

Содержание

1. Технологический раздел.....	
1.1 Введение.....	
1.2 Общие сведения о подшипниках.....	
1.3 Работа детали в узле.....	
1.4 Исходные данные к проекту.....	
1.5 Анализ технологичности детали.....	
1.6 Определение типа производства.....	
1.7 Выбор способа получения исходной заготовки.....	
1.8 Составление маршрута технологического процесса обработки детали.....	
1.9 Размерный анализ.....	
1.10 Расчет режимов резания.....	
1.11 Нормирование технологического процесса.....	
2. Конструкторский раздел.....	
2.1 Введение.....	
2.2 Схема и расчет фасонного резца.....	
2.3 Описание приспособления.....	
3. Экономический раздел.....	
3.1 Введение.....	
3.2 Техническое нормирование.....	

3.3	Расчет себестоимости технологического процесса.....	
4.	Основы безопасности жизнедеятельности.....	
4.1	Введение.....	
4.2	Анализ возможных опасных и вредных факторов при изготовлении внутреннего кольца подшипника.....	
4.3	Техника безопасности.....	
4.4	Электробезопасность.....	
4.5	Расчет защитного заземления.....	
4.6	Производственная санитария.....	
4.7	Пожарная безопасность.....	
4.8	Охрана окружающей среды.....	
4.9	Работа в чрезвычайных ситуациях.....	

АННОТАЦИЯ

В данной ВКР проанализирован заводской технологический процесс изготовления детали ВНУТРЕННЕЕ КОЛЬЦО ПОДШИПНИКА и был предложен ряд мероприятий по усовершенствованию данного процесса.

Обоснован выбор заготовки, выполнен расчет режимов резания, припусков на обработку для каждой операции, нормы времени. Сконструировано приспособление для сверления отверстий.

Технико-экономический анализ по совершенствованию существующего технологического процесса приведен в экономической части проекта.

Рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности. Наличие или возможность появления опасных и вредных факторов а также их воздействие на рабочих.

1.1 Введение

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Перед технологами-машиностроителями стоят задачи повышения качества машин, снижения трудоемкости, себестоимости и материалоемкости их изготовления, внедрения поточных методов работы, механизации и автоматизации производства. Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии производства.

Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Одно из лидирующих мест в массовости изготовления в машиностроении занимает производство подшипников.

Увеличение числа оборотов и мощности современных машин при одновременным снижении их веса в значительной степени зависят от состояния подшипников, грузоподъемности и срока службы при заданных условиях работы.

Совершенствование машин – увеличение сроков службы, повышение скоростей и производительности, снижение габаритов и веса, а также повышения точности – требует дальнейшего улучшения конструкции подшипников качения, повышения их грузоподъемности, долговечности и надежности, точности и скорости вращения, уменьшения веса и шумности.

1.3 Работа детали в узле

В подшипниковом узле для получения неподвижного соединения вала и внутреннего кольца подшипника, соединение выполнено в виде посадки с

натягом. Наружное кольцо, смонтированное в корпусе, под действием трения качения роликов о рабочую поверхность кольца проворачивается в корпусе, «подставляя» под нагрузку новые участки дорожки качения.

Учитывая линейный контакт роликов и дорожки качения, через которую передаются усилия, материал испытывает очень большие напряжения: 1500 – 4000 МПа.

Различают следующие виды износа, проявляющиеся отдельно или совместно:

- 1) в результате контактной усталости;
- 2) от воздействия инородных тел на поверхности качения (абразивное изнашивание);
- 3) при приработке, заключающейся в сглаживании микронеровностей поверхности;
- 4) химический и электрохимический вид (контактная коррозия);
- 5) вследствие неточности изготовления деталей и монтажа подшипников;
- 6) из-за закалочных, шлифовальных и других трещин неусталостного происхождения;
- 7) вследствие наличия раковин и неметаллических включений.

Случаи разрушения подшипников качения вследствие поломки отдельных его деталей относятся к области катастрофического износа. Учитывая столь неблагоприятные воздействия на подшипник сил и других факторов, к металлу, из которого должен быть изготовлен подшипник, предъявляются

следующие требования:

- высокий предел упругости, чтобы деформация не перешла границы пластической, что приведет к преждевременному разрушению подшипника;
- высокий предел усталости из-за многократных знакопеременных напряжения с целью повышения долговечности подшипника;
- пониженная хрупкость, так как противоположность свойств приведет к преждевременному разрушению;
- однородность структуры стали и физических свойств: это обеспечит устойчивость технологии изготовления подшипника и стабильность исполнительных размеров.

Все эти жесткие требования удовлетворяет подшипниковая сталь ШХ15.

В таблице 1.3 приведен химический состав стали ШХ15

Таблица

1.3

Химический состав стали ШХ15

Сталь	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Никель
ШХ15	0.95-1.05	0.2-0.4	0.17-0.37	1.3-1.65	<3

Механические свойства стали ШХ15 в закаленном состоянии приведены в таблице 1.4

Таблица 1.4

Механические свойства стали ШХ15

Ста	Предел прочности при изгибе $\sigma_{ш}$ МПа	Предел текучести σ_T МПа	Временное сопротивление a_B , МПа	Твердость HRC_9	Предел прочности при сжатии σ_c МПа
ШХ 15	...2500	1800	2400	61-65	5000

1.4 Исходные данные к работе

Исходными данными для разработки технологического процесса являются:

рабочий чертёж детали внутреннего кольца подшипника представлен на листе 1, эскиз на Рис 1.1;

годовая программа выпуска $N = 500$ шт.;

материал детали – Сталь ШХ15 ТУ-14-1-594-73.

