Министерство образования и науки Российской Федерации

Тольяттинский государственный университет

Кафедра «Технология машиностроения»

# **КУРСОВАЯ РАБОТА**

## **по дисциплине**

## **«Технология машиностроения»**

**на тему**

**«Размерный анализ технологических процессов изготовления вала-шестерни»**

Выполнил:

Группа:

Преподаватель: Михайлов А.В.

# Тольятти, 2005

УДК 621.965.015.22

Аннотация

Зарипов М.Р. размерный анализ технологического процесса изготовления детали вал-шестерня.

К.р. – Тольятти.: ТГУ, 2005.

Выполнен размерный анализ технологического процесса изготовления детали вал-шестерня в продольном и радиальном направлении. Рассчитаны припуски и операционные размеры. Проведено сравнение результатов операционных диаметральных размеров, полученных расчетно-аналитическим способом и методом размерного анализа с использованием операционных размерных цепей.

Расчетно-пояснительная записка на 23стр.

Графическая часть – 4 чертежей.

1. Чертеж детали – А3.
2. Размерная схема в осевом направлении – А2.
3. Размерная схема в диаметральном направлении – А2.
4. Размерная схема в диаметральном направлении продолжение – А3.

**Содержание**

1. Технологический маршрут и план изготовления детали
   1. Технологический маршрут и его обоснование
   2. План изготовления детали
   3. Обоснование выбора технологических баз, классификация технологических баз
   4. Обоснование простановки операционных размеров
   5. Назначение операционных требований
2. Размерный анализ технологического процесса в осевом направлении
   1. Размерные цепи и их уравнения
   2. Проверка условий точности изготовления детали
   3. Расчет припусков продольных размеров
   4. Расчет операционных размеров
3. Размерный анализ технологического процесса в диаметральном направлении
   1. Радиальные размерные цепи и их уравнения
   2. Проверка условий точности изготовления детали
   3. Расчет припусков радиальных размеров
   4. Расчет операционных диаметральных размеров
4. Сравнительный анализ результатов расчетов операционных размеров
   1. Расчет диаметральных размеров расчетно-аналитическим методом
   2. Сравнение результатов расчета

Литература

Приложения

1. **Технологический маршрут и план изготовления детали**
   1. **Технологический маршрут и его обоснование**

В данном разделе опишем основные положения, использованные при формировании технологического маршрута детали.

Тип производства – среднесерийный.

Способ получения заготовки – штамповка на ГКШП.

При разработке технологического маршрута используем следующие положения:

* Обработку разделяем на черновую и чистовую, повышая производительность (снятие больших припусков на черновых операциях) и обеспечивая заданную точность (обработка на чистовых операциях)
* Черновая обработка связана со снятием больших припусков, что ведет к износу станка и снижению его точности, поэтому черновую и чистовую обработку будем вести на разных операциях с применением различного оборудования
* Для обеспечения требуемой твердости детали введем ТО (закалка и высокий отпуск, шейки под подшипники - цементация)
* Лезвийную обработку, нарезку зубьев и шпоночного паза произведем перед ТО, а после ТО абразивная обработка
* Для обеспечения требуемой точности создаем искусственные технологические базы, используемые на последующих операциях – центровые отверстия
* Более точные поверхности будем обрабатывать в конце ТП
* Для обеспечения точности размеров детали будем использовать специализированные и универсальные станки, станки с ЧПУ, нормализованные и специальные режущие инструменты и приспособления

Для простоты составления плана изготовления закодируем поверхности рис.1.1 и размеры детали и приведем сведения о требуемой точности размеров:

ТА2 = 0,039(–0,039)

Т2Б = 0,016()

Т2В = 0,1(+0,1)

Т2Г = 0,74(+0,74)

Т2Д = 0,74(+0,74)

Т2Е = 0,016()

ТЖ = 1,15(–1,15)

ТИ = 0,43(–0,43)

ТК = 0,22(–0,22)

ТЛ = 0,43(–0,43)

ТМ = 0,52(–0,52)

ТН = 0,036()

