

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств»
Специальность «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему:

Технологический процесс изготовления корпуса механизма сопряжения авиационного топливного заправщика

Студент(ка)	Потапов Н.А. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	Резников Л.А. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	Горина Л.Н. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	Зубкова Н.В. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	Виткалов В.Г. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н, доцент _____ А.В.Бобровский
(личная подпись)

« ____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский
«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень специалиста)
направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств
Специальность «Технология машиностроения»

Студент Потапов Николай Анатольевич, гр. ТМз-1001

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса механизма сопряжения авиационного топливного заправщика

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе *Материалы преддипломной практики, чертежи деталей и сборочных единиц*

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)

Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.

Введение, цель проекта

1) Анализ состояния вопроса и обоснование целесообразности разработки темы. Постановка цели и задач работы.

1.1 Анализ базового технологического процесса. Мероприятия, направленные на совершенствование технологического процесса

1.2 Служебное назначение детали.....

2) Технологическая часть.....

2.1 Определение типа производства и организационной формы технологического процесса.....

2.2 Обоснование метода выбора заготовки.....

2.3 Разработка технологического процесса изготовления детали.....

2.4 Обоснование выбора технологических баз.....

2.5 Расчет и назначение припусков на механическую обработку.....

2.6 Расчет режимов резания.....

2.7 Техническое нормирование.....

2.8 Выбор СОТС.....

2.9 Расчеты по участку.....

3) Конструкторская часть.....

3.1 Анализ применяемых средств технологического оснащения.....

3.2 Расчет конструкции специального станочного приспособления.....

3.3 Проектирование специального контрольно-измерительного средства.....

3.4 Проектирование специального режущего инструмента.....

3.5 Анализ уровня автоматизации технологического процесса. Выбор средств автоматизации.....

4) Стандартизация и контроль качества продукции.....

5) Научно-исследовательская часть.....

6) Безопасность и экологичность технического объекта.....

7) Экономическая эффективность проекта.....

Заключение. Литература. Приложения: технологическая документация, спецификации на сборочные единицы

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Потапов Николай Анатольевич.

Технологический процесс изготовления корпуса механизма сопряжения авиационного топливного заправщика

Дипломный проект. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В данном дипломном проекте произведен анализ состояния вопроса и обоснование целесообразности разработки темы. Проанализирован базовый технологический процесс и на его основе спроектирован новый технологический процесс, в котором произведена операция получения заготовки из проката на отливку, произведена замена универсального оборудования на более совершенное с ЧПУ. Также в технологической части дипломного проекта произведено обоснование нового метода получения заготовки, рассчитаны межоперационные припуски, произведен расчет режимов резания и техническое нормирование станочных операций. В конструкторской части дипломного проекта спроектированы и рассчитаны специальные станочные приспособления. Произведены расчеты на точность, прочность элемента приспособления, описаны принцип действия и определены технические требования специальное станочное приспособление. Также в конструкторской части дипломного проекта спроектированы и рассчитаны специальное средство контроля и специальный режущий инструмент. В экономической части дипломного проекта произведено экономическое обоснование выбранного технологического процесса. Предложены мероприятия по инженерному обеспечению экологичности и безопасности технического объекта.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
Анализ состояния вопроса и обоснование целесообразности разработки темы.....	
1.1 Анализ базового технологического процесса. Мероприятия, направленные на совершенствование технологического процесса.....	
1.2 Служебное назначение детали.....	
2 Технологическая часть.....	
2.1 Объем выпуска. Тип производства. Организационная форма технологического процесса.....	
2.2 Обоснование метода выбора заготовки.....	
2.3 Разработка технологического процесса изготовления детали.....	
2.4 Обоснование выбора технологических баз.....	
2.5 Расчет и назначение припусков на механическую обработку.....	
2.6 Расчет режимов резания.....	
2.7 Техническое нормирование.....	
2.8 Выбор СОТС.....	
2.9 Расчеты по участку.....	
3 Конструкторская часть.....	
3.1 Анализ применяемых средств технологического оснащения.....	
3.2 Расчет конструкции специального станочного приспособления.....	
3.3 Проектирование специального контрольно-измерительного средства.....	
3.4 Проектирование специального режущего инструмента.....	
3.5 Анализ уровня автоматизации технологического процесса. Выбор средств автоматизации.....	
4 Стандартизация и контроль качества продукции.....	
5 Научно-исследовательская часть.....	
6 Организационно-экономическая часть.....	

