,816 | 54,356 | 54,43 |
| Растачивание тонкое | 46 | 0,25 | 0,278 | 54,634 | 54,68 |
| Шлифование | 30 | 0,35 | 0,366 | 55,00 | 55,03 |



**4.4 Разработка технологического маршрута изготовления детали**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование операции | IT | Ra | Содержание операции | Станок |
| 000 | Заготовительная | 14 | 20 | штамповка | Токарно-винторезн.  станок 16Б16Ф3 |
| 010 | Токарная черновая | 12  10  11 | 12,5  6,3  6,3 | Точение торцов, точение черновое, растачивание черновое |
| 020 | Токарная черновая | 12  10 | 12,5  6,3 | Точение торцов, точение черновое |
| 030 | Токарная чистовая | 9  9 | 3,2  3,2 | Точение торцов,  Растачивание чистовое,  точение фасок |
| 035 | Точение тонкое | 8 | 1,6 | Растачивание  Тонкое |
| 040 | Сверлильная | 12 | 12,5 | сверление | Радиально-сверлильн.  станок 2М57 |
| 050 | Протяжная | 12  8 | 3,2  1,6 | Протягивание черновое,  Протягивание чистовое | Горизонт.-протяжной полуавтом.  для внутр. протягив ания |
| 060 | Зубофрезерная | 10 | 3,2 | Фрезерование черновое | Зубофрезерный полуавтом. для цилиндрических зубчатых колес  5К301П |
| 065 | Зубошевингова льная | 8 | 1,6 | Фрезерование чистовое |
| 070 | Торцекругло шлифовальная | 8 | 1,6 | Шлифование чистовое | Торцекруглошлифовальный  станок 3Т160 |
| 080 | Шлифовальная | 7 | 0,8 | Шлифование чистовое | Внутришлифовальный станок 3К227В |
| 090 | Моечная |  |  |  |  |
| 100 | Контрольная |  |  |  | микрометр |

**5. Выбор средств технологического оснащения**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Средства технологического оснащения | | | |
| Оборудова-ние | Приспособления | Режущий инструмент | Средства контроля |
| 000 Заготовительная | 16Б16Ф3 с ЧПУ  16Б16Ф3 с ЧПУ | Патрон трехкулачковый самоцентрирующий  ГОСТ24351-80 | Резец проходной упорный Т5К10 ГОСТ 26611-85.  Резец расточной с мех. крепл. трехгран. пластин φ=50˚  Т15К6 | ЩЦ-2  калибр |
| 010  Токарная черновая |
| 020  Токарная черновая | Цанговый патрон |
| 030  Токарная чистовая | Патрон трехкулачковый самоцентрирующий  ГОСТ24351-80 | Резец расточной Т15К6  ГОСТ 9795-84 Резец подрезной Т5К10 ГОСТ 26611-85 | калибр |
| 035  Точение тонкое |
| 040  Сверлиль ная | Рад.-сверл. станок 2М57 | Специальный цанговый патрон ГОСТ2876-80 | Сверло специальное ø12 Р6М5 ГОСТ10903-37 |
| 050  протяжная | 7Б56У | Специальный цанговый патрон ГОСТ2876-80 | Шпоночная сборная протяжка ГОСТ 23360-78 |
| 060  зубофрезерная | Зубофрезерный станок  5К301 | Специальный цанговый патрон ГОСТ2876-80 | Концевая твердосплав. фреза Т5К10  ГОСТ18152-72 | Зубомер  Смещение-нц1 |
| 065  Зубошевенгование | Шевер тип 1  ГОСТ 8570-80 |
| 070  Торце-круглошлифовальная | Торце-круглошлиф. станок  3Т160 | Патрон мембранный | Круг на керамической основе ПВ 200х40  10038А50  ГОСТ18118-79 | Микрометр |
| 080  Шлифоваль ная | Внутришлифов. станок 3К227В | Шлифовальный круг ПВ 25х30х10  24А16СМ28К |

**6. Разработка технологических операций**

**6.1 Расчет режимов резания**

Расчет режимов резания проводим по литературе [2], стр. 102.

**010 Токарная:** достигнутая шероховатость 6,3

**1 переход:**

*t=1,5 мм*,

где *t*-глубина резания;

*S=1,2 мм*,

где *S*-подача.

Найдем скорость резания:

, (6.1)



где *T-*стойкость инструмента;

*x, y, m, Kv* -коэффициенты.

*Т=60 мин;*

;



*x=0,15;*

*y=0,45;*

*m=0,20;*

(6.2)



где *KГ, Knv, Kuv* –коэффициенты.

Подставим в исходную формулу:



(6.3)



Коэффициенты для сил резания:



(6.4)



Подставим в исходную формулу:



Найдем мощность станка:

(6.5)



**2 переход:**

*t=2 мм*

где *t*-глубина резания;

*S=0,2 мм*,

где *S*-подача.

