МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И ИНФОРМАТИКИ

кафедра БФ2

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**по дисциплине**

**“Технология криогенного и специального машиностроения”**

Студент Кудряшов Д. В.

группа 9541д БФ-2

шифр 94711

Преподаватель Комаров В.В.

МОСКВА

1999

1. Механическая обработка вала.

1.1. Исходные данные и служебное назначение.

Габаритные размеры вала:

* диаметр – 90 мм
* длина – 638 мм

Материал - 40ХН2МА

Заготовка - прокат

Вал-шестерня является одной из основных деталей редуктора, служит для передачи большого крутящего момента, понижения скорости вращения промежуточного или выходного вала.

1.2. Выбор заготовки и описание конструкции вала.

Вал состоит из цилиндрической части, двух торцов с центровыми отверстиями (один торец с двумя шпоночными пазами) и участка с нарезанными зубьями косозубой передачи. Шероховатость вала Rа=1,6 мкм. Шероховатость поверхности вала под подшипники Rа=0,4 мкм. Твердость вала должна быть не менее 28…32 HRC. Вес готового вала-шестерни составляет 13,4 кг.

1.3. Анализ технологичности вала.

Качественный анализ технологичности вала.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Требования технологичности | Характеристика технологичности |
| 1 | 2 | 3 |
| 1.  2.  3.  4.  5.  1  6  7.  8.  9.  10  11 | Деталь должна изготавливаться из стандартных или унифицированных заготовок.  Свойства материала детали должны удовлетворять существующей технологии изготовления, хранения и транспортировки.  Конструкция детали должна обеспечить возможность применения типовых, групповых или стандартных технологических процессов.  Конструкция детали должна обеспечивать возможность многоместной обработки.  Возможность обработки максимального количества диаметров высокопроизводительными методами и инструментами.  Перепад диаметров шеек должен быть минимальным. Диаметры шеек должны убывать от середины к торцам вала или от одного торца к другому.  При наличии резьб на концах вала предпочтение следует отдавать внутренней резьбе.  Отсутствие глубоких отверстий малого диаметра.  Форма конструктивных элементов детали (КЭД) – фасок, канавок и т.п. Элементов должна обеспечивать удобный подвод инструмента.  Унификация КЭД для использования при обработке станков с программным управлением.  С целью использования роботов, конструкция должна иметь поверхности удобных для захвата. | Технологична  Технологична  Технологична  Технологична  Технологична  Нетехнологична  Технологична  Технологична  Технологична  Технологична  Технологична |

Вывод: деталь вала имеет конструкцию, которую надо признать технологичной, т.к. удовлетворяет 89% требований при отработке конструкции на технологичность.

Рассчитаем такт производства:

Тпр = Fд / N , где

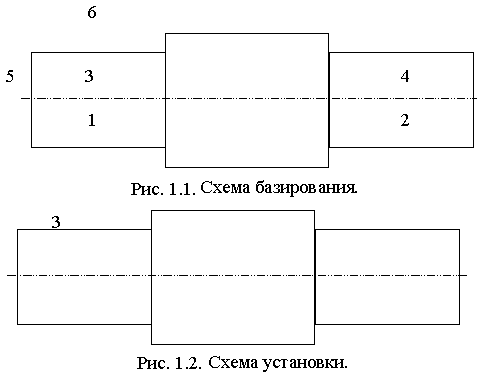
F - годовой фонд времени;

N - годовой объем выпуска детали.

Тпр = 3945 / 20000 = 0,20 ч/шт. - крупносерийное производство.

1.4. Выбор баз.

При обработке вала необходимо провести операции: токарную и фрезерную. Токарная операция проводится за один установ при выборе установки в трехкулачковый самоцентрирующий патрон с использованием жесткого центра.



1.4.1. Составление маршрутной технологии обработки.

Содержание маршрутной технологии процесса обработки см. в Приложении.

1.5. Расчет припусков на обработку.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маршрут обработки поверхности  ∅ 55 f7 | Элементы припуска  мкм | | | | | Расчетные величины | | | Допуск на выпол-няемые размеры, мкм | | Принятые размеры по переходам, мм | | | Предельный припуск | | |
|  | Rz | h | Δ∑ | ε | припу-ска zi, мкм | | min диаметр, мм |  | | наиме-ньший | | наибо-льший | Zmax | | Zmin |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | 8 | | 9 | | 10 | 11 | | 12 |
| Прокат | 160 | 250 | 2500 | - |  | | 61,472 | 2000 | | 61 | | 63 | - | | - |
| Точение:  Черновое | 50 | 50 | 150 | 0 | 5820 | | 55,652 | 400 | | 55,7 | | 56,1 | 6,9 | | 5,3 |
| Чистовое | 25 | 25 | 6 | 0 | 500 | | 55,152 | 200 | | 55,15 | | 55,35 | 0,75 | | 0,55 |
| Шлифование  Черновое | 10 | 20 | 0 | 0 | 112 | | 55,04 | 60 | | 55,04 | | 55,1 | 0,25 | | 0,11 |
| Окончательное | - | - | - | - | 60 | | 54,98 | 20 | | 54,98 | | 55 | 0,1 | | 0,06 |