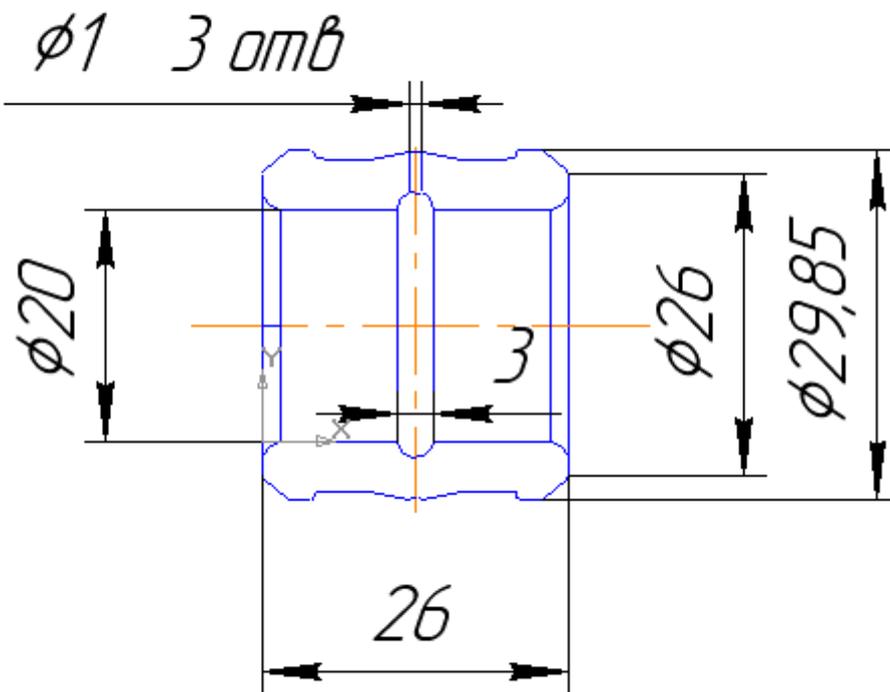


Рис. 1.1 Эскиз детали

1.5 Анализ технологичности детали

На чертеже детали указаны все необходимые требования и данные для изготовления детали. Деталь имеет поверхности для надежного базирования и крепления при обработке. Ко всем поверхностям имеется свободный доступ режущего инструмента. Деталь имеет достаточную жесткость. Конструкция детали допускает применение стандартного режущего инструмента.

1.6 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 31108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операции $K_{з0}$. При разработке технологического процесса коэффициент закрепления операции определяется по формуле [1].

$$K_{з0} = \frac{t_b}{T_{шс}} \quad (1)$$

Такт выпуска деталей определяется по формуле [2]

$$t_b = \frac{\Phi \cdot 60}{N} \quad (2)$$

При двухсменной работе предприятия годовой фонд времени $\Phi \approx 4029$ час.

Среднее штучное время определяется приближённо путём расчёта по формуле [3], либо принимается по аналогии при производстве подобной детали.

$$T_{шс} = \frac{\sum T_{шк}}{n} \quad (3)$$

здесь n – число операций.

На основании рекомендаций [3, стр.172] приближённо определим норму основного технологического времени для каждого перехода:

005 Операция токарная:

переход 1. $T_{o1} = 0,00017*(D*L)=0,00017*31.8*32= 0,173$ мин;

переход 2. $T_{o2}= 0,00017*d*l=0,00017*32*165= 0,087$ мин

переход 3. $T_{o3} = 0,00052*d*l = 0,00052*18.4*15.4= 0,147$ мин;

переход 4. $T_{o4} = 0,0001*d*l = 0,0001*31.5*30.8 = 0.097$ мин;

переход 5. $T_{o5} = 0,00052*d*l = 0,00052*18.5*24.7= 0,237$ мин;

переход 6. $T_{o3} = 0,00018*d*l = 0,00018*21,1*3 = 0,011$ мин;

переход 7. $T_{o7} = 0,000063*(D^2- d^2)=0,000063*(30,74^2- 30^2) = 0,283$ мин;

переход 8. $T_{o8} = 0,00021*d*l = 0,00021*19,85*30 = 0,125$ мин;

переход 9. $T_{o9} = 0,00019*D^2 = 0,00019*30,74^2 = 0,179$ мин;

$\Sigma T_{шк 005} = (T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} + T_{o4} + T_{o5} + T_{o6} + T_{o7} + T_{o8} + T_{o9}) * \psi = (0,172 + 0,087 + 0,147 + 0,097 + 0,237 + 0,011 + 0,028 + 0,125 + 0,179) * 2,14 = 2,317$ мин.

020 Операция сверлильная:

переход 1. $T_{o1} = 0,0001*b*l = 0,0001*29.85*29.85 = 0.089$ мин;

$\Sigma T_{шк 010} = (T_{o1} + T_{o2}) * \psi = (0.089 + 0.089) * 1,86 = 0,334$ мин.

025 Операция шлифовальная:

переход 1. $T_{o1} = 0,0001*b*l = 0,0001*29.85*29.85 = 0.089$ мин;

переход 2. $T_{o2} = 0,0001*b*l = 0,0001*29.85*29.85 = 0.089$ мин;

$\Sigma T_{шк 015} = (T_{o1} + T_{o2}) * \psi = (0.089 + 0.089) * 1,86 = 0,334$ мин.

030 Операция шлифовальная:

переход 1. $T_{o1} = 0,0001*b*l = 0,0001*28,314*17,26 = 0.048$ мин;

$\Sigma T_{шк 020} = (T_{o1}) * \psi = (0.048) * 1,86 = 0,089$ мин.

