

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления блок-шестерни коробки скоростей токарного станка Prota SPI

Студент(ка)	<u>Е.В. Семичев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.Г. Левашкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент _____ Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления блок-шестерни коробки скоростей токарного станка Prota SPI.

Разработан техпроцесс обработки заданной детали, блок-шестерни коробки скоростей токарного станка Prota SPI. Проанализированы исходные данные, выбрана стратегия разработки техпроцесса, разработаны технологический маршрут и схемы базирования, определены методы обработки каждой поверхности, рассчитаны припуски на обработку, спроектирована заготовка. Выбраны средства технологического оснащения. Определены режимы резания и нормы времени. Спроектирована специальная оснастка – приспособление. Определены меры по экологичности и безопасности работы. Определена экономическая эффективность работы.

Были проведены следующие расчеты:

- расчет исходной заготовки;
- расчет технологичности детали;
- расчет режимов резания;
- расчет межоперационных размеров и припусков;
- расчет элементов приспособления.

Бакалаврская работа содержит:

- графическая часть – 6 листов A1;
- расчётно-пояснительная записка: 60 страниц, 14 таблиц, 10 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Описание исходных данных.....	5
2 Технологическая часть работы.....	8
2.1 Выбор заготовки	8
2.2 Выбор и обоснование технологических баз.....	10
2.3 Расчет припусков на механическую обработку поверхности.....	11
2.4 Разработка маршрута технологического процесса.....	18
2.5 Расчет режимов резания.....	23
2.6 Техническое нормирование операций.....	42
3 Проектирование приспособления	44
4 Безопасность и экологичность работы.....	50
5 Экономическая эффективность работы	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Очень большое значение для повышения общего технического уровня предприятий и развития технологии машиностроения играет систематизация документации, внедрение в производство новых компьютерных технологий, применение механизации и автоматизации, создание цехов и заводо-автоматов, в которых больше не используется ручной труд. Залогом успеха так же является максимальное приближение размеров заготовки к размерам готового изделия, что в свою очередь приводит к экономии материалов и энергозатрат, снижению трудоемкости и высвобождению ресурсов производства для решения других немаловажных производственных задач.

Для обработки резанием, которая до сих пор является ведущей среди процессов формообразования, важным становится увеличение скоростей обработки, применение новых видов инструментов и приспособлений, нового прогрессивного оборудования, а также повышение износостойкости, твердости инструмента и использование новых прогрессивных инструментальных материалов.

Стоит также подробнее остановиться на взаимосвязи экономики и технологии машиностроения. При интенсификации работы оборудования, применении современных методов обработки, использовании быстродействующих приспособлений, многорезцовой обработки, развития поточной обработки, применении механизации и автоматизации незамедлительно возникает ощутимый экономический эффект, что благоприятно сказывается на рентабельности предприятия. При повышении рентабельности предприятий у них появляется возможность для инвестирования средств в собственное производство.

1 Описание исходных данных

Деталь блок-шестерня представляет собой тело вращения сложной формы с выполненными по наружной поверхности зубчатыми венцами эвольвентного профиля.

В узле деталь устанавливается по внутреннему шпоночному отверстию и торцу.

Анализ чертежа детали позволяет сделать вывод, что деталь не технологична, размеры поставлены не от баз, как например отверстие диаметром 28H7 растачивается справа, а завязка канавки под это отверстие слева.

Чертеж выполнен не в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ на зубчатые колеса, а произвольно.

Чистота обработки обрабатываемых поверхностей не отвечает классу точности обработки, она занижена. Поэтому чертеж выполняем согласно ЕСКД.

Профиль зуба зубчатого венца $z=36$ получается червячной фрезой, профиль зуба $z=25$ получается зуборезным чашечным долбяком. Качество поверхности и чистота обработки достигается тонким точением и шлифованием, после цементации и закалки.

Отверстие М8 выполняется на вертикально-сверлильном станке. Шпоночное отверстие выполняется долблением.

Выполним качественный анализ конструктивных элементов:

- фаски – 6;
- отверстия – 1;
- цилиндрические поверхности – 6;
- специальные поверхности – 2;
- шпоночное отверстие и зубчатые венцы – 3;
- торцы – 4;

Всего – 22.

Определим коэффициент унификации конструктивных элементов по формуле (1.1):

$$k_{yэ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_э} \quad (1.1)$$

где $Q_{yэ} = 19$ шт. - количество унифицированных элементов; $Q_э = 22$ шт. - общее число элементов.

$$k_{yэ} = \frac{19}{22} = 0,86$$

Деталь технологична.

Определяем коэффициент точности по формуле (1.2):

$$k_{\text{точн}} = 1 - \frac{1}{\Pi_{\text{ср}}} \quad (1.2)$$

где $\Pi_{\text{ср}}$ - средний квалитет, который рассчитаем по формуле (1.3):

$$\Pi_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n n_i \quad (1.3)$$

7 квалитет – 3; 8 квалитет – 3; 9 квалитет – 1; 11 квалитет – 1; 14 квалитет – 8;
Всего – 16.

$$\Pi_{\text{ср}} = \frac{3 \times 3 + 3 \times 3 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 8 \times 4}{16} = \frac{231}{16} = 14,43$$

$$k_{\text{точн}} = 1 - \frac{1}{14,43} = 0,94$$

$$k_{\text{точн}} > 0,8$$

По этому показателю деталь технологична.

Коэффициент шероховатости поверхности определяем по формуле (1.4):

$$k_{\text{ш}} = \frac{1}{R_{\text{а.ср}}} \quad (1.4)$$

где $R_{\text{а.ср}}$ - средняя шероховатость поверхности, которую рассчитаем по формуле (1.5):

$$R_{a, \text{cp}} = \sum_{i=1}^n n_i \quad (1.5)$$

Всего – 23.

Подставив все необходимые значения в формулы (2.4), (2.5) получаем:

$$R_{a, \text{cp}} = \frac{0,8 \times 5 + 0,6 \times 8 + 0,2 \times 10}{23} = \frac{48,8}{23}$$

$$R_{a, \text{cp}} = \frac{48,8}{23} = 2,12$$

$$k_{\text{ш}} = \frac{1}{2,12} = 0,47$$

$$k_{\text{ш}} = 0,32$$

Деталь нетехнологична.

Коэффициент применяемости стандартизированных обрабатываемых поверхностей определяем по формуле (1.6):

$$k_{\text{ш.ст}} = \frac{D_{\text{oc}}}{D_{\text{м.о}}} \quad (1.6)$$

где D_{oc} - количество поверхностей с применением стандартного инструмента, шт; $D_{\text{м.о}}$ - общее количество поверхностей, подвергаемых механической обработке, шт.

$$k = \frac{20}{22} = 0,9 \text{ (специальный канавочный резец для черновой обработки)}$$

Коэффициент обработки поверхности $k = 1$. Таким образом, рассчитанные коэффициенты позволяют сделать вывод, что деталь достаточно технологична.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор заготовки

Деталь – блок-шестерня коробки скоростей токарного станка Proma SPI.

Материал: Сталь 20Х ГОСТ 4543-84, цементировать $h\ 0,8...1\text{ мм}$.

Химический состав стали: $C = 0,17-0,23$; $HR_{сз} = 48...50$; $Cr = 0,7 - 1$;

$M_n = 0,5 - 0,8$; $HB=179$.

Масса детали – 0,9 кг.

Заготовка штампованная.

Штамповочное оборудование – горячештамповочный автомат.

Массу поковки определяем по формуле (2.1):

$$G_{п} = G_{д} \times k = 0,9 \times 1,8 = 1,62 \quad (2.1)$$

где $k = 1,8$

Определение исходного индекса:

Класс точности – Т2;

Группа стали – М1;

Степень сложности – С1;

Конфигурация поверхности разъема штампа плоский – П;

Исходный индекс – 5.

На рисунке 2.1 представлен эскиз заготовки.

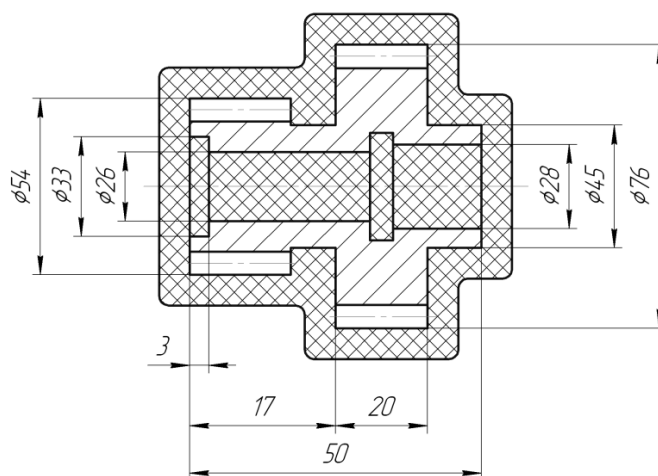


Рисунок 2.1 – Заготовка

Основные припуски на сторону:

Ø76 - точение черновое, чистовое 1,1 мм;

Ø45 - точение черновое, чистовое 1,1 мм;

Ø54 - точение черновое, чистовое 1,1 мм.

По торцам:

50 – точение черновое, чистовое, шлифование 1,1 мм;

17 – точение черновое, чистовое 1,1 мм;

20 – точение черновое, чистовое 1,1 мм.

Размеры поковки и их допускаемые отклонения.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ø}76 + (1,1 + 0,2) \times 2 = 78,6 = 80 \\ \text{Ø}45 + (1,1 + 0,2) \times 2 = 47,6 = 50 \\ \text{Ø}54 + (1,1 + 0,2) \times 2 = 56,6 = 58 \\ 50 + (1,1 + 0,2) \times 2 = 52,6 = 54 \\ 17 + (1,1 + 0,2) \times 2 = 19,6 = 22 \\ 20 + (1,1 + 0,2) \times 2 = 22,6 = 24 \end{array} \right\} \text{принимаем}$$

Радиусы закруглений внешних углов $R=2,5$ мм

Допустимые отклонения размеров:

$\text{Ø}80^{+0,6}_{-0,3}$	$54^{+0,6}_{-0,3}$
$\text{Ø}50^{+0,6}_{-0,3}$	$22^{+0,5}_{-0,3}$
$\text{Ø}58^{+0,6}_{-0,3}$	$24^{+0,5}_{-0,3}$

Допустимая величина смещения по поверхности разъема штампа 0,4 мм.

Допустимая величина заусенцев, по контуру пуансона при штамповке в закрытых штампах – 0,5 мм.

Наибольшее допустимое отклонение от concentricности пробитого отверстия для классов точности – 0,5 мм.

Допустимое отклонение по изогнутости для классов точности – 0,4 мм.

Допуск радиального биения цилиндрических поверхностей не должен быть больше – 0,8 мм.

Допустимые отклонения штампованных уклонов $\pm 0,25$ их номинальной величины.