Суммарное отклонение расположения при обработке сортового проката круглого сечения (валик) в центрах:

, где

Δ∑к – общее отклонение оси от прямолинейности;

Δу – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования;

, где

Т – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центрировании, мм.



Δ∑к= Δк\*Lк=0,12\*449=54 мкм

Lк=l1+l2=449 мм



Черновое обтачивание.

Δчерн.=Кт\* Δ∑=0,06\*2500=150 мкм, где

Кт – коэффициент уточнения(0,06).

Δчист.=0,04\*150=6 мкм

Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры для каждого перехода.



2Zmin=2(160+250+2500)=5820 мкм

2Zmin=2(50+50+150)=500 мкм

2Zmin=2(25+25+6)=112 мкм

2Zmin=2(10+20)=60 мкм

Расчет наименьших размеров по технологическим переходам производим складывая наименьшие предельные размеры соответствующие предшествующему технологическому переходу с величиной припуска на выполняемый переход.

54,98+0,06=55,04

55,04+0,112=55,152

55,152+0,5=55,652

55,652+5,82=61,472

Определяем наибольший предельный размер.

54,98+0,02=55

55,04+0,06=55,1

55,15+0,20=55,35

55,7+0,4=56,1

61+2=63

Расчет фактических максимальных и минимальных припусков по переходам производим, вычитая соответствующее значение наибольших и наименьших предельных размеров соответствующих выполняемому и предшествующему технологическому переходу.

Максимальные припуски:

55,1-55=0,1

55,35-55,1=0,25

56,1-55,35=0,75

63-56,1=6,9

Минимальные припуски:

55,04-54,98=0,06

55,15-55,04=0,11

55,7-55,15=0,55

61-55,7=5,3

Z0max=0,1+0,25+0,75+6,9=8 мм

Z0min=0,06+0,11+0,55+5,3=6,02 мм

Проверка.

Zобщ.мах - Zобщ.min=Тз-Тд

8-6,02=2-0,02

1,98 =1,98,

расчет выполнен верно.

1.6. Проектирование операционной технологии процесса обработки вала.

Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить повышенную производительность труда и качество стали, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию.

Заготовка вала выбрана из прутка в целях экономии материала. Штучное время обработки вала можно уменьшить за счет сокращения вспомогательного времени, для этого применим станок с ЧПУ 16К20Ф3.

1.7. Выбор оборудования, технологической оснастки и средств контроля.

Применение станков с ЧПУ существенно уменьшает вспомогательное и основное время на обработку вала по сравнению с универсальными станками, учитывая меньшее количество установок в приспособлении при фрезеровании пазов и зубьев.

1.7.1. Станки.

Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3.

Зубофрезерный полуавтомат 53А50.

1.7.2. Вспомогательное оборудование.

1) Слесарный инструмент:

Напильник ГОСТ 1465-80

2) Режущий инструмент:

Резец 2103-0075 ГОСТ 18879-73

Резец 2141-0014 ГОСТ 18883-73

Резец 2130-0005 ГОСТ 18884-73

Сверло центр. ∅ 6,3 2317-0006 ГОСТ 14952-75

Сверло ∅ 3,9 2301-0030 ГОСТ 10902-77

Сверло ∅ 14,5 2301-0048 ГОСТ 10903-77

Развертка 2361-0052 ГОСТ 1672-80

Метчик 2621-1611 ГОСТ 3266-81

Шлифовальный круг ГОСТ 2424-83

Шлифовальный круг ГЕМ ГОСТ 4381-80

Фреза ∅125 2214-0003 ГОСТ 24359-80

Фреза ∅6 2234-0355 ГОСТ 9140-78

3) Станочное приспособление:

Планшайба поводковая

Хомутик

Центра

Призмы

4) Измерительный инструмент:

Штангенциркуль I 125-0,1 ГОСТ 166-80

Штангенциркуль II 160-0,05 ГОСТ 166-80

Штангенциркуль III-250-800-0,1 ГОСТ 166-80

Пробка резьбовая М16х1,5-7Н 8221-3068 ГОСТ 17758-72

Калибр-кольцо 1:10 ик 9585; 1:10 ик 9366

Калибр на симметричность шпоночных пазов ИК 11127

Скоба индикаторная ик 8291А; ик 5699

Штатив ГОСТ 10197-70

Концевые меры длины ГОСТ 9038-83

Индикатор ич ГОСТ 577-68

Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75

Нутромер 50-100 ГОСТ 868-82

Микрометр мк 0-25 ГОСТ 6507-78

Микрометр мк 50-75 ГОСТ 6507-78

Микрометр мк 75-100 ГОСТ 6507-78

Микрометр мр 50-0,002 ГОСТ 4381-80

Микрометр мр 100-0,002 ГОСТ 4381-80

1.8. Расчет режимов резания.