035 Доводочная операция:

переход 1. $T_{o1} = 0,00052 \cdot d \cdot l = 0,00052 \cdot 20 \cdot 26 = 0,270$ мин;

$$T_{\text{шк } 025} = T_{o1} \cdot \psi = 0,270 \cdot 1,86 = 0,502 \text{ мин.}$$

040 Доводочная операция:

переход 1. $T_{o1} = 0,00052 \cdot d \cdot l = 0,00052 \cdot 29,214 \cdot 17,26 = 0,262$ мин;

$$\Sigma T_{\text{шк } 030} = T_{o1} \cdot \psi = 0,262 \cdot 1,86 = 0,487 \text{ мин.}$$

По формуле [2] найдём такт выпуска деталей:

$$t_B = \frac{\Phi \cdot 60}{N} = \frac{1800 \cdot 60}{500} = 216 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шс}} = \frac{\Sigma T_{\text{шн}}}{m} = \frac{2,317 + 0,334 + 0,089 + 0,487}{5} = 1,572 \text{ мин.}$$

$$K_{30} = (t_B / T_{\text{шс}}) = (216 / 1,572) = 137,40$$

Судя по величине K_{30} можно сказать, что мы имеем дело с серийным производством.

1.7 Выбор способа получения исходной заготовки.

Выбор заготовки осуществляется исходя из назначения и конструкции детали, материала, технических требований, масштаба и серийности выпуска,

а также экономичности изготовления. Выбрать заготовку - значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

Так как тип производства является серийным, а деталь изготавливается из стали ШХ-15 то лучше всего использовать стандартный горячекатаный прутки диаметром 32 мм. С экономической точки зрения получение заготовки из стандартного профиля уменьшает затраты на производство заготовки другим способом. А это для нынешних предприятий существенный фактор.

1.8 Составление маршрута технологического процесса обработки детали

(005) Токарная операция:

Станок 1Б240 6-ти шпиндельный:

А. Установить прутки в токарный автомат.

1. Подрезать торец заготовки $A_{01} = Z_{\min} = 1^{+0.5}$ мм.
2. Центровать торец $\varnothing 18,4^{+0.1}$ $L = 15,4^{+0.3}$ мм.
3. Точить цилиндр $\varnothing 31,8_{-0.1}$ $L = 30,8 \pm 0,1$ мм.
4. Сверлить отверстие $\varnothing 18,5^{+0.1}$ $L = 24,7^{+0.1}$ мм.
5. Точить внутреннюю канавку $\varnothing 20,9^{+0.25}$ $L = 5,5^{+0.25}$ мм.
6. Точить профиль фасонным резцом, как показано на рис. 1.
7. Отрезать деталь отрезным резцом.

(020) Сверлильная операция:

Станок 2Н135:

А. Установить и снять деталь.

1. Сверлить 3 отверстия $\varnothing 1$ мм насквозь.

Выше перечисленные переходы показаны на плакате №3.

(025) Шлифовальная операция:

Станок 3E12:

А. Установить и снять деталь.

2. Шлифовать торец детали в размер $L = 26,08_{-0,05}$ мм.

3. Шлифовать обратный торец детали, выдерживая размер $L = 26_{-0,01}^{-0,04}$ мм.

Выше перечисленные переходы наглядно показаны на плакате №3.

(030) Шлифовальная операция:

А. Установить и снять деталь.

1. Шлифовать отверстие в размер $\varnothing 20_{-0,02}^{-0,01}$ мм.

(035) Шлифовальная операция:

А. Установить и снять деталь.

1. Шлифовать фасонный профиль, выдерживая размеры, как показано на рис. 2

(040) Доводочная операция:

А. Установить и снять деталь.

1. Полировать фасонный профиль выдерживая размеры, как показано на плакате 1.

(045) Промывочная операция:

А. Установить и снять деталь.

1. Промыть деталь от остатков смазывающей охлаждающей жидкости и от загрязнения.

Выше перечисленный переход осуществляется в специальной промывочной ванне.

(050) Контрольная операция:

А. Установить и снять деталь.

1. Контролировать все параметры чертежа.

1.9 Размерный анализ

Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологического процесса. При таком анализе проверяется, будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже.

Размерный анализ проводим для проверки и расчета минимальных припусков, выдерживается при данном технологическом процессе конструкторский размер $K=A4=26(-0,01\dots-0,04)$. Размерная схема осевых

размеров представлена на Рис. 1.2 .