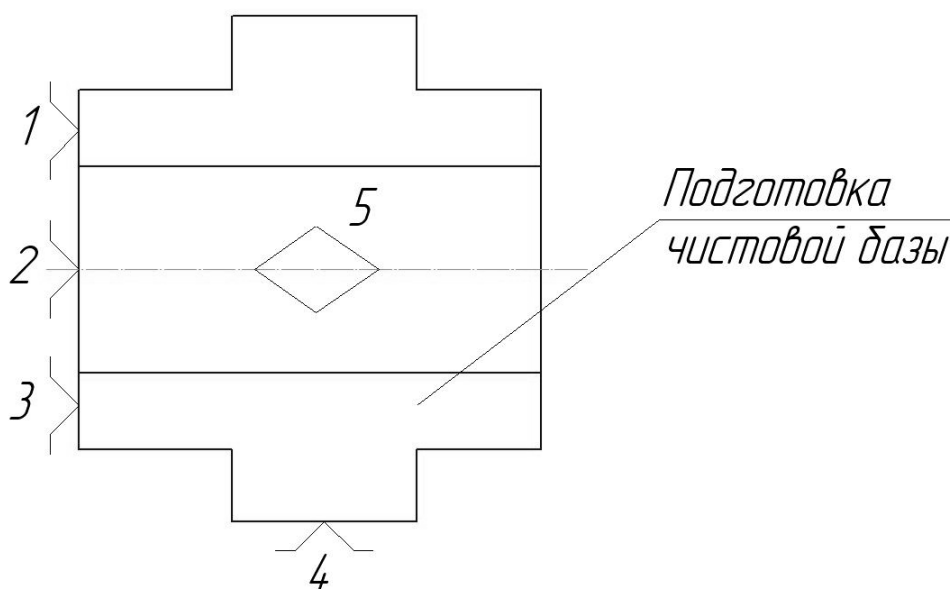
Штампованные уклоны по наружной поверхности для деталей, изготовленных на горячештамповочных автоматах - 1° .

2.2 Выбор и обоснование технологических баз

При обработке детали придерживаются следующей последовательности:

- сначала на первую операцию назначают комплект черновых технологических баз;
- черновые базы используются только один раз и не допускают переустановки заготовки;
- черновые базы выбираются таким образом, чтобы обеспечить впоследствии геометрическую точность наиболее ответственных поверхностей.

Анализ размеров детали позволяет сделать вывод, что в качестве черновой технологической базы можно выбрать внешнюю цилиндрическую поверхность и внешний торец. Базирование заготовки для подготовки чистовой базы показано на рисунке 2.2.



1,2,3 – установочная база; 4,5 – двойная опорная

Рисунок 2.2 – Базирование заготовки

Учитывая массовость производства для токарной обработки наиболее

целесообразно применять горизонтальный многошпиндельный полуавтомат.

В этом случае, используя универсальный комплект технологических баз (внешнюю цилиндрическую и торец), мы выполняем подготовку чистовых баз – внутренней поверхности, противоположного торца, внешней поверхности венца.

Этим самым мы обеспечим равномерность снимаемого припуска и минимальные погрешности пространственного расположения основных поверхностей.

Принятый комплект технологических баз лишает заготовку 5 степеней свободы, установочная база – 3 степени, двойная опорная – 2 степени.

Последняя ступень - вращение вокруг оси существенного значения не имеет.

В дальнейшем деталь переустанавливается, но уже обработанными поверхностями и осуществляется черновая обработка детали с другой стороны.

Чистовую токарную обработку осуществляем по чистовым базам, которые были получены на черновой обработке.

2.3 Расчет припусков на механическую обработку поверхности

Деталь: блок-шестерня коробки скоростей токарного станка ProMa SPI.

Материал: Сталь 20Х ГОСТ 4543-84.

Масса поковки - 1,62 кг.

Обрабатываемая деталь показана на рисунке 2.3.

Наружная поверхность $\varnothing 76 \text{ h7 } \begin{smallmatrix} \text{ } \\ \text{ } \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \text{ } \\ \text{ } \end{smallmatrix} l = 20_{-0.28}$

Наружная поверхность $\varnothing 54 \text{ h7 } \begin{smallmatrix} \text{ } \\ \text{ } \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \text{ } \\ \text{ } \end{smallmatrix} l = 17_{-0.28}$

Черновую обработку осуществляем на токарном шестишпиндельном горизонтальном полуавтомате модели КА-104 с двойной индексацией, чистовую на восьмишпиндельном полуавтомате с двойной индексацией модели 1Б240П-8.

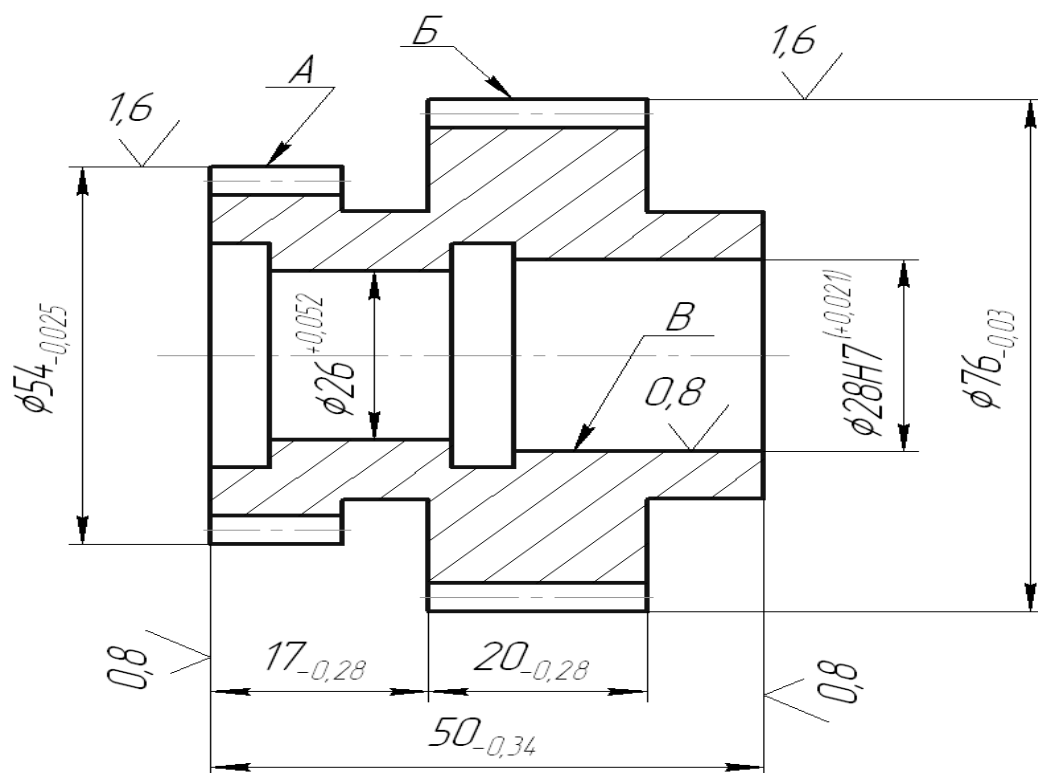


Рисунок 2.3 – Обрабатываемая деталь

Таблица 2.1 – Последовательность обработки

Наименование операции	Квалитет	Шероховатость
Черновое точение	IT14	12,5 ✓
Получистовое точение	IT9	3,2 ✓
Чистовое точение	IT8	1,6 ✓

База - поверхность А для обработки $\varnothing 76 \text{ h}7$ и поверхность Б для обработки $\varnothing 54 \text{ h}7$.

Допуски TD для штампованных заготовок определяются по формулам (2.2), (2.3) изложенным в методических указаниях для расчета припусков:

$$TD = \Delta H_1 + \Delta H_2 + k_y \quad (2.2)$$

где ΔH_1 - погрешность недоштамповки, мкм; ΔH_2 - допустимый износ штампа, мкм.

$$\Delta H_1 = 800 \text{ мкм}$$

$$\Delta H_2 = 400 \text{ мкм}$$

k_y - колебания усадки заготовки по температурному интервалу штамповки.

$$k_y = 2H \quad (2.3)$$

где Н – измерения $\rho - \rho$

для Ø76 Н=2

Ø54 Н₁=22

Подставив все необходимые значения в формулу (2.2), получаем:

$$\text{Ø76} - TD = 800 + 400 + 2 \times 24 = 1248$$

$$\text{Ø54} - TD = 800 + 400 + 2 \times 22 = 1244$$

Верхнее предельное отклонение определяем по формуле (2.4):

$$ESD = \Delta H_1 + 0,5k_y \quad (2.4)$$

$$\text{Ø76} \quad ESD_1 = 800 + 24 = 824;$$

$$\text{Ø54} \quad ESD_2 = 800 + 22 = 822$$

Нижнее предельное отклонение определяем по формуле (2.4):

$$EID = \Delta H_2 + 0,5k_y \quad (2.5)$$

$$\text{Ø76} \quad EID_1 = 400 + 24 = 424$$

$$\text{Ø54} \quad EID_2 = 400 + 22 = 422$$

Учитывая рекомендации окончательно принимаем:

$$TD = 1600 \text{ мкм}$$

$$ESD = 1000 \text{ мкм}$$

$$EID = 600 \text{ мкм}$$

Качество поверхностного слоя заготовки выбираем по:

$$R_{r_{i-1}} + T_{i-1} = 160 + 200 = 360 \text{ мкм}$$

Суммарное значение пространственной погрешности рассчитываем по формуле (2.6):

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{ci}^2 + \rho_{y\hat{e}n}^2} \quad (2.6)$$

Подставив все необходимые значения в формулу (2.6), получаем:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{450^2 + 500^2} = 672,6 = 680 \text{ мкм}$$

Погрешность установки E_i , в данном случае определяется погрешностью индексации поворотного стола ($E_{un} = 50 \text{ мкм}$).

Для достижения требуемой точности размеров и качества обрабатываемой поверхности предусматривается обработка твердосплавными резцами.

Значения величин элементов припуска для каждого перехода выбираются по [17].

$$\rho_{i-1} = 0,06 \times \rho_{\text{зад}} = 0,06 \times 680 = 40 \text{ мкм}$$

$$E_i = E_{un}$$

Тогда припуск для чернового точения определяем по формуле (2.7):

$$z_{i_{\min}} = 2 \times \left(R_{z_{i-1}} + T + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2} \right), \text{ мкм} \quad (2.7)$$

где $R_{z_{i-1}} = 160$; $T_{i-1} = 200$

$$z_{i_{\min}} = 2 \times \left(160 + 200 + \sqrt{680^2 + 50^2} \right),$$

$$z_{i_{\min}} = 2100 \text{ мкм}$$

Для полукратного точения:

$$z_{i_{\min}} = 2 \times \left(25 + 120 + \sqrt{40^2 + 50^2} \right),$$

$$z_{i_{\min}} = 620 \text{ мкм}$$

Для чистового точения:

$$z_{i_{\min}} = 2 \times \left(10 + 40 + \sqrt{2,4^2 + 50^2} \right),$$

$$\rho_{i-1} = 0,06 \times 40 = 2,4$$

$$z_{i_{\min}} = 260 \text{ мкм}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.2.