ТП = 0,2(-0,2)



Рис. 1.1

Технологический маршрут оформим в виде таблицы:

Таблица 1.1

Технологический маршрут изготовления детали

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | Наименование  операции | Оборудование (тип, модель) | Содержание операции |
| 000 | Заготовительная | ГКШП | Штамповать заготовку |
| 010 | Фрезерно-центровальная | Фрезерно-центровальный  МР-71М | Фрезеровать торцы 1,4; сверлить центровальные отверстия |
| 020 | Токарная | Токарный п/а 1719 | Точить поверхности  2, 5, 6, 7; 8, 3 |
| 030 | Токарная с ЧПУ | Токарный с ЧПУ 1719ф3 | Точить поверхности 2, 5, 6; 3, 8 |
| 040 | Шпоночно-фрезерная | Шпоночно-фрезерный 6Д91 | Фрезеровать паз 9, 10 |
| 050 | Зубофрезерная | Зубофрезерный 5В370 | Фрезеровать зубья 11, 12 |
| 060 | Зубофасочная | Зубофасочный СТ 1481 | Снять фаску с зубьев |
| 070 | Зубошевинго­вальная | Зубошевинговальный 5701 | Шевинговать зубья 12 |
| 075 | ТО |  | Закалка, высокий отпуск, правка, цементация |
| 080 | Центродоводочная | Центродоводочный 3922 | Зачистиь центровочные отверстия |
| 090 | Круглошлифовальная | Круглошлифовальный 3М163ф2Н1В | Шлифовать поверхности 5, 6, 8 |
| 100 | Торцекругло­шлифовальная | Торцекруглошлифовальный 3М166ф2Н1В | Шлифовать поверхности 2, 6; 3, 8 |
| 110 | Зубошлифовальная | Зубошлифовальный 5А830 | Шлифовать зубья  12 |

* 1. **План изготовления детали**

Приведем в виде таблицы 1.2 план изготовления детали, оформленный в соответствие с требованиями [5]:

Таблица 1.2

План изготовления детали вал-шестерня











* 1. **Обоснование выбора технологических баз, классификация технологических баз**

На фрезерно-центровальной операции в качестве черновых технологических баз выбираем общую ось шеек 6 и 8, и торец 3 – как будущими основными конструкторскими базами.

На черновом точении за технологические базы принимаем полученную на предыдущей операции ось 13 (используем центры) и обработанные на предыдущей операции торцы 1 и 4.

При чистовом точении используем в качестве технологических баз ось 13, а опорная точка лежит на поверхности центровых отверстий – используем принцип постоянства баз и исключаем погрешность неперпендикулярности, как составляющую погрешности выполнения осевого размера.

Таблица 1.3

Технологические базы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № операции | № опорных точек | Наименование базы | Характер проявления | | Реализация | | | № обрабатывае­мых поверхностей | Операционные размеры | Единство баз | Постоянство баз |
| Явная | скрытая | Естественная | Искусственная | Станочные приспособления |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 010 | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  +  + | +  -  - |  | 13  1  4- |  |  |  |
| 020-А | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  +  + | +  -  - | Жесткий и плавающий центры,  поводковый патрон | 5  6  7  2  - | 2А  2Б  2Г  Т  - | +  +  +  +  - | -  -  -  -  - |
| 020-Б | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  +  + | +  -  - | 8  3  - | 2Е  У  - | +  -  - | +  -  - |
| 030-А | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  -  + | +  +  - | 5  6  2  - | 2А  2Б  Ф  - | +  +  -  - | +  +  -  - |
| 030-Б | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  -  + | +  +  - | 8  3  - | 2Е  Х  - | +  -  - | +  -  - |
| 040 | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  +  + | +  -  - |  | 10  9  - | П  Н  Ц  - | +  +  +  - | +  -  -  - |
| 050 | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  +  + | +  -  - |  | 11  12  -  - | 2Д  2В  -  - | +  +  -  - | +  +  -  - |
| 070 | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  +  + | +  -  - |  | 12  -  - | 2В  -  - | +  -  - | +  -  - |
| 090-А | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  -  + | +  +  - |  | 5  6  -  - | 2А  2Б  -  - | +  +  -  - | +  +  -  - |
| 090-Б | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  -  + | +  +  - | 8  -  - | 2Е  -  - | +  -  - | +  -  - |
| 100-А | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  -  + | +  +  - |  | 6  2  - | 2Б  Ф  - | +  -  - | +  +  - |
| 100-Б | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  -  + | +  +  - | 8  3  - | 2Е  Х  - | +  -  - | +  +  - |
| 110 | 1- 4  5  6 | ДН  О  О | -  +  + | +  -  - | -  +  + | +  -  - |  | 12  -  - | 2В  -  - | +  -  - | +  -  - |