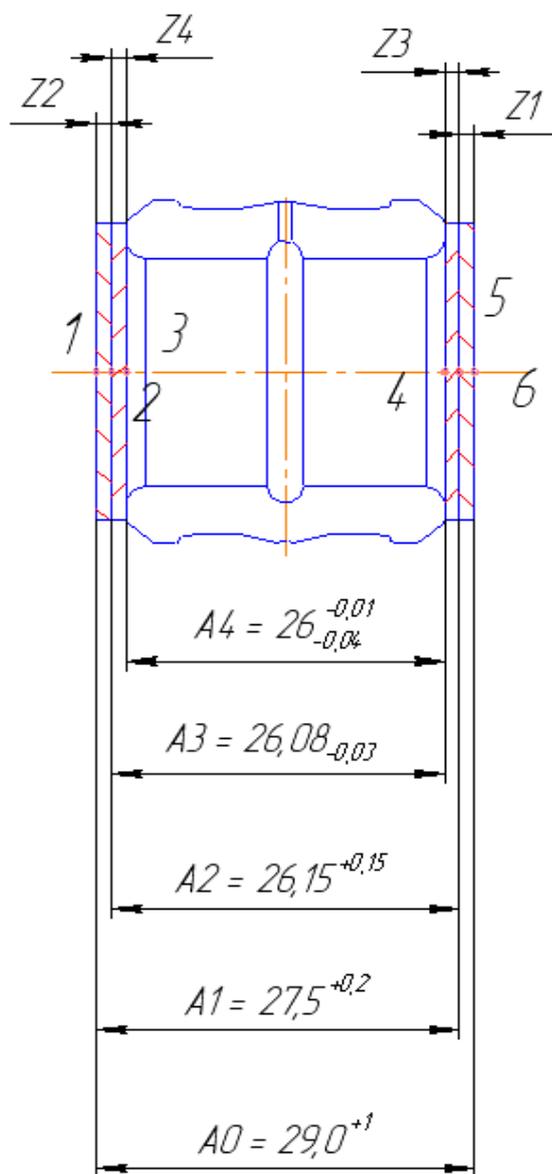


Рис. 1.2 Размерная схема технологического процесса

Граф-дерево линейных размеров

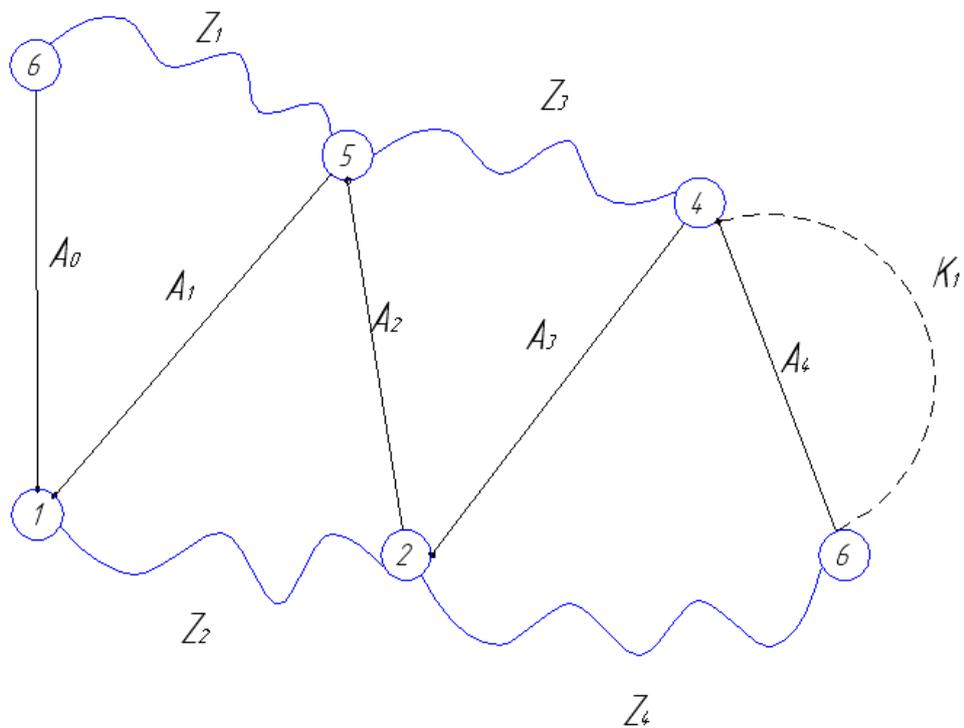


Рис.1.3 Граф-дерево технологических осевых размерных цепей.

1.9.1 Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении

Минимальный припуск на обработку в осевом направлении определяется по формуле:

$$Z_{\min i} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + ((\rho_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2)^{0.5}, \text{ мкм}, \quad (4)$$

где

$R_{z_{i-1}}$, мкм – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} , мкм – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

ρ_{i-1} , мкм – пространственное отклонение на предшествующем переходе;

ε_i , мкм – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Максимальный припуск определяется по формуле:

$$Z_{\min i} = A_{i-1} - A_i, \quad \text{где} \quad (5)$$

TA_{i-1} , мм – технологический размер предшествующей операции;

TA_i , мм – технологический размер на данной операции.

По формуле [4] найдем минимальные припуски на обработку:

$$Z_{\min 5-6} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + ((\rho_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2)^{0.5} = 200 + 100 + (100^2 + 80^2)^{0.5} = 0,418 \text{ мм}$$

$$Z_{\min 1-2} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + ((\rho_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2)^{0.5} = 200 + 100 + (100^2 + 80^2)^{0.5} = 0,418 \text{ мм};$$

$$Z_{\min 5-4} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + ((\rho_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2)^{0.5} = 50 + 50 + (20^2 + 20^2)^{0.5} = 0,068 \text{ мм};$$

$$Z_{\min 2-3} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + ((\rho_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2)^{0.5} = 20 + 20 + (10^2 + 10^2)^{0.5} = 0,054 \text{ мм};$$

Значения R_z и h принимаем по рекомендациям [1, стр.180...181];

Значения ρ и ε принимаем по рекомендациям [1, стр. 42].

Данные расчета заносим в таблицу 1.1.

Проверяем минимальные припуски через размерный анализ

$$A_{11} = 27,5^{+0,5} \text{ мм}$$

$$A_{01} = 29,0^{+0,5} \text{ мм.}$$

$$Z_{\min 5-6} = A_{01\min} - A_{11\max} = 29 - 27,7 = 1,3 \text{ мм}$$

$$A_{11} = 27,5^{+0,5} \text{ мм}$$

$$A_{21} = 26,15^{+0,15} \text{ мм}$$

$$Z_{\min 1-2} = A_{11\min} - A_{21\max} = 27,5 - 26,3 = 1,2 \text{ мм}$$

$$A_{21} = 26,15^{+0,15} \text{ мм}$$

$$A_{22} = 26,08_{-0,03} \text{ мм}$$

$$Z_{\min 4-5} = A_{21\min} - A_{22\max} = 26,15 - 26,08 = 0,07 \text{ мм}$$

$$A_{22} = 26,08_{-0,03} \text{ мм}$$

$$A_{23} = 26_{-0,01}^{+0,01}_{-0,04} \text{ мм}$$

$$Z_{\min 2-3} = A_{22\min} - A_{23\max} = 26,05 - 25,99 = 0,06 \text{ мм}$$

Из размерного анализа видно, что минимальные припуски не превышают расчетные, полученные по имперической формуле. Данные размерного анализа заносим в таблицу 1.1 .