Расчет припусков на обработку внутренней поверхности В $\varnothing 28\text{H7}(+0,021)$:

Поверхность В обрабатывается на станке 1Б240П-8 с базированием по обработанной поверхности А. Заготовка закрепляется в самоцентрирующий трёхкулачковый патрон с гидроприводом.

Допуск размера $D_1 = 28$ заготовки может быть определен по (формуле 2.8):

$$TD_1 = 0,5 \times (D + TD') \quad (2.8)$$

где $TD = 240$ мкм - допуск по наружному диаметру Б; $TD' = 52$ мкм - допуск отверстия после предварительной обработки $\varnothing 26^{+0,052}$ (зенкерования).

$$TD_1 = 0,5 \times (240 + 52) = 140 \text{ мкм}$$

Качество поверхностного слоя заготовки:

$$R_{z_{i-1}} = 37, T_{i-1} = 110, R_{z_{i-1}} + T_{i-1} = 147$$

Суммарная пространственная погрешность заготовки:

$$\rho_{i-1} = 42 \text{ мкм}$$

Погрешность установки:

$$E_i = 50 \text{ мкм}$$

Для достижения требуемых параметров точности и качества поверхности $\varnothing 28 \text{ H7}^{+0,021}_{-0}$ предусматривается:

- чистовое растачивание IT8 $\sqrt{1,6}$
- шлифование IT7 $\sqrt{0,8}$

Элементы припуска для каждого перехода:

- после зенкерования:

$$\rho_{i-1} = 0,42 \text{ мкм}$$

- после чистового растачивания:

$$\rho_{i-1} = 0,06 \times 42 = 2,4 \text{ мкм}$$

Принимаем 2 мкм.

$$E_i = 50 \text{ мкм}$$

Припуск для чистовой расточки:

Подставив все необходимые значения в формулу (2.8), получаем:

$$z_{i_{\min}} = 2 \times \left(47 + \sqrt{42^2 + 50^2} \right) = 424 \text{ мкм}$$

Для шлифования:

$$R_{z_{i-1}} = 12, \quad T_{i-1} = 50$$

Подставив все необходимые значения в формулу (2.8), получаем:

$$z_{i_{\min}} = 2 \times \left(2 + 50 \right) \sqrt{2^2 + 50^2} = 224 \text{ мкм}$$

Данные заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет припусков на внешнюю и внутреннюю поверхность

Технологические операции и переходы	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск, мкм	Расчетный $\rho - \rho$, мм	Допуск TD, мкм	Предельные размеры, мкм		Предельные припуски, мкм	
	$R_{z\ i-1}$	T_{i-1}	ρ_{i-1}	E_i				max	min	Z_{max}	Z_{min}
Наружная поверхность $\varnothing 76(-0,03)$ Заготовка.						78,95	1600	80,55	78,95		
Черновое точение	360	200	680	50	2100	76,85	740	77,59	76,85	2960	2100
Получистовое точение	125	120	40	50	620	76,23	210	76,44	76,23	1150	620
Чистовое точение	40	40	2,4	50	260	75,97	30	76	75,97	440	260
Внутренняя поверхность В $\varnothing 28H7(+0,021)$ Размер после сверления						27,373	140	26	25,86		
Чистовое растачивание	37	110	42	50	424	27,797	52	27,748	27,696	1836	1748
Шлифование	12	50	2	50	224	28,021	21	28,021	28	304	224

2.4 Разработка маршрута технологического процесса

Последовательность обработки основных поверхностей:

1. Внутреннее отверстие диаметр 28H7.

сверление IT14

рассверливание IT14

Зенкерование отверстия диаметр 26H9 IT9

Чистовое точение IT8

шлифование IT7

2. Наружная поверхность диаметр 76h11 и диаметр 54h11.

Черновое точение IT14

Получистовое точение IT9

Чистовое точение IT8

3. Торцы внешние 50 h11

Черновое точение IT14

Получистовое точение IT 9

Чистовое точение IT 8

шлифование IT 7

4. Внутренние торцевые углубления.

Канавка - черновое точение

чистовое точение

5. шпоночный паз

Долбление IT 8

6. Зубчатые венцы.

зубофрезерование

Зубошлифование (Ra 0,8)

Зубодолбление

Зубошлифование (Ra 0,8)

7. Сверление однократное IT 9.

Нарезание резьбы IT 8

Маршрут обработки

Деталь: Блок – шестерня.

Материал: Сталь 20Х ГОСТ 4543-84. Цементировать $h = 0,8...1, 48...50$.

Заготовка: штамповка в закрытых штампах.

Оборудование: Горяче-ковальный автомат.

Количество деталей из одной заготовки – одна.

Технологический маршрут обработки заготовки детали блок-шестерня и выбранные средства технологического оснащения занесем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Технологический маршрут обработки и средства технологического оснащения

№ операции	Содержание и наименование операции	Наименование оборудования	Оснастка
005	Отрезать заготовку	Абразивно-отрезной станок 8Б262	Тиски
010	Ковальная		
015	Термическая (обжиг)		
020	Токарно-винторезная черновая <u>Первый установ:</u> - Подрезка торцов Ø54 и Ø76 одновременно. - Сверления центрального отверстия Ø16. - Обтачивание поверхности Ø54 и проточка канавки Ø43.	Шестишпиндельный горизонтальный полуавтомат с двойной индексацией. Мод. КА-104	3-х кулачковый патрон

Продолжение таблицы 2.3

	- Растачивание канавки Ø35. - Снятие фасок.		
	Контрольная		
	Долбежная		
035	Долбежная - Долбление шпоночного паза 8×23	Станок для долбления мод. 7А412	Специальное приспособление для долбления шпоночного паза
040	Зубофрезерная - Фрезеровать 36 зубьев $m = 2$ (под шлифование)	Зубофрезерный станок мод. 5Б32	Приспособление зубофрезерное
045	Закруглить 36 зубов $m = 2$	Зубозакругляющий станок полуавтомат 5Е580	Приспособление
050	Зубофрезерная - Фрезеровать 25 зубьев $m = 2$ (под шлифование)	Зубофрезерный станок мод. 5Б32	Приспособление зубофрезерное
055	Закруглить 25 зубьев $m = 2$	Зубозакругляющий станок полуавтомат 5Е580	Приспособление

Продолжение таблицы 2.3

060	Зачистить заусенцы на торцах 36 зубьев	Одношпиндельный полуавтомат для снятия фасок модели 5Б525	3-х кулачковый патрон
065	Зачистить заусенцы на торцах 25 зубьев	Одношпиндельный полуавтомат для снятия фасок модели 5Б525	3-х кулачковый патрон
070	Сверлильная - Сверлить отверстие Ø67 под резьбу М8	Вертикально-сверлильный станок модели 2М112	Кондуктор
075	Резьбонарезная - Нарезать резьбу М8	Вертикально-сверлильный станок модели 2М112	Кондуктор
080	Термообработка Цементировать h0,8...1 HRC48...50 Резьбу от цементации беречь. Закалка. Нормализация.		
085	Шлифовальная Шлифовать торец Ø45 и Ø54	Круглошлифовальный станок мод. 3А151	Приспособление

Продолжение таблицы 2.3

090	Шлифовальная Шлифовать $z = 36$, $m = 2$. Шлифовать дважды.	Зубошлифовальный станок 5Б833	Приспособлен ие
095	Шлифовальная Шлифовать $z = 25$, $m = 2$. Шлифовать дважды.	Зубошлифовальный станок 5Б833	Приспособлен ие
100	Мойка	Моечная машина	
105	Технический контроль		
110	Нанесение антикоррозионного покрытия		

2.5 Расчет режимов резания

Операция 020 - токарно-винторезная черновая.

Обработка выполняется на шестишпиндельном горизонтальном полуавтомате с двойной индексацией модели КА-104. Черновая обработка проводится полностью на этом станке.

Обработка центрального отверстия проводится продольным суппортом полуавтомата.

Формулы, используемые для расчетов при наружном точении, представлены ниже.

Скорость резания определяем по формуле (2.9):

$$V = \frac{C_v}{T^M \times t^{xv} \times S^{yv}} K_v, \text{ м/мин} \quad (2.9)$$

Сила резания определяем по формуле (2.10):

$$P_z = C_{pz} \times t^{x_{pz}} \times S^{y_{pz}} \times V^{n_{pz}} \times K_{pz}, \text{ Н} \quad (2.10)$$

Длина рабочего хода определяем по формуле (2.11):

$$L = L_{\text{дет.}} + L_1 + L_2, \text{ мм} \quad (2.11)$$

Мощность резания определяем по формуле (2.12):

$$N = \frac{P_z \times V}{102 \times 60}, \text{ кВт} \quad (2.12)$$

где T - период стойкости инструмента, мин; t - глубина резания, мм; $l_{\text{дет.}}$ - длина обработки, мм; S - подача, мм/об; l_1, l_2 - величины врезания и перебега.

На рисунке 2.4 показана схема работы станка.

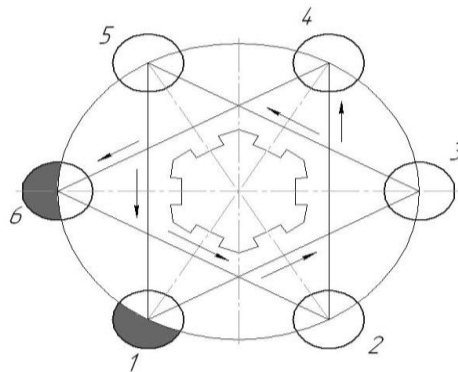


Рисунок 2.4 – Схема работы станка

Первый установ:

1 позиция - загрузочная;

3 позиция, 5 позиция - рабочие позиции.

Второй установ:

6 позиция - загрузочная;

2 позиция, 4 позиция - рабочие позиции.

Расчет режимов резания выполняем для комплекта инструментов на данной позиции и принимаем лимитирующие.

Первый установ.

Позиция 1 (загрузочная).

На рисунке 2.5 показана схема выполнения операций по подрезке торцов и сверлению центрального отверстия.