Материал вала - сталь 40ХН2МА.

δв=850 МПа

Точить поверхность вала ∅ 55 f7.

Т.к. Ra=1,6 мкм, то t=0,2 мм (см. [4], стр. 142).

Подача SI=0,165 мм/об, но т.к. Ra=1,6, то радиус при вершине резца r=1,0 мм.

Для стали δв=850 МПа S=0.45\*SI=0,074 мм/об

Находим скорость резания по формуле:

 (м/мин), где

Cv;m,x,y – коэффициент и показатели степени в формуле скорости резания при обработке;

Т – среднее значение стойкости (30 – 60 мин);

t – глубина резания;

S – подача;

Кv – коэффициент является произведением коэффициентов.

Кv=Кмv\*Киv\*Кпv

Кv=1\*1\*1=1

, где

Сv=350;

Х=0,15;

У=0,35;

m=0,2.

Находим частоту вращения:

.

Расчет точности контрольного приспособления.

Схема контрольного приспособления для измерения точности зубчатого профиля представлена на рис. 1.3.

Погрешность измерения будет зависеть от погрешности (биения) делительной окружности профиля:

Δд.о. = 0,009 мм .

Также погрешность будет возникать от смещения оси рычага при посадке с зазором в отверстие ∅4Н6:

Δр = 0,021 мм.

Схема контрольного приспособления.

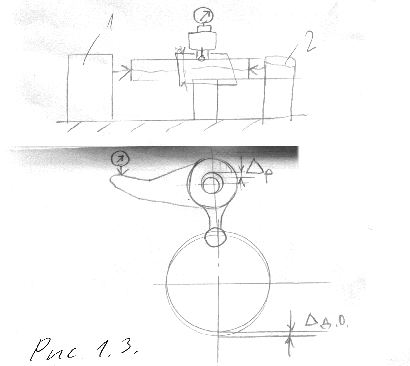


Рис. 1.3.

Определим суммарную погрешность измерения на контрольном приспособлении:

Δсум =√ Δд.о.2 + Δр2

Δсум. изм. =√ 0,0092 + 0,0212 = 0,023 мм.

Погрешность измерения должна составлять 25 - 50% от поля допуска на контролируемый размер:

Δпр = 0,05 мм,

Δсум. изм. < Δпр

0,023 < 0,05 , условие выполнено, расчет произведен верно.

1.10. Нормирование технологического процесса.

Технологическое нормирование – установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов (ГОСТ 3.1109 – 82). Под ресурсами понимаются энергия, материалы, инструмент, рабочее время и др. Особенно важной задачей, решаемой проектированием технологических процессов, является задача технического нормирования вспомогательного времени, т. е. нормирование труда.

Норма штучного времени – это норма времени выполнения объема работы, равной единице нормирования.