Таблица

1.1

Таблица припусков в осевом направлении

Инд екс	Операция	Rz,	h,	ρ ,	ε ,	Zmin,	Zmin1,
		мкм	мкм	мкм	мкм	мм	мин мм
Z ₅₋₆	010	200	100	100	80	0.418	1.3
Z ₁₋₂	Токарная	200	100	100	80		1.2
Z ₄₋₅	015 Шлифоваль- ная	50	50	20	20	0,068	0,07
Z ₂₋₃		20	20	10	10	0,054	0,06

1.9.2 Расчет припусков и технологических размеров в радиальном направлении

Минимальный припуск на обработку в радиальном направлении (двусторонний припуск) определяется по формуле:

$$Z_{mini} = 2 \left[(R_Z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \text{ мкм, где (8)}$$

$R_{z_{i-1}}$, мкм – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} , мкм – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

ρ_{i-1} , мкм – пространственное отклонение на предшествующем переходе;

ε_i , мкм – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

По формуле [8] находятся минимальные припуски на обработку:

$$Z_{mini} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]$$

Подобным образом рассчитываем остальные припуски и сводим их в таблицу 1.2.

Значения R_z и h принимаем по рекомендациям [1, стр.180...181];

Значения ρ и ε принимаем по рекомендациям [1 , стр. 42].

Таблица

1.2

Таблица припусков в радиальном направлении

Индекс	Операция	R_z , мкм	h , мкм	ρ , мкм	ε , мкм	Z_{min}^* , мм	Z_{min}^* , мм
Z_{01-02}	010	200	100	100	80	0,418	0,4
Z_{03-04}	Токарная	200	100	100	80		0,81
Z_{03-04}	015 Шлифоваль- ная	80	80	80	50	0,255	0,2
Z_{05-06}		20	20	10	10	0,054	0,52

$$D_{01} = 32,0^{+0,4}_{+0,2} \text{ мм}$$

$$D_{02} = 31,8_{-0,1} \text{ мм}$$

$$Z_{min_{01-02}} = D_{01min} - D_{02max} = 32,2 - 31,8 = 0,4 \text{ мм}$$

$$D_{o2} = 31,8_{-0,1} \text{ мм}$$

$$D_{o3} = 30,74^{+0,15} \text{ мм}$$

$$Z_{\min_{o2-o3}} = D_{o2\min} - D_{o3\max} = 31,7 - 30,89 = 0,81 \text{ мм}$$

$$D_{o3} = 30,7^{+0,15} \text{ мм}$$

$$D_{o4} = 30,54_{-0,02} \text{ мм}$$

$$Z_{\min_{o3-o4}} = D_{o3\min} - D_{o4\max} = 30,74 - 30,54 = 0,2 \text{ мм}$$

$$D_{o4} = 30,54_{-0,02} \text{ мм}$$

$$D_{o5} = 29,85^{+0,15} \text{ мм}$$

$$Z_{\min_{o4-o5}} = D_{o4\min} - D_{o5\max} = 30,52 - 30,0 = 0,52 \text{ мм}$$

1.10 Расчёт элементов режима резания и основного времени

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

По рекомендации [4 , стр. 13] производим расчет режимов резания для токарной операций на станке 1Б240 6-ти шпиндельный: подрезание торца,

точение поверхностей, растачивания отверстий.

$$1. L_{p.x.} = L_{рез} + y = 16 + 2,0 = 18 \text{ мм};$$

$$L_{рез} = 16 \text{ мм};$$

$$y = y_{врез.} + y_{подв.} + y_{п.} = 1 + 1 = 2 \text{ мм}; [4, \text{стр.300}]$$

$$2. S = 0,6 \text{ мм/об}; [4, \text{стр.23}]$$

$$T_p = \lambda * T_M;$$

λ – коэффициент времени резания, если $\lambda > 0,7$, не рассчитывая, принимаем

$$T_p = T_M.$$

$$T_M = 100 \text{ мин}; [4, \text{стр.26}]$$

$$\lambda = L_{рез} / L_{p.x.} = 16 / 18 = 0,88, \text{ тогда } T_p = 100 \text{ мин.}$$

$$3. V = V_{табл.} * K_1 * K_2 * K_3$$

где $V_{табл.}$ – скорость резания табличная

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава

K_3 коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = V_{табл.} * K_1 * K_2 * K_3 = 125 * 1,0 * 1,0 * 1,05 = 131,25 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 131,25}{3,14 * 16} = 2612,46 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка: $n = 1000$ об/мин. Пересчитывая V , получаем:

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 16 * 1000}{1000} = 50,24 \text{ м/мин}$$

$$4. P_z = P_{z_{табл.}} * K_1 * K_2 [4, \text{стр.35}]$$

$P_{z_{табл.}}$ – сила резания табличная

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала

K_2 – коэффициент, зависящий от скорости резания

$$P_z = P_{z_{табл.}} * K_1 * K_2 = 135 * 0,75 * 1 = 101,25 \text{ кГ}; [4, \text{стр.35}]$$

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}$$

N – мощность резания

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{101.25 * 50.24}{1020 * 60} = 0.083 \text{ кВт.}$$

1. Определяем основное машинное время

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_o * n} = \frac{18}{0.6 * 1000} = 0.03 \text{ мин.}$$

T_o – основное машинное время

$L_{p.x.}$ – длина рабочего хода суппорта

S_o – подача суппорта на один оборот шпинделя

Аналогичным образом рассчитываются все режимы резания токарной.