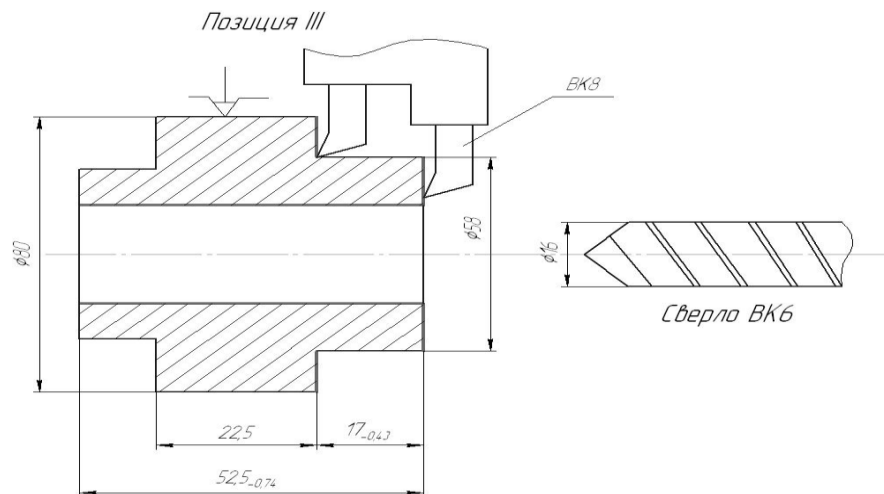


Рисунок 2.5 – Сверление отверстия и подрезка торцов

1. Сверление Ø16мм, L=54мм.

2. Подрезка торцов последовательная.

Для подрезания торцов: Глубина резания $t=1,5$ мм; Резцы ВК8 – специальные; Стойкость инструмента $T=120$ мин.

Расчет проводим, используя рекомендации [1].

Скорость резания определяем по формуле (2.13):

$$V = \frac{C_v \times K_1 \times K_2 \times K_v}{T^M \times t^{x_v} \times S^{y_v}}, \text{ м/мин} \quad (2.13)$$

Значения коэффициентов и показателей значений выбираем по [1].

$C_v = 292$; $X_v = 0,3$; $y_v = 0,15$; $m = 0,18$; $k_v = 0,85$; $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,9$.

Подачу выбираем по [1], поправочный коэффициент выбираем по [1].

По паспорту станка принимаем $S=0,3$ мм/об.

Подставив все необходимые значения в формулу 2.13, получаем:

$$V = \frac{292 \times 0,8 \times 0,9 \times 0,85}{120^{0,15} \times 1,5^{0,3} \times 0,3^{0,15}} = 28 \text{ м/мин}$$

Число оборотов для диаметра 80: $n = 111$ об/мин;

Число оборотов для диаметра 58: $n = 153$ об/мин;

По паспорту станка принимаем: $n=101$ об/мин.

Тогда скорости будут равны:

- для диаметра 80 рассчитаем по формуле (2.12):

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 80 \times 101}{1000} = 25,37 \text{ м/мин}$$

- для диаметра 58

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 58 \times 101}{1000} = 18,39 \text{ м/мин}$$

Сила резания определяем по формуле (2.15):

$$P_z = C_{pz} \times t^{x_{pz}} \times S^{y_{pz}} \times V^{n_{pz}} \times K_{pz} \times K_{uy} \times K_3 \quad (2.15)$$

где $C_p = 300$; $K_{pz} = 0,85$; $X_p = 1$; $K_{uz} = 0,8$; $y_p = 0,75$; $K_3 = 0,9$; $n_{pz} = -0,15$.

$$P_z = 300 \times 1,5 \times 0,3^{0,75} \times 25,37^{-0,15} \times 0,85 \times 0,8 \times 0,9 \text{ Н}$$

$$P_z = 84,3 \text{ Н}$$

Мощность резания:

Подставив все необходимые значения в формулу (2.12), получаем:

$$N = \frac{P_z \times V}{60 \times 102} = \frac{84,3 \times 25,37}{60 \times 102} = 0,35 \text{ кВт}$$

Расчет времени обработки определяем по формуле (2.16):

$$T_M = \frac{L}{n \times S} = \frac{l_{дет} \times l_{сп} \times l_{пер}}{n \times S}, \text{ мин} \quad (2.16)$$

для диаметра 80 $L = 15 \text{ мм}$, $n = 101 \text{ об/мин}$

для диаметра 58 $L = 25 \text{ мм}$, $n = 0,3 \text{ мм/об}$

$$T_M = \frac{15}{101 \times 0,3} = 0,49 \text{ мин}$$

$$T_M = \frac{25}{101 \times 0,3} = 0,82 \text{ мин}$$

Сверление отверстия Ø16 выполняется в продольном суппорте. Выбираем подачу при сверлении $S = 0,2 \text{ мм/об}$.

Число оборотов сверла (инструментального шпинделя) выбирается относительно числа оборотов рабочего шпинделя по коэффициенту сверления. Для этого по нормативам в зависимости от диаметра сверления и материала выбираем скорость резания $V_2 = 12 \text{ м/мин}$.

Число оборотов сверла определяем по формуле (2.17):

$$n_2 = \frac{1000 \times 12}{3,14 \times 16} = 238 \text{ об/мин} \quad (2.17)$$

Коэффициент сверления K определяется по формуле (2.18):

$$K = \frac{n_2}{n_1} = \frac{238}{101} = 2,36 \quad (2.18)$$

По паспорту станка $K = 2$ значит обороты сверла, будут:

$$n = 2 \times 202 = 404 \text{ об/мин}$$

Скорость резания:

Подставив все необходимые значения в формулу (2.12) получаем:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 16 \times 202}{1000} = 10,1 \text{ м/мин}$$

Сила резания определяется по формуле (2.25):

$$P_z = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p, \text{ Н} \quad (2.19)$$

где $C_p = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$; $K_p = 0,75$

$$P_z = 10 \times 68 \times 16^1 \times 0,2^{0,7} \times 0,75 = 2858 \text{ Н}$$

Мощность резания:

Подставив все необходимые значения в формулу (2.12), получаем:

$$N = \frac{P \times V}{60 \times 102} = \frac{244,8 \times 10,14}{60 \times 102} = 4,05 \text{ кВт}$$

Время обработки:

Подставив все необходимые значения в формулы получаем:

$$T_M = \frac{L}{n \times S}, \text{ мин}$$

$$L = l_{дет} \times l_{вр} \times l_{пер} = 54 + 16 + 70 \text{ мм}$$

$$T_M = \frac{70}{202 \times 0,2} = 1,73 \text{ мин}$$

Общее время обработки на данной операции:

$$T = 0,82 + 1,73 = 2,55 \text{ мин}$$

Позиция 5

На этой позиции производится одновременно обработка поверхности

диаметром $56,5_{-0,74}$ и снятие технологической фаски $2 \times 45^\circ$ с продольного суппорта, растачивание канавки 7 мм с поперечного суппорта.

Режимы резания для обработки канавки 7 мм – лимитированной операции.

На рисунке 2.6 показана схема выполнения операций по обработке поверхностей на данной позиции.

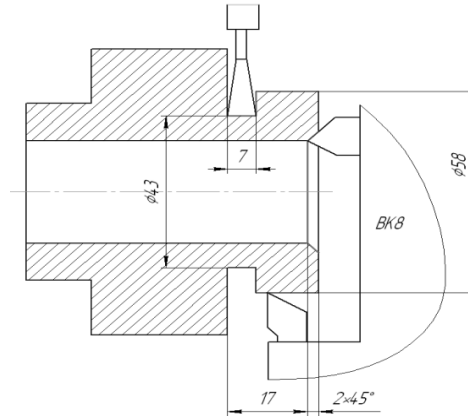


Рисунок 2.6 – Обработка диаметральной поверхности, снятие фаски и растачивание канавки

Глубина резания $t = 7,5$ мм; резец ВК8; стойкость $T = 120$ мин.

$$V = \frac{C_v \times K_1 \times K_2 \times K_v}{T^M \times t^{xv} \times S^{yv}}, \text{ м/мин}$$

$C_v = 292$; $X_v = 0,3$; $y_v = 0,15$; $m = 0,18$; $k_v = 0,85$; $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,9$.

Подачу выбираем по [1] $S = 0,2$ мм/об.

Поправочный коэффициент $k = 0,8$; ВК8.

$$S = 0,2 \times 0,8 = 0,16 \text{ мм/об}$$

По паспорту станка принимаем $S = 0,12$ мм/об

Подставив все необходимые значения в формулу (2.12) получаем:

$$V = \frac{292 \times 0,8 \times 0,9 \times 0,85}{120^{0,18} \times 7,5^{0,3} \times 0,12^{0,15}} = 18,03 \text{ м/мин}$$

Число оборотов

Подставив все необходимые значения в формулу (2.12) получаем:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 18,03}{3,14 \times 56,5} = 102 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка выбираем:

$$n = 101 \text{ об/мин.}$$

Скорость резания

Подставив все необходимые значения в формулу (2.12) получаем:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 56,5 \times 101}{1000} = 17,44 \text{ м/мин}$$

Сила резания

Подставив все необходимые значения в формулу (2.15) получаем:

$$P_z = C_{pz} \times t^{x_{pz}} \times S^{y_{pz}} \times V^{n_{pz}} \times K_{pz} \times K_{uy} \times K_3, \text{ Н}$$

где $C_p = 408$; $K_{pz} = 0,85$; $X_p = 0,72$; $K_{uz} = 0,8$; $y_p = 0,8$; $K_3 = 0,9$; $n_{pz} = 0$

$$P_z = 408 \times 7,5^{0,72} \times 0,12^{0,8} \times 17,44 \times 0,85 \times 0,8 \times 0,9 = 191,5 \text{ Н}$$

Мощность резания

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$N = \frac{P_z \times V}{60 \times 102} = \frac{191,5 \times 17,44}{60 \times 102} = 0,54 \text{ кВт}$$

Время обработки

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$T_M = \frac{L}{n \times S}, \text{ мин} \quad T_M = \frac{10}{101 \times 0,12} = 0,82 \text{ мин}$$

Обработка наружного диаметра 56,5:

$$L_o = 10 \text{ мм}; t = 1,5 \text{ мм}; S = 0,3 \text{ мм.}$$

Обороты шпинделя:

$$n = 101 \text{ об/мин}; V = 17,44 \text{ об/мин.}$$

Обороты шпинделя выбираем по лимитирующим операциям.

Сила резания:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$P_z = C_{pz} \times t^{x_{pz}} \times S^{y_{pz}} \times V^{n_{pz}} \times K_{pz} \times K_{uy} \times K_3, \text{ Н}$$

где $C_p = 300$; $K_{pz} = 0,85$; $X_p = 1$; $K_{uz} = 0,8$; $y_p = 0,75$; $K_3 = 0,9$; $n_{pz} = -0,15$

$$P_z = 300 \times 1,5 \times 0,3^{0,75} \times 17,44^{-0,15} \times 0,85 \times 0,8 \times 0,9 = 75 \text{ Н}$$

Мощность резания:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$N = \frac{P_2 \times V}{60 \times 102} = \frac{75 \times 17,44}{60 \times 102} = 0,21 \text{ кВт}$$

Время обработки:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$T_M = \frac{L}{n \times S} = \frac{15}{101 \times 0,3} = 0,5 \text{ мин}$$

Время обработки фаски:

$$T_M = \frac{L}{n \times S} = \frac{5}{101 \times 0,3} = 0,16 \text{ мин}$$

Время перекрывается. Лимитирующая операция растачивание канавки $T_M = 0,82$.