На зубообрабатывающих операциях используем ось 13 и опорную точку на центровом отверстии, соблюдая принцип постоянства баз (относительно шеек подшипников), ибо, являясь исполнительной поверхностью, зубчатый венец должен быть точно выполнен относительно шеек подшипников.

Для фрезерования шпоночного паза в качестве технологических баз используем ось 13 и торец 2.

В сводной таблице приводим классификацию технологических баз, указываем их целевую принадлежность, выполнение правила единства и постоянства баз.

* 1. **Обоснование простановки операционных размеров**

Способ простановки размеров зависит в первую очередь от метода достижения точности. Так как размерный анализ имеет большую трудоемкость выполнения, то применять его целесообразно при использовании метода достижения точности размеров с помощью настроенного оборудования.

Особую важность представляет способ простановки продольных размеров (осевых для тел вращения).

На черновой токарной операции мы можем применить схемы простановки размеров «а» и «б» рис.4.1[1].

На чистовой токарной и шлифовальных операциях применяем схему «г» рис.4.1[1].

* 1. **Назначение операционных технических требований**

Операционные технические требования назначаем по методике [5]. Технические требования на изготовление заготовки (допуски на размеры, смещение штампа) назначаем по ГОСТ 7505-89. Допуски на размеры определяем по приложению 1 [1], шероховатость – по приложению 4 [1], величины пространственных отклонений (отклонения от соосности и перпендикулярности) – по приложению 2 [1].

Для заготовки отклонения от соосности определим по методике [1].

Определим средний диаметр вала

, (1.1)

где di – диаметр i-ой ступени вала;

li – длина i-ой ступени вала;

l – общая длина вала.

dср=38,5мм. По приложению 5[1] определим рк – удельная величина изогнутости. Величины изогнутости оси вала для различных участков определим по следующей формуле:

, (1.2)

где Li – расстояние наиболее удаленной точки i-ой поверхности до измерительной базы;

L – длина детали, мм;

Δmax=0,5·рк·L – максимальный прогиб оси вала в результате коробления;

– радиус кривизны детали, мм; (1.3)

Аналогично рассчитываем отклонения от соосности при термообработке. Данные для их определения также приведены в приложении 5[1].

После расчетов получаем



1. **Размерный анализ технологического процесса в осевом направлении**
   1. **Размерные цепи и их уравнения**

Составим уравнения размерных цепей в виде уравнений номиналов.



* 1. **Проверка условий точности изготовления детали**

Проверку условий точности выполняем, чтоб убедиться в обеспечении требуемой точности размеров. Условие точности ТАчерт≥ω[А],

где ТАчерт – допуск по чертежу размера;

ω[А] – погрешность этого же параметра возникающая в ходе выполнения технологического процесса.

Погрешность замыкающего звена найдем по уравнению  (2.1)



Из расчетов видно, что погрешность размер К больше допуска. А это значит, что мы должны корректировать план изготовления.

Для обеспечения точности размера [К]:

на 100-ой операции обработаем с одного установа поверхности 2 и 3, тем самым уберем из размерной цепи размера [К] звенья С10, Ж10 и Р10, «заменив» их на звено Ч100(ωЧ=0,10).