010 сверлильная операция

Выполняется на станке 2Н135

1. $L_{p.x.} = L_{рез} + y = 5,6 + 2,0 = 7,6 \text{ мм};$

2. $S = 0.45 \text{ мм/об}; [4, \text{стр.113}]$

$$T_{р.} = \lambda * T_{м.};$$

λ – коэффициент времени резания, если $\lambda > 0,7$, не рассчитывая, принимаем

$$T_{р.} = T_{м.}$$

$$T_{м.} = 30 \text{ мин}; [4, \text{стр.26}]$$

$$\lambda = L_{рез} / L_{p.x.} = 5,6 / 7,6 = 0,74, \text{ тогда } T_{р.} = 100 \text{ мин.}, \text{ тогда } T_{р.} = 30 \text{ мин.}$$

3. $V = V_{табл.} * K_1 * K_2 * K_3 [4, \text{стр.122}]$

где $V_{табл.}$ – скорость резания табличная

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава

K_3 коэффициент, зависящий от вида обработки

$$V = V_{табл.} * K_1 * K_2 * K_3 = 22 * 1,0 * 1,4 * 1,0 = 30,8 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 30.8}{3.14 * 1} = 9808.92 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка: $n = 500$ об/мин. Пересчитывая V , получаем:

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3.14 * 1 * 500}{1000} = 1.57 \text{ м/мин.}$$

$$4. \quad P_Z = P_{Z_{\text{табл.}}} * K_P \text{ [4, стр.124]}$$

$P_{Z_{\text{таб}}}$ – сила резания табличная

K_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала

$$P_Z = P_{Z_{\text{табл.}}} * K_1 = 150 * 1,0 = 150 \text{ кГ}$$

$$N = (N_{\text{таб}} * K_N * n) / 1000 \text{ [4, стр.127]}$$

N – мощность резания

$N_{\text{таб}}$ – мощность резания табличная

K_N – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала

$$N = (N_{\text{таб}} * K_N * n) / 1000 = (0,66 * 1,0 * 500) / 1000 = 0,33 \text{ кГ}$$

5. Определяем основное машинное время

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o * n} = \frac{7.6}{0.45 * 500} * 3 = 0.101 \text{ мин.}$$

T_o – основное машинное время

$L_{p.x.}$ – длина рабочего хода суппорта

S_o – подача суппорта на один оборот шпинделя

n – число оборотов

030 шлифовальная операция выполняется на станке 3E12

Расчет скорости шлифовального круга

$$V_{кр} = \frac{\pi * D_{кр} * n_{кр}}{1000 * 60}$$

где D к.р. – диаметр круга мм.

V к.р. – скорость шлифовального круга

$n_{кр}$ – число оборотов круга по станку

$$V_{кр} = \frac{\pi * D_{кр} * n_{кр}}{1000 * 60} = \frac{3.14 * 50 * 1500}{1000 * 60} = 4.5 \text{ м/сек}$$

Скорость вращения детали выбираем из таблицы (Ш-1 стр.169)

$$V_{в.д.} = 25 \text{ м/мин.}$$

Выбираем минутную поперечную подачу мм/мин.

$$S_M = S_{Mтабпред.} * K_1 * K_2 * K_3$$

$$S_M = S_{Mтабок.} * K_1 * K_2 * K_3$$

где $S_{Mтабпред.}$ - минутные подачи по таблице

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и скорости круга

K_2 – коэффициент, зависящий от припуска и точности

K_3 – коэффициент, зависящий от диаметра круга, количество кругов и характера поверхности

$$S_M = S_{Mтабпред.} * K_1 * K_2 * K_3 = 3,0 * 0,8 * 0,5 * 0,8 = 0,96 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = S_{Mтабок.} * K_1 * K_2 * K_3 = 0,85 * 0,7 * 0,3 * 0,7 = 0,125 \text{ м/мин.}$$

1.11 Нормирование технологического процесса

В качестве нормы времени в среднесерийном производстве используется штучно-калькуляционное время [3, стр. 101]

$$t_{ш.к.} = t_{ш} + T_{п.з.} / n$$

где $t_{ш}$ – штучное время, мин;

$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n - объем партии деталей для одновременного запуска, шт;

Формула для определения штучного времени имеет вид:

$$t_{шт} = t_0 + t_{всп} + t_{обс} + t_{п} \quad \text{мин,}$$

где t_0 - основное время, мин;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, мин;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{п}$ -время перерывов в работе, мин;

$$t_{всп} = t_{ус} + t_{зо} + t_{уп} + t_{из}$$

$t_{ус}$ – время на установку детали, мин

$t_{зо}$ - время на закрепление и открепление детали, мин

$t_{уп}$ – время на приемы управления станками, мин

$t_{из}$ – время на контрольные промеры, мин

1.11.1 Операция токарная

По рекомендациям [3, таб. 6,3стр. 215] определяем подготовительно-заключительное время, расходуемое на наладку станка, инструмента и приспособления: $T_{п.з.} = 18$ мин.

Вспомогательное время, расходуемое на установку и закрепления заготовки на станке, управление станком и измерение детали в процессе выполнения операции, также определяем по рекомендациям [3 таб 5.1 ... 5.22 стр.197-212]:

$$t_{вс} = t_{yc} + t_{зо} + t_{yn} + t_{из}, \text{ МИН,}$$

МИН

$$t_{yc} = 0,2 \text{ мин} [3, \text{табл.5.6, стр.199}],$$

$$t_{зо} = 0,2 \text{ мин} [3, \text{табл.5.7, стр.201}],$$

$$t_{yn} = 0,3 \text{ мин} [3, \text{табл.5.8, стр.202}],$$

$$t_{из} = 0,3 \text{ мин} [3, \text{табл.5.16, стр.209}]$$

$$t_{всп} = 0,9 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время:

$$t_{оп} = t_0 + t_{всп} = 2,37 + 0,9 = 3,27 \text{ мин.}$$

Определяем время на обслуживание рабочего места [3 стр. 102]

$$t_{обс} = 0,05 * t_{оп} = 0,05 * 3,27 = 0,163 \text{ мин. [3 стр. 102]}$$

Определяем время перерывов в работе [3 стр. 103]

$$t_{п} = 0,04 * 3,27 = 0,131 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время:

$$t_{ш} = t_0 + t_{всп} + t_{обс} + t_{п} = 2,37 + 0,9 + 0,163 + 0,131 = 3,564 \text{ мин.}$$