Второй установ – переустановка.

Деталь обрабатывается с другой стороны.

Позиция 6 – загрузочная

Деталь переставляется, базирование выполняется по уже обработанной поверхности диаметром 56,5 (48,5).

Позиция 2

На этой позиции выполняется рассверливание отверстия с диаметра 16 до диаметра 25 с продольного суппорта и подрезка торцов с поперечного суппорта. На рисунке 2.7 показана схема выполнения операций по обработке поверхностей на данной позиции.

Для подрезания торцов глубина резания $t = 1,5$ мм. Режимы резания выбираем аналогично установленным на позиции 3.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \times K_1 \times K_2 \times K_v}{T^M \times t^{xv} \times S^{yv}}, \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов и показателей значений выбираем по [1].
 $C_v = 282$; $X_v = 0,3$; $y_v = 0,15$; $m = 0,18$; $k_v = 0,85$; $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,9$.

Подачу выбираем по [1], $S = 0,3 \text{ мм/об}$, так как обороты всех шпинделей одинаковы $n = 101 \text{ об/мин}$.

Поправочный коэффициент $k = 0,45$, выбираем по [1].

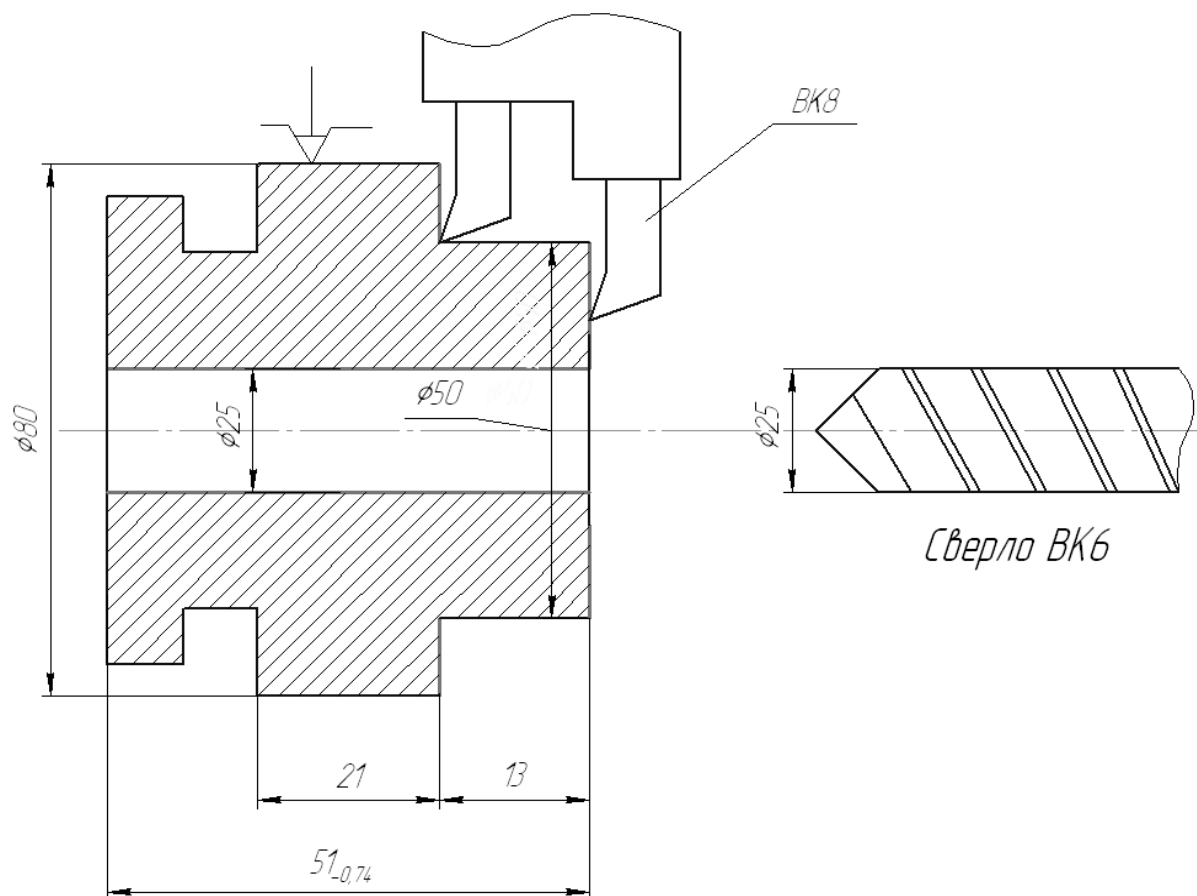


Рисунок 2.7 – Обработки торцов и рассверливания технологического отверстия

По паспорту станка принимаем $S = 0,3 \text{ мм/об}$.

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$V = \frac{292 \times 0,8 \times 0,9 \times 0,85}{120^{0,15} \times 1,5^{0,3} \times 0,3^{0,15}} = 28 \text{ м/мин}$$

Скорости резания для диаметров будут равны:

Скорость резания для Ø80:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 80 \times 101}{1000} = 25,37 \text{ м/мин}$$

Скорость резания для Ø50:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 50 \times 101}{1000} = 15,85 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 84,3 \text{ Н}$

Мощность резания: $N = 0,35 \text{ кВт}$

Время обработки резца 1:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$T_m = \frac{L}{n \times S} = \frac{20}{101 \times 0,3} = 0,66 \text{ мин}$$

Рассверливание отверстия Ø25 с продольного суппорта $t = 4,5 \text{ мин}$. Расчет ведется аналогично позиции 3.

Подача $S = 0,2 \text{ мм/об}$; число оборотов сверла $n_2 = 202 \text{ об}$.

Скорость резания:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 25 \times 202}{1000} = 15,85 \text{ м/мин}$$

Сила резания:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$P_z = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p, \text{ Н}$$

Где $C_p = 67$; $K_{pz} = 0,75$; $X_p = 1,2$; $y_p = 0,65$, выбираем по [1].

$$P_z = 10 \times 67 \times 4,5^{1,2} \times 0,2^{0,65} \times 0,75 = 105,5 \text{ кг}$$

Мощность резания:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$N = \frac{P_z \times V}{60 \times 102} = \frac{105,5 \times 15,85}{60 \times 102} = 0,27 \text{ кВт}$$

Время обработки:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$T_m = \frac{L}{n \times S}, \text{ мин}$$

$$T_m = \frac{76}{102 \times 0,2} = 1,88 \text{ мин}$$

Время обработки на 2 позиции:

$$T_{об} = 1,88 + 0,66 = 2,54 \text{ мин}$$

Позиция 4

На этой позиции проводится одновременно обработка поверхности заготовки $\varnothing 77$ и $\varnothing 47$, с поперечного суппорта и зенкерование отверстия $\varnothing 26H9$ с продольного суппорта последовательно.

Обтачивание поверхности, глубина резания $t = 1,5 \text{ мм}$

Режимы резания: $n = 101 \text{ об/мин}$; $S = 0,3 \text{ мм/об}$.

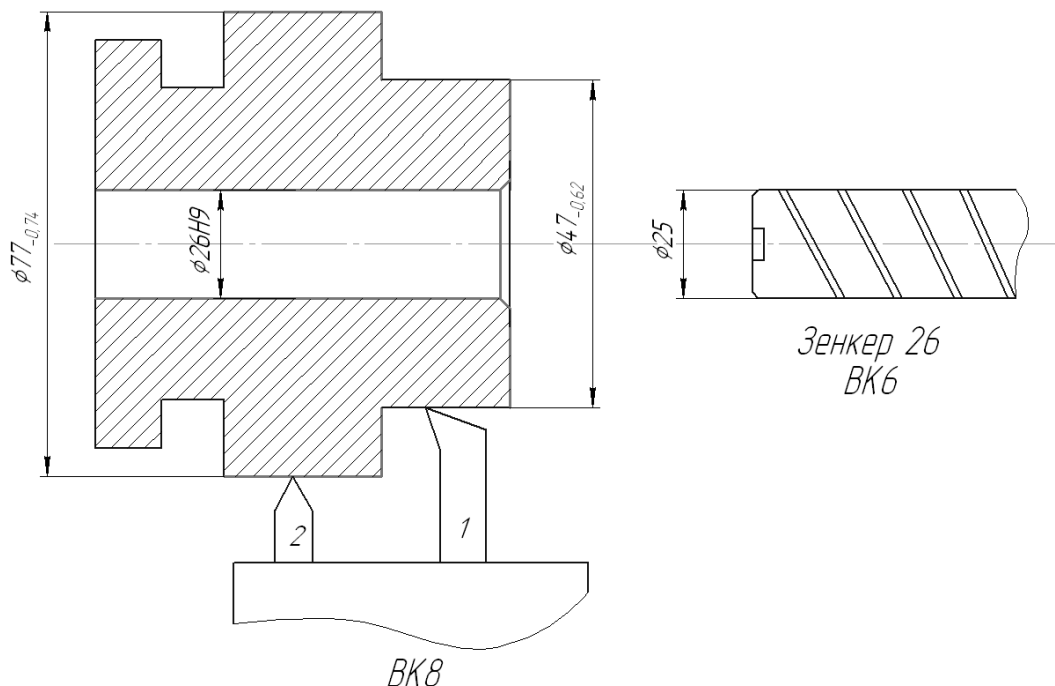


Рисунок 2.8 – Обработка поверхностей и зенкерование отверстия, выполняемые на позиции 4

Скорость резания:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$\text{Резец 1: } V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 47 \times 101}{1000} = 14,9 \text{ м/мин}$$

$$\text{Резец 2: } V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 77 \times 101}{1000} = 24,4 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 84,3 \text{ Н}$.

Мощность резания:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$N = \frac{P_z \times V}{60 \times 102} = \frac{84,3 \times 24,4}{60 \times 102} = 0,3 \text{ кВт}$$

Время обработки:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$T_M = \frac{L}{n \times S}, \text{ мин}$$

$$T_M = \frac{30}{101 \times 0,3} = 1 \text{ мин}$$

Время работы 2-го резца перекрывается.

Зенкерования отверстия диаметром 26Н9

Подачу при зенкеровании определяем по формуле (2.20):

$$S = C_s \times D^{0,6}, \text{ мм/об} \quad (2.20)$$

где $C_s = 0,085$ (С. 397 «Справочник металлиста т.4»); $D = 26 \text{ мм}$ - диаметр зенкера.

$$S = 0,085 \times 26^{0,6} = 0,085 \times 7 = 0,6$$

Поправочный коэффициент на подачу $k = 1$.