Найдем скорость резания:

*Т=60 мин;*



*x=0,15*

*y=0,20*

*m=0,20*



Подставим в исходную формулу:



- фактическая скорость



Коэффициенты для сил резания:



Подставим в исходную формулу:



Найдем мощность станка:



**040 Сверлильная:** достигнутая шероховатость 12,5

*t=0,5D=0,5\*12=6 мм*

где *t*-глубина резания

*S=0,2 мм*

где *S*-подача.

Найдем скорость резания:

(6.6)



*Т=60 мин*



*q=0,4*

*y=0,7*

*m=0,20*



Подставим в исходную формулу:



(6.7)



Подставим в исходную формулу:



Найдем мощность станка и частоту вращения шпинделя:

(6.8)



(6.9)

**060 Зубофрезерная:** достигнутая шероховатость 3,2.

Определим скорость по формуле:

*υ = СυDq⋅/Bu⋅Тm⋅tx⋅Sy⋅Kυ⋅zр,* (6.10)

где *S=0,12-* подача;

*t=5,625-*глубина резания;

*Сυ =234;*

*q=0,17* - коэффициент;

*u=-0,05* - коэффициент;

*m=0,33* - коэффициент;

*x=0,38* - коэффициент;

*y=0,28* - коэффициент;

*Kυ=1*-коэффициент;

*Р=0,1;*

*Т=240 мин* - стойкость фрезы*.*

Подставим в исходную формулу:

*υ = 234 ⋅400,17⋅1/5,6250,38⋅2400,33⋅0,120,28⋅10-0,05⋅140,1=112 м/мин*

Частот вращения шпинделя:

*n= 1000⋅υ /π⋅D* (6.11)

Подставим в исходную формулу:

*n= 1000⋅112/π⋅40=892 об/мин.*

**6.2 Расчет норм времени**

Поскольку тип производства среднесерийное, то для токарной, сверлильной и зубофрезерной операции необходимо определить штучно-калькуляционное время по формуле:

*Тш-к=Тп-з/n+То+(Ту.с.+Тз.о.+Туп+Тиз)к+Тоб.от*, (6.12)

где *Тп-з* – подготовительно-заключительное время;

*N* – программа выпуска деталей в год;

*То* – основное время;

*(Ту.с +Тз.о)* – время на установку и снятие детали, на ее закрепление и открепление;

*Туп*– время на приемы управления;

*Тиз* – время на измерение детали;

*К* – условия среднесерийного производства;

*Тоб.от* – время перерывов на отдых и личные надобности.

1. Токарная операция 020:

*Тп-з=8 мин;*

*N=4400 дет/год;*

*То=0,9+4,7=5,6 мин;*

*(Ту.с +Тз.о)=0,085 мин;*

*Туп=0,05 мин;*

*Тиз=0,07 мин;*

*К=1,85;*

*Тоб.от=6,5 мин.*

*Тш-к=8/4400+5,6+(0,085+0,05+0,07)1,85+6,5=8/1300+8,6=*

*=12,5 мин.*

1. Сверлильная операция 040:

*Тп-з =5 мин;*

*N =4400 дет/год;*

*То =2,4мин;*

*(Ту.с +Тз.о) = 0,148мин;*

*Туц =0,26 мин;*

*Тиз =0,78 мин;*

*К =1,85;*

*Тоб.от=6,5 мин.*

*Тш-к=5/4400+2,4+(0,148+0,26+0,78)1,85+6,5 =11,09 мин.*

3. Зубофрезерная операция 060:

*Тп-з=24мин;*

*N=4400дет/год;*

*То=1,2 мин;*

*(Ту.с +Тз.о)=0,136 мин;*

*Туп=0,15 мин;*

*Тиз=0,88мин;*

*К=1,85;*

*Тоб.от=8 мин.*

*Тш-к=24/4400+1,2+(0,136+0,15+0,88)1,85+8=*

*=11,36 мин.*

**Заключение**

В ходе работы были выполнены все задачи курсового проекта.

Проанализировав исходные данные детали, стало возможным определение:

-выбора типа производства, формы организации технологического процесса изготовления детали;

-выбора метода получения заготовки;

- технологического маршрута изготовления детали;

- технологического маршрута обработки поверхности;

- технологической схемы базирования;

- припусков расчетно-аналитическим методом;

- технологического маршрута изготовления детали;

-выбора средств технологического оснащения;

(технологическое оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент, контрольные средства измерения, вспомогательный режущий инструмент)

- технологических операций (расчет режима резания, расчет нормы времени).

**Литература**

1. Справочник технолога машиностроителя/ Под редакцией А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М .: Машиностроение,1985.- Т.1,2.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения:- 4-е изд., перераб. и доп.- Выш. школа, 1983, ил.
3. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник - М.: Машиностроение, Ленинград, 1983год.
4. Михайлов А.В. Методическое указание «Определение операционных размеров механической обработки в условиях серийного производства»

Тольятти, 1992год.

1. Методические указания Боровкова.
2. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1. 324 с.