Определяем объем партии деталей для одновременного запуска:

$$n = (N * a) / F$$

где N- годовая программа выпуска деталей, шт.;

a- число дней, на которое необходимо иметь запас деталей;

F- число рабочих дней в году;

$$n = (N * a) / F = (500 * 5) / 253 = 9,881 \text{ шт.}$$

Определяем штучно-калькуляционное время

$$t_{ш.к.} = t_{ш} + T_{п.з.} / n = 3,564 + 18 / 9,881 = 5,385 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом рассчитываются нормы времени на последующие операции и заносятся в таблицу 1.4

Таблица 1.4

Расчет нормы времени

Пер	t_o	$t_{вс}$	$t_{оп}$	$t_{обс}$	$t_{п}$	$t_{ш}$	n	$t_{ш.к.}$
005	2,317	0,9	3,277	0,163	0,131	3,511	9,881	5,332
020	0,334	1,2	1,534	0,076	0,061	1,671	9,881	3,492
025	0,334	1,1	1,434	0,071	0,057	1,562	9,881	3,383
030	0,089	1,1	1,189	0,059	0,047	1,295	9,881	3,021
035	0,502	1,2	1,702	0,085	0,068	1,855	9,881	3,676
040	0,487	1,2	1,687	0,084	0,067	1,838	9,881	3,659

2.1 Введение

По сравнению с другими методами получения деталей машин обработки резанием обеспечивает наибольшую их точность и наибольшую гибкость производственного процесса, создает возможности быстрее перехода от обработки заготовок одного размера к обработке заготовок другого размера.

Режущий инструмент, срезая сравнительно тонкий слой материала, придает заготовке нужную форму и размеры. Работоспособность режущего инструмента, его надежность оказывают существенное влияние на экономическую эффективность процесса производства.

Потребность в режущем инструменте колоссальна. По некоторым операциям обработки заготовки резанием стоимость инструмента составляет значительную часть стоимости операции.

Режущий инструмент обеспечивает внутренние связи процесса обработки. Качество и стойкость инструмента во многом определяют производительность и эффективность процесса обработки, а в некоторых случаях и вообще возможность получения деталей требуемой формы, качества и точности. Повышение качества и надежности режущего инструмента способствуют повышению производительности обработки

металлов резанием.

Режущие инструменты появились в доисторические времена, когда у человека возникла необходимость совершенствовать свою работу. Большое развитие инструмента получили со времени использования человеком металлов. При развитии ремесленного производства появляются примитивные ручные токарные и сверлильные станки и для работы на них металлорежущие инструменты – резцы, сверла, напильники и др. Переход к машинной индустрии сопровождался бурным развитием металлорежущего инструмента. Во второй половине 19 века появляются многие виды режущих инструментов, в конце 19 века – червячные фрезы для нарезания зубчатых колес, 20-е годы 20 века – протяжки. И сейчас создаются новые конструкции инструментов и совершенствуются ранее существовавшие.

Режущие инструменты – это орудие производства, конечная составляющая часть металлорежущих станков, находящиеся в контакте с обрабатываемой заготовкой. Их предназначение – снятие припуска и формирование поверхности и размеров детали в соответствии с техническими требованиями рабочего чертежа.

Фасонные резцы применяются для обработки тел вращения, имеющих наружные или внутренние фасонные поверхности. Обработка этими резцами обычно ведется на станках-автоматах и револьверных станках в условиях крупносерийного или массового типа производства. В качестве заготовок деталей чаще всего используют калиброванный прокат в виде прутка.

В сравнении с другими типами резцов фасонные резцы имеют

следующие преимущества: 1) обеспечивают идентичность формы детали и высокую точность размеров, не зависящую от квалификации рабочего; 2) обладают высокой производительностью за счет большой длины активной части режущей части кромки; 3) имеют большой запас на переточку; 4) для них достаточно простой переточки по плоскости передней грани; 5) не требуют больших затрат времени на наладку и настройку станка.

К числу недостатков фасонных резцов можно отнести: 1) сложность изготовления и высокую точность; 2) это резцы специальные, так как они пригодны для изготовления деталей только заданного профиля; 3) большие радиальные нагрузки у резцов, работающих с радиальной подачей, что требует снижение подачи и уменьшает производительность; 4) кинематические передние и задние углы фасонных резцов в процессе резания меняются по длине режущих кромок в большом диапазоне, существенно отличается от оптимальных значений.

2.2 СХЕМА И РАСЧЕТ ФАСОННОГО РЕЗЦА

Производим расчет фасонного резца для токарной операции, чтобы получить фасонную поверхность внутреннего кольца подшипника. Схема показана в приложении 1.

Ниже приведен алгоритм определения радиуса для характерных точек фасонного профиля резца.

У круглых резцов задний угол ξ определяется за счет превышения центра O_p над центром детали O_d на величину h , а передний угол γ – за счет выреза по плоскости передней поверхности, отстоящий от центра на величину H .

При этом точки режущей кромки на линии оси центров станка:

$$\sin \xi = h / R;$$

$$\sin (\xi + \gamma) = \sin \psi = H / R;$$

где R – радиус наружной окружности резца.