Глубину резания определяем по формуле (2.21):

$$t = \frac{D \times d}{2} = \frac{26 \times 25}{2} = 0,5 \text{ мм} \quad (2.21)$$

Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^M \times t^x \times S^y} \text{ м/мин} \quad (2.22)$$

где $C_v = 16,3$; $q = 0,3$; $X = 0,2$; $y = 0,5$; $m = 0,3$.

$$V = \frac{16,3 \times 26^{0,3} \times 0,85}{120^{0,3} \times 0,5^{0,2} \times 0,3^{0,5}} = 12,9 \text{ м/мин}$$

Число оборотов зенкера:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$n_2 = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 12,9}{3,14 \times 26} = 158 \text{ об/мин}$$

Коэффициент зенкерования:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$k = \frac{n_2}{n_1} = \frac{158}{101} = 1,56$$

По паспорту станка $k = 1,5$.

Тогда число оборотов зенкера:

$$n_2 = 1,5 \times 101 = 151,5 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка $n_2 = 151 \text{ об/мин}$

Скорость зенкерования:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 26 \times 151}{1000} = 12,36 \text{ м/мин}$$

Время обработки:

Подставив все необходимые значения в формулу получаем:

$$T_M = \frac{L}{n \times S}, \text{ мин}$$

$$T_M = \frac{76}{151,5 \times 0,6} = 0,83 \text{ мин}$$

Таким образом, время цикла равно времени лимитирующей операции плюс время на холостом ходу.

Лимитирующая операция на позиции 3

Время цикла определим по формуле:

$$T_{\text{цикл}} = T_{\text{лим}} + t_{\text{хх}}, \text{ мин}$$

где $t_{\text{хх}} = 4,15 \text{ сек}$ - по паспорту станка.

$$T_{\text{цик}} = 2,55 + 0,07 = 2,62 \text{ мин}$$

Полученные результаты расчетов заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Сводная таблица режимов резания

№	Операция 020 Токарная черновая												
	Содержание переходов	D	B	L	t	i	S	n	T _o	M _{кр}	T	M	P
1	I Установка												
2	1 позиция												
3	Загрузочная												
4													
5	3 позиция												
6	Поперечный суппорт												
7	Точить торцы	Ø80		15	1,5		0,3	101	25,37	0,49			84,3
8		Ø58		25	1,5		0,3	101	18,39	0,82	2,55		
9	Продольный суппорт												
10	Сверление отверстия Ø16	Ø16		70	8 0,2		0,2	202	10,14	1,73			244,8
11													
12	5 позиция												
13	Поперечный суппорт												
14	Проточка канавки 7мм	Ø56,5		10	7,5		0,12	101	17,44	0,82	0,82		191,5

Продолжение таблицы 2.4

15	Продольный суппорт												
16	Точить поверхность Ø56,5	Ø56,5		15	1,5		0,3	101	17,44	0,5	0,82		75
17	II Установка												
18	6 позиция - перестановка												
19	2 позиция												
20	Продольный суппорт												
21	Рассверливание Ø25	Ø25		76	4,5		0,2	202	15,85	1,88			105
22	Поперечный суппорт	Ø50		17	1,5		0,3	101	15,85	0,56	2,54		
23	Точить торцы	Ø80		20	1,5		0,3	101	25,37	0,66			84,3
24													
25	4 позиция												
26	Продольный суппорт												
27	Зенкеровать Ø26Н9	Ø26		76	0,5		0,6	151,5	12,36	0,83			100
28	Поперечный суппорт												
29	Точить поверхность Ø47 _{-0,62}	Ø47		18	1,5		0,3	101	14,9	0,6	1		84,3

Продолжение таблицы 2.4

30	Точить поверхность Ø77 _{-0,74}	Ø77		30	1,5		0,3	101	24,4	1			
											Т _{цикла} 2,55 + 0,07 = 2,62 мин		
Операция 030 Токарная чистовая													
31	I Установка												
32	Позиция 7-загрузка												
33													
34	позиция 1												
35	Точить торец 77	Ø77		15	0,5		0,25	140	33,84	0,43	0,714		
36	Точить торец 56,5	Ø56,5		25	0,5		0,25	140	24,83	0,714	0,714		
37													
38	позиция 3												
39	Точить поверхность Ø76,23	Ø76,23		25	0,4		0,25	140	33,6	0,71	0,71		
40	Точить поверхность Ø54,23	Ø54,23		22	0,4		0,25	140	23,82	0,62	0,71		
41	Продольный суппорт												

Продолжение таблицы 2.4

42	Расточить канавку Ø39 h = 3	Ø39		8	6,5		0,12	140	17,14	0,48			
43													
44	позиция 5												
45	Точить поверхность Ø76 _{-0,03}	Ø76		25	0,115		0,25	140	33,6	0,71	0,71		
46	Точить поверхность Ø54 _{-0,025}	Ø54		22	0,115		0,25	140	23,82	0,61	0,71		
47	Продольный суппорт												
48	Расточить фаски												
49													
50	II Установка												
51	Позиция 8 загрузки												
52													
53	позиция 2												
54	Продольный суппорт												
55	Расточить канавку Ø43 h = 7	Ø43		12	8,5		0,12	140	18,9	0,85			

56	Поперечный суппорт												
57	Точить торец Ø76	Ø76		15	0,5		0,25	140	33,4	0,42	0,57		
58	Точить торец Ø47	Ø47		20	0,5		0,25	140	20,66	0,51	0,57		
59													
60	позиция 4												
61	Продольный суппорт												
62	Расточить отверстие Ø27	Ø27		25	0,5		0,12	140	11,8	1,48			
63	Снять фаски												
64	Поперечный суппорт										1,48		
65	Точить поверхность Ø45,5	Ø45,5		15	0,75		0,25	140	19,8	0,42			
66	Снять фаски												
67													
68	позиция 6												
69	Продольный суппорт												
70	Расточить отверстие Ø27,6	Ø27,6		25	0,3		0,12	140	11,8	1,48			
											1,48		
71	Точить поверхность Ø45	Ø45		15	0,25		0,25	140	19,78	0,42			
72											Т _{цикла} 1,48 + 0,07 = 1,55 мин		

2.6 Техническое нормирование операций

Учитывая, что проектируемый технологический процесс предназначен для реализации на автоматической линии, к вопросам нормирования должны быть предъявлены жесткие требования.

Для расчета будем использовать следующие формулы:

Норма операционного времени определим по формуле (2.23):

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_v, \text{ мин} \quad (2.23)$$

где T_o - основное (машинное) время, определим по формуле (2.24); T_v - вспомогательное время.

$$T_o = \frac{L_i}{S_{\text{min}}} = \frac{L_i}{S_n}, \text{ мин} \quad (2.24)$$

где L - длина рабочего хода, рассчитывается по формуле (2.11);

i - количество проходов; S - подача, мм/об.

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм}$$

где l - длина обрабатываемой поверхности; l_1 - величина врезания;

l_2 - величина хода.

Норма штучного времени определяется по формуле (2.25):

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + \frac{v_{\text{тех}}}{100} T_o + \frac{a_{\text{орг}}}{100} (T_o + T_v) + \frac{a_{\text{отд}}}{100} (T_o + T_v), \text{ мин} \quad (2.25)$$

где $a_{\text{орг}}$ - процент времени на организацию обслуживания; $v_{\text{тех}}$ - процент времени на техническое обслуживание; $a_{\text{отд}}$ - процент времени на отдых.

Так как в проектируемой автоматической линии применяется оборудование параллельного действия и оборудование последовательного действия, то операционное время будет определяться следующим образом:

- для оборудования последовательного действия определим по формуле (2.26):

$$T_{\text{оп}}^{\text{п}} = \sum_{i=1}^n T_{i\text{ю}} + T_{i\text{в}}, \text{ мин} \quad (2.26)$$

где n - число позиций.

- для оборудования параллельного действия определим по формуле (2.27):

$$T_{\text{оп}}^{\text{пр}} = T_{i_{\text{max}}} + T_{\text{всп}}, \quad (2.27)$$

где $T_{i_{\text{max}}}$ - максимальное время обработки.

Покажем в качестве примера нормирования операций:

020 - Токарная

Обработка многопозиционная, время обработки по позициям:

1 - установка детали, $T_{\text{в}} = 1,5$ мин;

2 - основное время, $T_{\text{в}} = 2,54$ мин;

3 - $T_{\text{о}} = 2,55$ мин;

4 - $T_{\text{о}} = 1,0$ мин;

5 - $T_{\text{о}} = 0,82$ мин;

6 – загрузка $T_{\text{в}} = 1,5$ мин;

Общее время цикла с учетом времени переиндексации позиций

$$T_{\text{м}} = 2,62 \text{ мин}$$

040 - Зубофрезерная

$T_{\text{о}} = 20,55$ мин; $T_{\text{в}} = 1,2$ мин; $a_{\text{орг}} - 5\%$; $b_{\text{тех}} - 3\%$; $a_{\text{отд}} - 7\%$;

$$T_{\text{м}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + \frac{b_{\text{тех}}}{100} T_{\text{о}} + \frac{a_{\text{орг}}}{100} (T_{\text{о}} + T_{\text{в}}) + \frac{a_{\text{отд}}}{100} (T_{\text{о}} + T_{\text{в}})$$

$$T_{\text{м}} = 20,55 + 1,2 + 0,03 \times 20,55 + 0,05 \times 21,75 + 0,07 \times 21,75 = 24,97 \text{ мин} \Rightarrow 25$$

мин

050 - Зубодолбежная

$T_{\text{о}} = 1,28$ мин; $T_{\text{в}} = 1,2$ мин;

$a_{\text{орг}} - 5\%$;

$b_{\text{тех}} - 3\%$;

$a_{\text{отд}} - 7\%$;

$$T_{\text{м}} = 1,28 + 1,2 + 0,03 \times 1,28 + 0,05 \times 2,48 + 0,07 \times 2,48 = 2,81 \text{ мин} \Rightarrow 2,8 \text{ мин}$$

3 Проектирование приспособления

Приспособление зубофрезерное предназначено для нарезания большого зубчатого венца на блок-шестерни (деталь $m = 2$ мм, $z = 36$ зубьев) червячной фрезой. Операция выполняется на зубофрезерном станке модели 5Б32.

Базирование заготовки в приспособлении осуществляется по предварительно обработанному шпоночному отверстию $\varnothing 28$ H7. Приспособление вертикальное, закрепляется на рабочем столе станка с помощью 4 болтов M16, имеет пневматический привод зажима заготовки. Для этой цели используется баллон одностороннего действия с пружинным возвратом, оснащена вращающимся нипелем.

Фиксация заготовки осуществляется толкателем пневмокамеры с помощью быстросменной подкладной шайбы.

Силовой расчет зубофрезерного приспособления.