6.1 Технико-экономическое обоснование предлагаемого варианта технологического процесса изготовления детали “Корпус датчика авиационного”	
6.2 Оценка эффективности проекта.....	
7 Безопасность и экологичность технического объекта.....	
7.1 Требования к использованию промышленного оборудования.....	
Заключение.....	
Список литературы.....	
Приложения	

ВВЕДЕНИЕ

В данном дипломном проекте предлагается технологический процесс обработки детали “Корпус механизма сопряжения” в условиях крупносерийного производства. Основными направлениями на этом пути являются:

- 1) Совместная конструкторско-технологическая проработка конструкторской документации в целях повышения технологичности изделий с учетом их эксплуатационных свойств.
- 2) Выбор оптимального сочетания наиболее производительных, экономически выгодных и, вместе с тем, реальных в условиях данного производства методов обработки деталей и технологического оборудования для их изготовления.
- 3) Оптимальное решение о выборе заготовки экономически выгодной, с точки зрения изготовления и последующей обработки, с целью снижения ее металлоемкости и снижения вместе с этим времени ее механической обработки.
- 4) Применение высокопроизводительного оборудования и инструмента, что позволяет выбрать наиболее эффективные режимы обработки.

Для этого необходимо выбрать оптимальный метод получения заготовки, производительные и экономически выгодные методы механической обработки, подобрать высокопроизводительное оборудование и инструмент, что позволит использовать наиболее эффективные режимы обработки.

В дипломном проекте была сделана попытка решить все эти вопросы в условиях крупносерийного производства.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Прогрессивное развитие технологии машиностроения должно происходить путем механизации и автоматизации технологических процессов, обеспечивающих высокий рост производительности.

1.1 Анализ базового технологического процесса. Мероприятия, направленные на совершенствование технологического процесса

Для снижения трудоемкости изготовления детали "Корпус механизма сопряжения" и увеличения объема выпуска предлагается применить оборудование более производительное, использовать быстродействующие приспособления, применить производительный способ получения заготовки, а также разработать специальное контрольное средство, режущего инструмента и специального приспособления.

1.2 Служебное назначение детали

Деталь "Корпус механизма сопряжения", служит основой для образования герметичной подборки, которая входит в состав авиационного узла. Детали корпуса которого, имеют особо точные посадочные места.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Объем выпуска деталей

$$N = N_1 \times m \times \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (1)$$

где N_1 – годовой объем выпуска деталей, шт;

m – количество деталей данного наименования на изделие, $m=1$ шт;

α - процент запасных частей, $\alpha=1-2\%$;

β - процент технологических потерь, $\beta=0,5-1\%$.

$$N = 75000 \times 1 \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 77265 \text{ шт.}$$

Тип производства

Тип производства определяется по коэффициенту серийности

$$k_c = \frac{t_B}{T_{\text{н.д.ф.д.}}}, \quad (2)$$

где t_B – такт выпуска изделия, мин/шт;

$T_{\text{ср.шт.}}$ - среднее штучное время по операциям действующего на производстве или аналогичного технологического процесса, мин.

Такт выпуска изделия

$$t_B = \frac{F_g \times 60}{N}, \quad (3)$$

где F_g – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_g=4015$, час;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$t_B = \frac{4015 \times 60}{77265} = 3,12.$$

Средне-штучное время

$$T_{шт.ср} = \frac{\sum T_{шт}}{n}, \quad (4)$$

где $\sum T_{шт}$ - суммарное штучное время на изготовление детали, $\sum T_{шт}=10,37$ мин.

$$\dot{O}_{\phi \dot{O}.NB} = \frac{10,37}{5} = 2,07 \text{ мин.}$$

$$k_c = \frac{3,12}{2,07} = 1,51.$$

Согласно справочнику [1] K от 1 до 10, тип производства крупносерийный.

Определим какое количество деталей необходимо в партии для одновременного запуска в условиях крупносерийного производства

$$n = \frac{N \times a}{F}, \quad (5)$$

где a – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей, $a=5$ дней;

F – число рабочих дней в году, $F=250$ дней.

$$n = \frac{77265 \times 5}{250} = 1545 \text{ деталей.}$$

Определим расчетным методом число смен на обработку партии деталей на участке

$$C = \frac{T_{шт.ср} \times n}{480 \times 0,8}, \quad (6)$$

где $T_{шт.ср}$ – среднее штучное время на каждой операции, $T_{шт.ср} = 2,07$ мин.

$$C = \frac{2,07 \times 1545}{480 \times 0,8} = 6,63.$$

Принимаем две рабочих смены на обработку партии деталей.