Для расчета переднего угла в любой точке режущей кромки резца опустим перпендикуляр m из центра детали O_d на продолжение передней поверхности резца и найдем, что

$$m = r_1 * \sin \gamma$$

$$A = r_1 * \cos \gamma$$

$$A_x = r_x * \cos \gamma$$

$$C_x = A_x - A$$

$$H = R * \sin \psi$$

$$B = R * \cos \psi$$

По выше перечисленным формулам производим расчет фасонного резца показанного в Приложении 1.

$$A_x = r_x * \cos \gamma$$

$$A_1 = r_1 \cdot \cos \gamma = 12,582 \cdot 0,984 = 12,390 \text{ MM.}$$

$$A_2 = r_2 \cdot \cos \gamma = 12,993 \cdot 0,984 = 12,795 \text{ MM.}$$

$$A_3 = r_3 \cdot \cos \gamma = 13,286 \cdot 0,984 = 13,084 \text{ MM.}$$

$$A_4 = r_4 \cdot \cos \gamma = 13,44 \cdot 0,984 = 13,235 \text{ MM.}$$

$$A_5 = r_5 \cdot \cos \gamma = 13,836 \cdot 0,984 = 13,625 \text{ MM.}$$

$$A_6 = r_6 \cdot \cos \gamma = 14,09 \cdot 0,984 = 13,875 \text{ MM.}$$

$$A_7 = r_7 \cdot \cos \gamma = 14,925 \cdot 0,984 = 14,698 \text{ MM.}$$

$$A_8 = r_8 \cdot \cos \gamma = 15,37 \cdot 0,984 = 15,136 \text{ MM.}$$

$$C_x = A_x - A$$

$$C_2 = A_2 - A = 12,795 - 12,390 = 0,405 \text{ MM.}$$

$$C_3 = A_3 - A = 13,084 - 12,390 = 0,694 \text{ MM.}$$

$$C_4 = A_4 - A = 13,235 - 12,390 = 0,845 \text{ MM.}$$

$$C_5 = A_5 - A = 13,625 - 12,390 = 1,235 \text{ MM.}$$

$$C_6 = A_6 - A = 13,875 - 12,390 = 1,485 \text{ MM.}$$

$$C_7 = A_7 - A = 14,698 - 12,390 = 2,308 \text{ MM.}$$

$$C_8 = A_8 - A = 15,136 - 12,390 = 2,746 \text{ MM.}$$

$$B_1 = R \cdot \cos \psi = B = 35 \cdot \cos \psi = 33,22 \text{ MM.}$$

$$B_2 = B_1 - C_2 = 33,22 - 0,405 = 32,815 \text{ MM.}$$

$$B_3 = B_1 - C_3 = 33,22 - 0,694 = 32,526 \text{ MM.}$$

$$B_4 = B_1 - C_4 = 33,22 - 0,845 = 32,375 \text{ мм.}$$

$$B_5 = B_1 - C_5 = 33,22 - 1,235 = 31,985 \text{ мм.}$$

$$B_6 = B_1 - C_6 = 33,22 - 1,485 = 31,735 \text{ мм.}$$

$$B_7 = B_1 - C_7 = 33,22 - 2,308 = 30,912 \text{ мм.}$$

$$B_8 = B_1 - C_8 = 33,22 - 2,746 = 30,474 \text{ мм.}$$

2.3. Описание работы приспособления

Данное делительное приспособление используется для сверления отверстий под смазку во внутренних кольцах роликоподшипников 83704. Приспособление устанавливается на стол сверлильного станка «2Н135» так, чтобы ось шпинделя сверлильного станка проходила через центр предполагаемого отверстия под смазку в кольце, установленном в приспособлении в поджатом состоянии. Неподвижность приспособления на столе станка обеспечивают 4 Т-образных болтов, которые крепят опору приспособления к столу станка, через Т-образные пазы на столе станка.

На основании неподвижно закреплен кондуктор 4, в отверстие которого вставлен палец 6, на который одета подшипниковая втулка с подшипниками, на конце пальца зафиксирован поворотный механизм 2-мя гайками. На противоположный конец пальца одевается деталь 3 и прижимается штоком пневмокамеры. Корпус пневмокамеры закреплен на кронштейне болтами,

кронштейн прикреплен к опоре так, что ось пальца совпадает с осью штока пневмокамеры.

Просверливаемое кольцо вручную одевается на палец приспособления. При повороте рукоятки крана сжатый воздух подается в левую полость пневмокамеры, перемещая диафрагму с закрепленным на ней штоком вправо. Шток, перемещаясь в крайнее правое положение, упирается закрепленным на нем корпусом подшипника в просверливаемую деталь, создавая необходимое усилие, препятствующее осевому перемещению детали относительно направляющей. Сверлится отверстие в детали через кондукторную втулку 5. Поворот просверливаемого кольца производится рукояткой.

После того, как все три отверстия просверлены, рукоятку воздушного крана поворачивают в исходное положение, сжатый воздух перестает поступать в левую полость пневмокамеры и открываем кран для подачи сжатого воздуха в правую полость пневмокамеры предназначенную для холостого хода, воздух давит на диафрагму, в результате чего диафрагма с закрепленным на ней штоком возвращается в крайнее левое положение.

После этого кольцо вручную снимается с пальца.

2.2.1. Расчет усилия, создаваемого пневмокамерой.

Усилие P на штоке рассчитываем по формуле:

$$P=0,196(D+d)^2p_k,$$

где P - усилие, создаваемое диафрагмой, кгс;

D – диаметр диафрагмы, мм; $D=160$ мм;

d – диаметр опорной шайбы, $d =115$ мм;

p – давление сжатого воздуха, $p=4$ кгс/см²;

$$P = 0,196*(16+11,5)*4 = 73.016\text{кгс.}$$

Сила зажима, создаваемая приспособлением составляет 73,016 кгс, что во много раз превышает силу резания при сверлении.