После внесения в план изготовления данных коррективов, получаем следующие уравнения размерных цепей, погрешность которых равна:



В итоге получаем 100% качество

* 1. **Расчет припусков продольных размеров**

Расчет припусков продольных размеров будем вести в следующем порядке.

Напишем уравнения размерных цепей, замыкающим размером которых будут припуски. Посчитаем минимальный припуск на обработку по формуле

, (2.2)

где  - суммарная погрешность пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе;

 - высоты неровностей и дефектный слой, образовавшиеся на поверхности при предыдущей обработке.

Рассчитаем величины колебаний операционных припусков  по уравнениям погрешностей замыкающих звеньев-припусков

 (2.1)

 (2.2)

Расчет ведут по формуле (2.2) если количество составляющих звеньев припуска больше четырех.

Находим значения максимальных и средних припусков по соответствующим формулам

, (2.3)

 (2.4)

результаты занесем в таблицу 2.1

* 1. **Расчет операционных размеров**

Определим величины номинальных и предельных значений операционных размеров в осевом направлении по методу средних значений

Исходя из уравнений, составленных в пунктах 2.2 и 2.3, найдем средние значения операционных размеров



запишем значения в удобной для производства форме

 

1. **Размерный анализ технологического процесса в диаметральном направлении**
   1. **Радиальные размерные цепи и их уравнения**

Составим уравнения размерных цепей с замыкающими звеньями-припусками, т.к. почти все размеры в радиальном направлении получаются явно (см. п.3.2)



* 1. **Проверка условий точности изготовления детали**



Получаем 100% качество.

* 1. **Расчет припусков радиальных размеров**

Расчет припусков радиальных размеров будем вести аналогично расчету припусков продольных размеров, но расчет минимальных припусков будем вести по следующей формуле

 (3.1)

Результаты заносим в таблицу 3.1

* 1. **Расчет операционных диаметральных размеров**

Определим величины номинальных и предельных значений операционных размеров в радиальном направлении по методу координат средин полей допусков.

Исходя из уравнений, составленных в пунктах 3.1 и 3.2, найдем средние значения операционных размеров



Определим координату средин полей допусков искомых звеньев по формуле

 (3.2)



Сложив полученные величины с половиной допуска, запишем значения в удобной для производства форме

  

1. **Сравнительный анализ результатов расчетов операционных размеров**
   1. **Расчет диаметральных размеров расчетно-аналитическим методом**

Рассчитаем припуски для поверхности 8 по методике В.М. Кована [7].

Полученные результаты заносим в таблицу 4.1

* 1. **Сравнение результатов расчета**

Посчитаем общие припуски по формулам

 (4.1)

 (4.2)

Посчитаем номинальный припуск для вала

 (4.3)

Результаты расчетов номинальных припусков сводим в таблицу 4.2

Таблица 4.2

Сравнение общих припусков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод расчета | z0min | z0max | z0ном |
| Расчетно-аналитический | 2,780 | 5,174 | 3,977 |
| Расчет операционных цепей | 1,426 | 8,958 | 7,387 |

Найдем данные по изменению припусков

 (4.4)

Мы получили разницу припусков в 86%, вследствие неучета при расчете методом Кована следующих моментов: особенностей простановки размеров на операции, погрешности выполняемых размеров, влияющих на величину погрешности припуска и др.

# **Литература**

1. Размерный анализ технологических процессов изготовления деталей машин: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория Технологии»/ Михайлов А.В. – Тольятти,: ТолПИ, 2001. 34с.
2. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М. М. Тверской, Ф. И. Бойков и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.
3. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: Справочник/ В.Б. Дьячков, Н.Ф. Кабатов, М.У. Носинов. – М.: Машиностроение. 1983. – 288 с., ил.
4. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч./ В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В.А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние , 1983. Ч. 2. 448 с., ил.
5. Михайлов А.В. План изготовления детали: Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов. – Тольятти: ТолПИ, 1994. – 22с.
6. Михайлов А.В. Базирование и технологические базы: Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов. – Тольятти: ТолПИ, 1994. – 30с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1/под. ред А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.:Машиностроение, 1985. – 656с.