Принятое число деталей в партии

$$n_{пр} = \frac{C_{пр} \times 480 \times 0,8}{T_{шт.ср}}, \quad (7)$$

где $C_{пр}$ – принятое число смен.

$$n_{пр} = \frac{2 \times 480 \times 0,8}{2,07} = 371 \text{ деталь.}$$

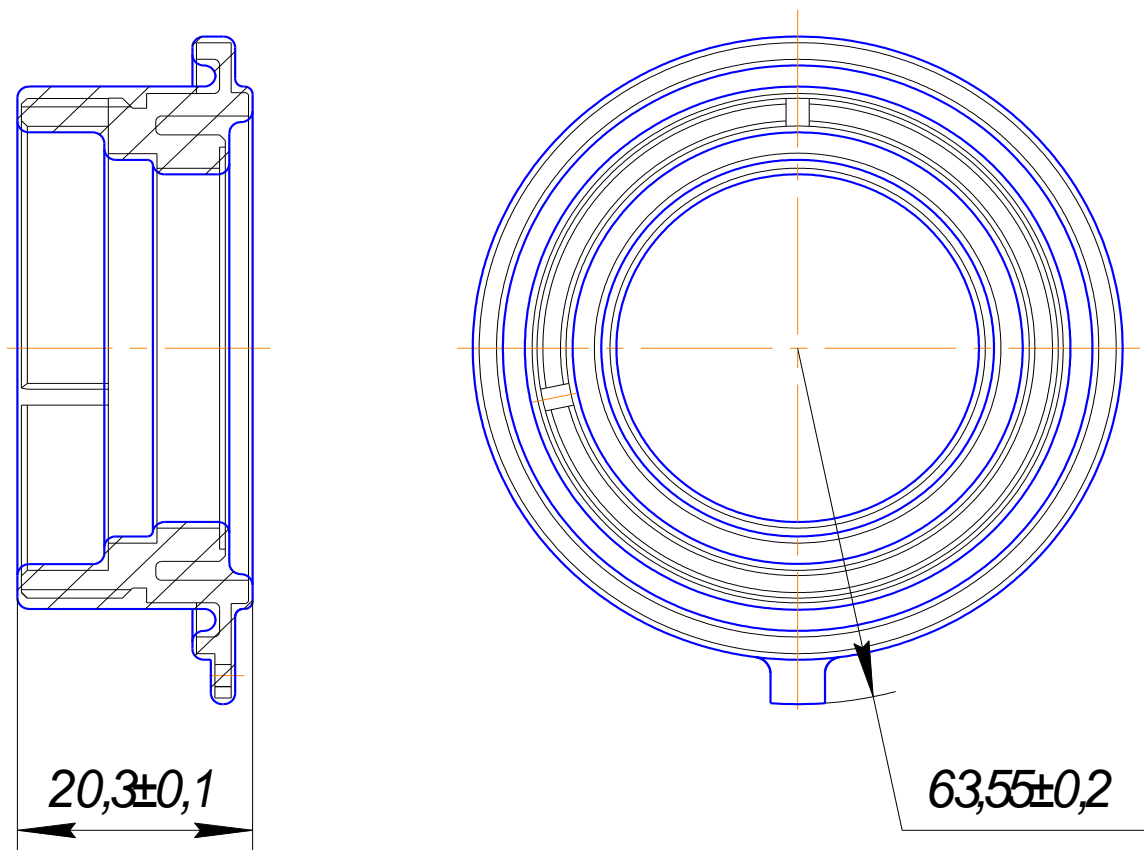


Рисунок 1 – Эскиз заготовки (отливки)

Рисунок 1 – Эскиз заготовки (отливки)

Выбор заготовки. Укрупненный технико-экономический расчет сопоставляемых методов получения заготовок

В качестве исходного материала для изготовления детали используется Сталь 20Л ГОСТ 977-88.

Выбор данного материала обусловлен требованиями представленной детали.

Материал детали обладает высокими литейными и пластическими свойствами, что очень важно при получении отливки. В проектируемом технологическом процессе в качестве заготовок применяются отливки, полученные литьем по выплавляемым моделям [рисунок 1].

Данная заготовка имеет центральное сквозное отверстие, а также часть простых и сложных поверхностей подвергаемые механической обработке. Отливки полученные таким способом, отличаются высокой чистотой поверхности и точностью.

Таблица 1 – Физико-механические свойства стали 20Л ГОСТ 977-88

Предел прочности $\delta_B, МПа$	Предел текучести $\delta_{0,2}, МПа$	Относительное удлинение $\sigma_s, \%$	Относительное сужение $\sigma_\psi, \%$
420	220	20	50

Таблица 2 – Химический состав стали 20Л ГОСТ 977-88

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	S, %	P, %	Cu, %	Ni, %
0,17- 0,25	0,20-0,52	0,35-0,90	0,30	0,045	0,04	0,30	0,30

Согласно стандартов ЕСТПП 14.201-83 технологичность детали оценивается следующими коэффициентами:

Коэффициент точности обработки

$$K_{у.тп.} = \frac{K_{\delta.тп.}}{T_{тп.}}, \quad (8)$$

где $K_{б.тн.}$, $K_{тн.}$ - базовый и достигнутый коэффициенты.

$$K_{тн.} = 1 - \frac{1}{T_{ср.}}, \quad (9)$$

где $T_{ср.}$ - средний квалитет точности обработки детали.