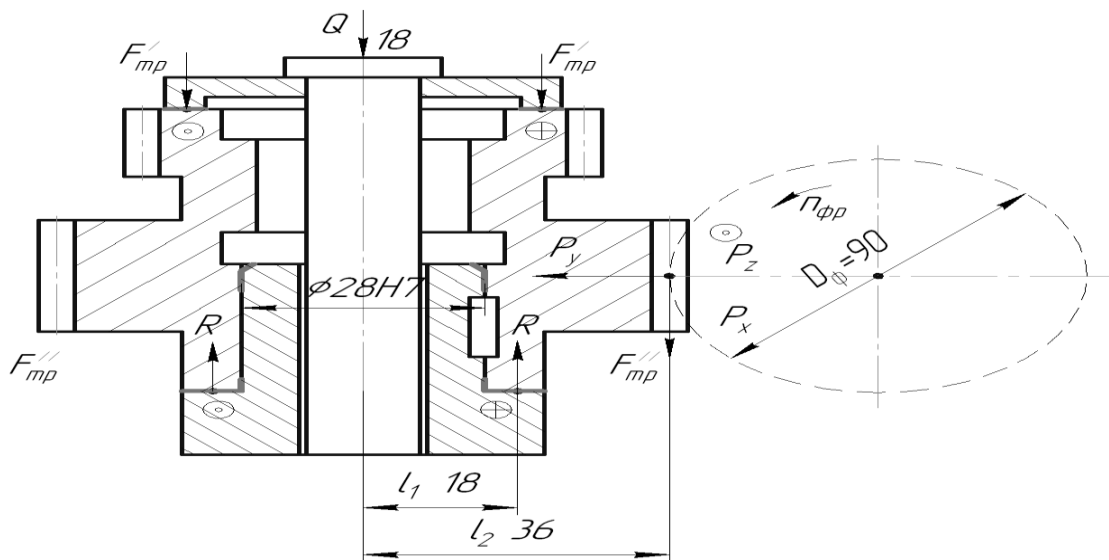


Рисунок 3.1 – Расчетная схема силового расчета

Согласно расчетам режимов резания:

$N_3 = 0,58$ кВт – эффективная мощность резания при частоте вращения $n = 207$ об/мин.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 71620 \times \frac{N}{n} \times 1,36$$

$$M_{кр} = 71620 \times \frac{0,58}{207} \times 1,36 = 271,6 \text{ кг/см} = 2716 \text{ Н.}$$

Определяем нужную силу зажатия Q через составляющие силы резания P_x, P_y, P_z , стремящиеся повернуть и сдвинуть деталь.

Проворот от силы P_z :

$$M_{тр} > M_{pz}$$

$$M_{тр} = Q \times f \times r_1 + Q \times f \times r_2$$

$$M_{pz} = P_z \times \frac{D}{2} \times k,$$

где D - делительный диаметр шестерни

$$D_{ш} = 72$$

$$P_z = \frac{M_{кр}}{90},$$

где $D_{фр} = 90$ мм - диаметр фрезы;

$M_{кр}$ - крутящий момент на фрезе.

$$P_z = \frac{2716}{90} = 302 \text{ Н.}$$

Таким образом сила Q будет определена по формуле:

$$Q = \frac{k \times P_z \times D}{2 \times (r_1 \times f + r_2 \times f)},$$

где $k = 3,24$ - коэффициент запаса

$$Q = \frac{3,24 \times 302 \times 72}{2 \times (8 \times 0,18 + 18 \times 0,18)} = 5435,96 \text{ Н.}$$

$$Q = 5436 \text{ Н.}$$

Опрокидывание от силы P_x .

Чтобы опрокидывания не произошло и зазоры не раскрылись, необходимо обеспечить усилия зажатия:

$$Q = \frac{2 \times k \times P_x \times l_2}{L_1}$$

$$P_x = 0,4 \times P_z = 0,4 \times 302 = 120,8 \text{ Н.}$$

$$Q = \frac{2 \times 3,24 \times 0,4 \times 302 \times 36}{18} = 1565 \text{ Н.}$$

Смещение от действия P_y :

$$P_y = 0,2 \times P_z = 0,2 \times 302 = 60,4 \text{ Н.}$$

$$Q''' = \frac{k \times P_y}{2 \times f}$$

$$Q''' = \frac{3,24 \times 60,4}{2 \times 0,1} = 978 \text{ Н.,}$$

где $f = 0,1$ - коэффициент трения.

Таким образом, расчетной силу принимаем:

$$Q' = 5435 \text{ Н.}$$

Усилие прижатия:

$$Q = 0,9 \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \rho - Q_1,$$

где $Q_1 = 88 \text{ кг} = 880 \text{ Н}$ - усилие пружины;

D - приведенный диаметр

$$D = D - 2 \times t$$

t - толщина диафрагмы;

ρ - диаметр камеры

Рабочее давление в пневмокамере $\rho = 4 \text{ кг/см}^2$

$$Q = 0,9 \times \frac{3,14 \times D^2}{4} \times 4 - 88$$

$$Q = 5435 \text{ Н} = 543,5 \text{ кг.}$$

$$D = \sqrt{\frac{543,5 - 8,8}{0,9 \times 3,14}} = 12,68.$$

$$D = 127 \text{ мм.}$$

Принимаем конструктивно диаметр диафрагмы $D = 200 \text{ мм.}$

При этом допустимый ход штока:

$$L = 0,1...0,2D = 10...20 \text{ мм.}$$

Прочностные расчеты.

Рассчитываем болты приспособления для его закрепления на зубофрезерном станке.

Минимальный диаметр назначается по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times k \times Q}{z \times \pi \times \sigma_p}},$$

где d - диаметр болта;

$k = 2,5$ - коэффициент запаса;

$Q = 543,5 \text{ кг;}$

$\sigma_p = 1000 \text{ кг/см}^2$;

$z = 4$ - число болтов.

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 2,5 \times 543,5}{4 \times 3,14 \times 1000}} = 0,66 \text{ см.}$$

По конструктивным соображениям принимаем $d = M16$.

Расчет на прочность наиболее слабого звена.

Осуществим расчет резьбы штока мембранного привода, как наиболее слабого звена.

Резьба M16, $d_{\min} = 14,701$

$$\sigma_p = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2}$$

$$\sigma_p = \frac{4 \times 543,5}{3,14 \times 14,7^2} = 320 \text{ кг/см}^2.$$

$$\sigma_p = 1000 \text{ кг/см}^2.$$

Расчет на прочность.

Для выполнения данной технологической операции необходимо обеспечить условие:

$$\sum E_{\text{сум}} \leq \delta,$$

где $\sum E_{\text{сум}}$ - суммарная погрешность приспособления;

δ - допуск на выполненный размер – радиальное биение венца.

Суммарная погрешность определяется следующим образом:

$$\sum E_{\text{сум}} = \sqrt{E_6^2 + E_3^2 + E_{\text{пр}}^2 + E_y^2 + E_{\text{п}}^2 + E_{\text{ч}}^2 + \Delta y^2 + 3\Delta \text{и}^2 + \Delta A^2 + E\Delta y^2},$$

где $E_3 = 0$ - погрешность закрепления;

$E_{\text{пр}}$ - погрешность приспособления;

$$E_{\text{пр}} = \delta - k_1 \times E_6 + k_2 \times E_3 \times w$$

$k_1 = 0,8$ - коэффициент, учитывающий что базовые поверхности не всегда принимают предельные значения размеров;

$k_2 = 0,6$ - поправочный коэффициент;

w - экономическая погрешность обработки.

$$E_{\text{пр}} = 0,3 - 0,8 \times 0,083 + 0,6 \times 0,22 \times 0 = 0,23$$

$E_{\text{уст}} = 0,037$ мм - погрешность установки приспособления на станке;

$E_{\text{п}} = 0$ - погрешность установки режущего и вспомогательного инструмента на станке;

$E_{\text{и}} = 0$ - погрешность перекоса;

$\Delta y = 0$ - погрешность обработки вследствие упругой деформации;

$\Delta \text{и} = 0,01$ - погрешность на износ инструмента;

$\Delta A = 0,011$ - погрешность наладки;

$E\Delta y = 0,032$ - погрешность от неточности станка.

E_6 - погрешность базирования;

$$E_{\delta} = 2\Delta_1 + d + d_2 + \Delta_2$$

$\Delta_1 = 0,01$ мм – радиальный зазор;

$\Delta_2 = 0,022$ мм – боковой зазор;

$d_1 = 0,021$ - допуск на базовое отверстие;

$d_2 = 0,02$ - допуск на оправку.

Таким образом: $E_{\delta} = 2 \times 0,01 + 0,021 + 0,02 + 0,022 = 0,083$ мм.

$$\sum E_{\text{сум}} = \sqrt{0,083^2 + 0^2 + 0,23^2 + 0,037^2 + 3 \times 0,01^2 + 0,011^2 + 0,032^2} = 0,25$$

мм.

По условиям выполнения размера на операции предварительной обработки (для отделочных работ) допуск на радиальное биение $\delta = 0,25$.

Таким образом, условие $\sum E_{\text{сум}} \leq \delta$ выполняется.

$$0,25 = 0,25$$

Данное приспособление можно использовать для операции зубофрезерование.

4 Безопасность и экологичность работы

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
Точение	Токарная операция	Оператор станка с числовым программным управлением	Токарный многошпиндельный станок К-104	Металл от обрабатываемой заготовки, смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
Токарная операция	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы, опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека, повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристиками шума	Токарный многошпиндельный станок К-104

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы, опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека, повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристиками шума	Замена, модернизация, либо наладка оборудования. Соблюдение техники безопасности выполнения работ.	Перчатки «Ангара», краги пятипалые с подкладкой, очки «Люцерна» прозрачные, беруши «Макс-30» со шнурком

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
Участок механической обработки	Токарный многошпиндельный станок К-104	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части

				технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
--	--	--	--	---

Таблица 4.5 - Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматизации для пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	Средства индивидуальной защиты для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Внутренние пожарные краны, огнетушители, ящики с песком	Пожарные лестницы, пожарные автомобили,	Системы для пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава и разветвления	Карабины пожарные, веревки пожарные, противогазы	Комплект диэлектрический, лопаты, багры, ломы, топоры	Известители о пожарах и задымлениях

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Точение	Применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров, проведение инструктажа по пожарной опасности, контроль за правильной эксплуатацией оборудования	Соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах, проведение противопожарных инструктажей, применение средств пожаротушения

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Точение	Токарный многошпиндельный станок К-104	Пыль от металла	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть бытовых и промышленных отходов хранится в металлических контейнерах согласно нормам, затем вывозится согласно регламентированной процедуре

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Точение, фрезерование, шлифование
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «мокрых» и «сухих» механических пылеуловителей
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование бессолевой обработки
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства

4.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В данном разделе рассмотрен технологический процесс изготовления блок-шестерни коробки скоростей токарного станка Prota SPI. Выявлены опасные и вредные факторы. Решены вопросы и разработаны мероприятия по противопожарной подготовке и охране окружающей среды и экологии.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта. Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 050 – Зубофрезерная	
<u>Оборудование</u> – зубофрезерный станок, модель 5Б32. <u>Оснастка</u> – приспособление зубофрезерное. <u>Инструмент</u> – фреза. $T_{шт} = 34,96$ мин. $T_O = 20,55$ мин.	<u>Оборудование</u> – зубофрезерный станок, модель 5Б32. <u>Оснастка</u> – приспособление зубофрезерное модернизированное. <u>Инструмент</u> – фреза. $T_{шт} = 24,97$ мин. $T_O = 20,55$ мин.