Твсп=То+Тв+Тобс+Тотд=Топ+Тобс+Тотд

, где

К – процент оперативного времени на обслуживание рабочего места и на отдых.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Тшт, мин |
| 1 | 2 |
| Операция 105 дробеструйная |  |
| Удалить коррозию, окалину | 0,4 |
| Операция 110 разметочная |  |
| Разметить торцы в размер 642 | 0,15 |
| Операция 115 фрезерно-цент-ровальная |  |
| Установить заготовку в приз-мы, выверить, закрепить  Фрезеровать торец по разметке  Центровать торец  Повернуть стол  Фрезеровать торец по разметке  Центровать торец | 0,25  0,15  0,10  0,05  0,15  0,10 |
| Операция 120 токарная |  |
| Установить заготовку в цент-ра, выверить, закрепить.  Точить ∅ 58, выдерживая размер 482  Притупить острые кромки  Точить ∅ 94  Притупить острые кромки  Контрольная (проверить раз-меры и шероховатость)  Контрольная (проверить дета-ль ультразвуком) | 0,25  0,55  0,1  0,3  0,1  0,15  0,9 |
| Операция 130 токарная |  |
| Установить деталь в 3х кулач-ковый патрон, по ∅ 94 пос-тавить люнет, закрепить  Подрезатьторец в размер 640  Центровать торец  Притупить острые кромки  Переустановить деталь в кула-чки по ∅94, по ∅58 поставить люнет, закрепить  Подрезать торец в размер 638-0,8  1 | 0,25  0,1  0,1  0,1  0,25  0,1  2 |
| Сверлить отверстие ∅ 14,43+0,3  Расточить отв. ∅ 16,6+0,18  Расточить фаску под 60°  Расточить фаску под 45°  Нарезать резьбу М16х1,5-7Н  Притупить острые кромки  Контрольная | 0,2  0,1  0,1  0,1  0,25  0,1  0,3 |
| Операция 135 токарная |  |
| Установить деталь в центрах, закрепить  Точить ∅47,5  Точить ∅32h6  Врезаться и обточить ∅50,5  Точить ∅55,5  Точить ∅75h9  Точить ∅70,5  Врезаться и обточить ∅64-0,3  Точить ∅65h9  Проточить профиль гребней  Точить конус 1:10  Притупить острые кромки | 0,2  0,3  0,2  0,65  0,3  0,3  0,25  0,4  0,3  0,4  0,25  0,2 |
| Операция 140 токарная |  |
| Точить ∅90h9  Точить ∅78 с 15°  Врезаться, точить ∅64-0,3 с 15°  Точить ∅73,96 предваритель-но до ∅74,5  Точить 2 фаски 1х45°  Притупить острые кромки  Контрольная | 0,2  0,25  0,25  0,15  0,25  0,15  0,25  0,6 |
| Операция 145 разметочная |  |
| Разметить шпоночные пазы | 0,15 |
| Операция 150 фрезерная |  |
| Установить деталь в делитель-ную головку, поджать цент-ром, выверить, закрепить  Фрезеровать 2 паза | 0,2  0,3 |
| Операция 155 слесарная |  |
| Запилить заусенцы и приту-пить острые кромки по пазам  1 | 0,2  2 |
| Контрольная | 0,2 |
| Операция 160 шлифовальная |  |
| Установить деталь в центрах, закрепить  Шлифовать ∅73,96h6  Шлифовать ∅50j6 и торцы в размер 80Н9  Шлифовать ∅47f7  Шлифовать ∅55f7  Шлифовать ∅70S6  Шлифовать конус 1:10  Установить вал на ложемент  Контрольная | 0,3  0,4  0,4  0,3  0,3  0,4  0,25  0,1  0,7 |
| Операция 165 слесарная |  |
| Маркировать наружный диа-метр зубчатого венца  Контрольная | 0,1  0,1 |
| Операция 170 разметочная |  |
| Разметить 2 отверстия ∅4Н7 | 0,1 |
| Операция 175 сверлильная |  |
| Установить деталь на призмы, выверить, закрепить  Сверлить 2 отверстия ∅3,9 с пере-установом, выверкой, креплением  Развернуть 2 отверстия ∅4Н7 с переустановом  Притупить острые кромки в 2 отверстиях с переустановом  Контрольная | 0,2  0,3  0,3  0,3  0,15 |
| Операция 180 зубофрезерная |  |
| Установить деталь, закрепить  Фрезеровать зубья начерно  Фрезеровать зубья начисто  Контрольная | 0,3  0,8  0,65  0,5 |
| Операция 185 слесарная |  |
| Притупить острые кромки  Контрольная | 0,4  0,2 |
| Операция 190 шлифовальная |  |
| Установить деталь в центрах, закрепить  1 | 0,2  2 |
| Полировать ∅70jS6;  Полировать ∅50jS6, торцы в размер 80Н9  Контрольная | 0,2  0,2  0,2 |
| Операция 195 маркирование |  |
| Маркировать обозначение де-тали ударным способом  Контрольная | 0,1  0,05 |
| Операция 900 консервация |  |
| Смазать полированные шейки смазкой, обернуть ветошью | 0,3 |

Норма штучного времени 

Тшт= 21,2 мин.

1.11. Составление маршрутной и операционной технологической документации.

Разработанные технологические процессы оформляются на соответствующих технологических документах.

В соответствии с ГОСТ 3.1109-82 в технологической документации могут быть применены следующие описания:

Маршрутное описание технологического процесса (см. приложение).

Производится сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов технологических режимов. Обычно используются в единичном, мелко серийном и опытном производстве.

Операционное описание техпроцесса.

Полное описание с указанием переходов технологических режимов.

Характерно для серийного, крупно серийного и массового производства.

Маршрутное – операционное описание технологического процесса.

(См. приложение).

**Список использованных источников.**

Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с., ил.

Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Изд. 3-е, под ред. Г. А. Монахова. М., “Машиностроение”, 1974.

Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., “Машиностроение”, 1976. – 288 с.

Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с., ил.