Описанные в таблице 5.1. условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин: материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом технологического процесса не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут; нормативные и тарифные значения, используемые

для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.; часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [23], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 5.1. Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по затратам, входящим в технологическую себестоимость, что дает право сделать предварительное заключение об эффективности предложений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов. Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 28685,4 руб., в состав которой входит весь перечень затрат, необходимый для осуществления совершенствования технологического процесса. Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [23], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2. При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости,

величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта.

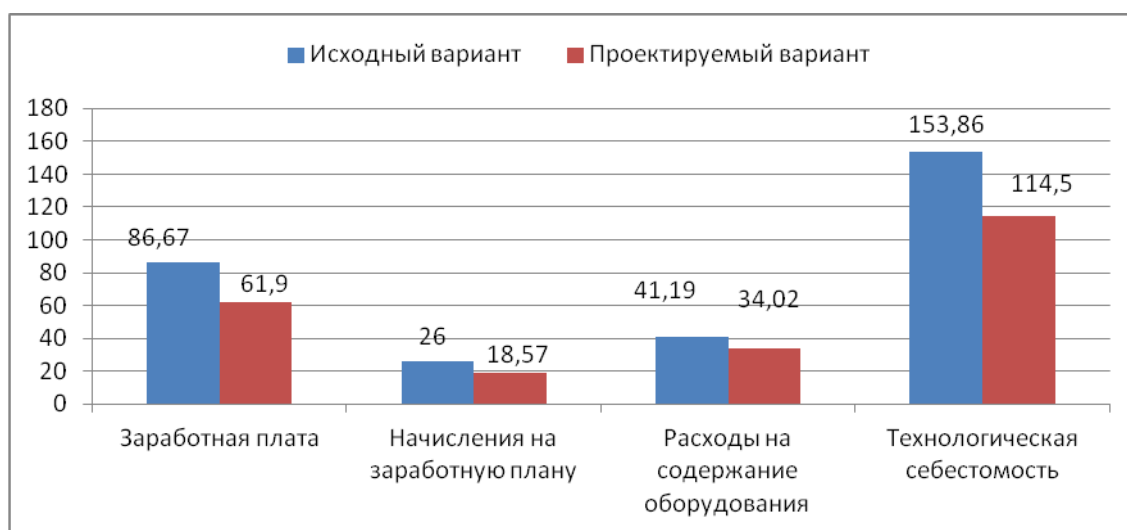


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}, \text{руб.}$	10391,2
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}, \text{лет}$	4
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск.}}, \text{руб.}$	32929,71
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = ЧДД, \text{руб.}$	4244,31
5	Индекс доходности	$ИД, \text{руб.}$	1,15

Получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 4255,31 руб. Рассчитано значение срока окупаемости – 5 лет, который можно считать оптимальной величиной для машиностроительного предприятия. И наконец, индекс доходности, который составляет 1,15 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения бакалаврской работы решена ее цель – разработан технологический процесса изготовления блок-шестерни коробки скоростей токарного станка Prota SPI.

Также в работе проанализированы исходные данные, выбрана стратегия разработки техпроцесса, разработаны технологический маршрут и схемы базирования, определены методы обработки каждой поверхности, рассчитаны припуски на обработку, спроектирована заготовка. Выбраны средства технологического оснащения. Определены режимы резания и нормы времени.

Спроектирована специальная оснастка – приспособление. Определены меры по экологичности и безопасности работы. Определена экономическая эффективность работы.

Были проведены следующие расчеты:

- расчет исходной заготовки;
- расчет технологичности детали;
- расчет режимов резания;
- расчет межоперационных размеров и припусков;
- расчет элементов приспособления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Аверченков В.И., Казаков Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 228 с.
2. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
3. Левашкин, Д.Г. Основы программирования станков с ЧПУ токарной группы: учебно-методическое пособие / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 108 с.
4. Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Аврамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.
5. Панкратов Ю. М. САПР режущих инструментов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с.
6. Троицкий, О.А. Физические основы и технология обработки современных материалов [Текст] / О.А. Троицкий, Ю.В. Баранов, Ю.С. Аврамов, А.Д. Шаляпин. В 2-х томах. Т. 1.- М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. - 590 с.
7. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств : учеб.для вузов / А. Р. Маслов. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.
8. Гордеев, А.В. Основы технического творчества [Текст]: учебное пособие / А.В. Гордеев- Тольятти: ТГУ, 2008. - 216 с.
9. Насад, Т.Г. Высокоскоростная лезвийная обработка труднообрабатываемых материалов с дополнительными потоками энергии в зоне резания [Электронный ресурс]:/ Т.Г. Насад, Дис. д-ра техн. наук: 05.03.01, Саратов: РГБ, -2006 – 404 с.

10. Насад, Т.Г. Оптимизация параметров процесса высокоскоростной обработки с тепловым воздействием [Текст]. Т.Г.Насад // Автоматизация и управление в машиностроении.- Саратов СГТУ, 2004-С.97-100.
11. Кирюшин, Д.Е. Обработка резанием титановых сплавов [Текст] / Д.Е. Кирюшин, Т.Г. Насад // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении.- Саратов СГТУ, 2005-С.105-108.
12. Насад, Т.Г. Оптимизация процесса высокоскоростной обработки коррозионных сталей [Текст]. Т.Г.Насад//Прогрессивные направления технологии машиностроения.- Саратов СГТУ, 2004 с. 143-147.
13. Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.
14. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве [Электронный ресурс] : учебник. Ч. 1 / В. И. Аверченков [и др.] ; Брянский государственный технический университет. - Брянск : БГТУ, 2012. - 216 с.
15. Хейфец, М.Л. Проектирование процессов комбинированной обработки [Текст]. / М.Л.Хейфец- М.: Машиностроение. 2005.- 272 с
16. Палей, М.А. Допуски и посадки: справочник [Текст] / М.А. Палей – М.: Машиностроение, 2001. – 576с.
17. Филонов, И.П. Проектирование технологических процессов в машиностроении [Текст] / И.П. Филонов – Минск, 2003. – 909с.
18. Combined physico-chemical treatment: synergetic aspects [Текст]/ A.I. Gordienko, M.L. Kheifetz, L.M. Kozhuro et al. - Minsk: Technoprint, 2004. 200 p.
19. Ермаков, Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием [Текст]/ Ю.М.Ермаков - М.: Машиностроение, 2003. - 272 с.
20. Малышев В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / В. И. Малышев. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 439 с.

21.Шишмарев, В. Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. для вузов / В. Ю. Шишмарев. - Гриф МО. - Москва : Академия, 2007. - 364 с.

22.Технология машиностроения. Энциклопедия. Технология изготовления деталей машин [Текст] / А.М. Дальский, А.Г. Суслов, Ю.Ф. Назаров и др. – Под общ. ред. А.Г. Суслова. 2000. 840 с.

23.Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей [Текст] / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

24.Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. [Текст]/ Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

25.Базров, Б.М. Модульная технология в машиностроении [Текст]. – М.: Машиностроение, 2001. - 368 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Справ. №						Документация					
	A1			17.БР.07.069.61	Сборочный чертеж						
						Детали					
	Б/4	1	17.БР.07.069.61.001	Верхняя плита	1						
	Б/4	2	16.07.ТМ.511.05.002	Диафрагма	1						
	Б/4	3	17.БР.07.069.61..003	Шток	1						
	Б/4	4	17.БР.07.069.61.004	Корпус	1						
	Б/4	5	17.БР.07.069.61.005	Нижняя плита	1						
	Б/4	6	17.БР.07.069.61..006	Промежуточный корпус	1						
	Б/4	7	17.БР.07.069.61.007	Винт	1						
	Б/4	8	17.БР.07.069.61.008	Шайба	1						
	Б/4	9	17.БР.07.069.61.009	Пружина	1						
	Б/4	10	17.БР.07.069.61.010	Втулка	1						
Взам. инв. №	Б/4	11			Болт М10х32 ГОСТ 15589-70	10					
	Б/4	12			Болт М12х50 ГОСТ15589-70	6					
	Б/4	13			Винт М10х50 ГОСТ 14 77-93	4					
	Б/4	14			Винт М12х115 ГОСТ 14 77-93	4					
	Б/4	15			Гайка М10х10 ГОСТ 11871-88	4					
Подп. и дата					17.БР.07.069.61						
	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата							
Инв. № подл.	Разраб.	Семичев Е.В.			Приспособление				Лист	Лист	Листов
	Пров.	Левашкин Д.Г.								1	2
	Нконтр.	Виткалов В.Г.			ТГУ, ТМдз-1232						
	Утв.	Логинов Н.Ю.									
					Копировал		Формат А4				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

										Гост 3.1118-82										Форма 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Идент.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

										Гост 3.1118-82										Форма 1														
Цифл.																																		
Взам.																																		
Полп.																																		
Разраб.	Семичев																																	
Проб.	Иванюкин																																	
										ТГУ																								
Н. контр.																																		
										Блок-шестерня кародки скоростей токарного станка Рота SPI																								
М 01	Сталь 20Х ГОСТ 4343-71																																	
М 02	Код	ГВ	ММ	ЕН	Н. расх	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры												КИ	МЗ													
		166	0,9	1			штамповка	54x80												1	162													
А	Цех	Уч.	РМ	Упер.	Код наименования операции												Идентификация документа																	
Б	Код наименования оборудования										СМ	Проф.	Р	УЧ	КР	КИМ	ЕН	ОП	Конт.	Ишт.														
А 03	050 4112 Зубофрезерная										ИОТ																							
Б 04	38 1115 5532										18	225	3	Н	1	1	1	1	1	1	14	22												
05																																		
06	055 4112 Зубоакругляющая										ИОТ																							
07	38 1115 5E580										18	225	3	Н	2	1	1	1	1	1	228	4,68												
08																																		
09	070 4112 Сверлильная										ИОТ																							
10	38 1115 2M112										18	225	3	Н	2	1	1	1	1	1	24,2	3,94												
11																																		
12	075 4112 Резьбонарезная										ИОТ																							
13	38 1115 2M112										18	225	4	Н	2	1	1	1	1	1	206	2,88												
14																																		
15	085 4112 Шлифовальная										ИОТ																							
16	38 1115 3A151										18	225	4	Н	2	1	1	1	1	1	206	2,88												
МК																																		