$$T_{ср.} = 1 - \frac{\sum T_{n1}}{\sum n1} = \frac{n_1 - 2n_2 + 3n_3 + \dots + Tn_i}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i}, \quad (10)$$

где n_i - число размеров соответствующего квалитета точности;

T – квалитет точности.

$$\hat{O}_{н\delta.} = \frac{7 \times 1 + 8 \times 5 + 9 \times 1 + 10 \times 1 + 12 \times 8 + 13 \times 11 + 14 \times 8}{35} = \frac{415}{35} = 11,86;$$

$$\hat{E}_{\delta\epsilon.} = 1 - \frac{1}{11,86} = 0,91.$$

Оценка коэффициента точности удовлетворительная в пределах 0,85...0,92.

$$K_{у.тн.} = \frac{0,91}{0,91} = 1.$$

Коэффициент технологичности по точности шероховатости поверхности

$$K_{у.ш.} = \frac{K_{б.ш.}}{K_{ш.}}, \quad (11)$$

где $K_{б.ш.}$, $K_{ш.}$ - базовый и достигнутый коэффициенты шероховатости поверхности.

$$K_{ш.} = \frac{1}{Ш_{CP.}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum Ш n_{im}}, \quad (12)$$

где $Ш_{CP.}$ - средняя шероховатость.

$$Ш_{CP.} = \frac{\sum Ш n_{im}}{\sum n_{im}} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 14n_i}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i}, \quad (13)$$

где Ш – шероховатость поверхности по одному из показателей, мкм.;

n_{im} - число поверхностей соответствующей шероховатости.

$$\bar{\varnothing}_{\bar{N}D.} = \frac{\sum \varnothing n_{im}}{\sum n_{im}} = \frac{4 \times 6 + 5 \times 31}{41} = 4,37;$$

$$\hat{E}_{\varnothing.} = \frac{1}{\bar{\varnothing}_{\bar{N}D.}} = \frac{1}{4,37} = 0,23.$$

Коэффициент использования материала

$$K_{ИМ} = \frac{q}{Q}, \quad (14)$$

где q – масса детали, кг;

Q – масса детали, кг.

$$\hat{E} \hat{E} \hat{I} = \frac{0,081}{0,125} = 0,65.$$

Анализ действующего технологического процесса

С точки зрения передовой технологии существующий базовый технологический процесс не является совершенным. В нем применяются универсальные станки и простейшие приспособления с ручным зажимом. Производится частая переналадка станков, что увеличивает вспомогательное время на обработку детали. Использование

приспособлений с ручным приводом приводит к погрешностям обработки, следующими из-за различного усилия зажима и увеличению браковых деталей. Для снижения времени на контрольной операции применяется специальный мерительный инструмент.

2.2 Обоснование метода получения заготовки

В базовом технологическом процессе в качестве заготовки применяется сортовой прокат. В качестве альтернативного варианта предлагается выбрать метод получения заготовки методом литья по выплавляемым моделям. Данный метод литья экономически целесообразно для крупносерийного и массового производства точных отливок. Рассчитаем стоимость заготовок полученных обоими методами и годовой экономический эффект от изменения операции получения заготовки, а также сравним коэффициент использования материала КИМ для обоих случаев.

Стоимость отливки определяется по формуле:

$$S_{\text{заготовки}} = \left(\frac{\tilde{N}_c}{1000} \times Q \times K_D \times K_N \times K_A \times K_I \times K_I \right) - (Q - q) \times \frac{S_i \text{дд}}{1000}, \quad (15)$$

где S_3 – стоимость 1 тонны материала, согласно прейскуранту, полученных из проката и метода литья по выплавляемым моделям руб., $S_6=45000$ руб;

Q – масса заготовки, кг; $Q_6=0,70$ кг, $Q_{\text{п}}=0,125$ кг;

q – масса готовой детали, кг; $q=0,081$ кг ;

$K_T, K_C, K_B, K_M, K_{\text{п}}$ - коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок, по справочнику [1]:

$K_T= 1,0$; $K_C= 2,1$; $K_B= 1,0$; $K_M= 1,1$; $K_{\text{п}}= 1,0$.

$S_{отх}$ - стоимость одной тонны отходов, руб; $S_{отх} = 33840$ руб.

$$S_{\text{заг.т}} = \left(\frac{45000}{1000} \times 0,125 \times 1,0 \times 2,1 \times 1,0 \times 1,1 \times 1,0 \right) - (0,125 - 0,081) \times \frac{33840}{1000} = 11,51 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из прутка определяется по формуле:

$$S_{\text{заг.т}} = M + C_{i\zeta},$$

(16)

где M – затраты на материал заготовки, руб;

C_{O3} – технологическая себестоимость резки на штучные заготовки.

$$C_{i\zeta} = \tilde{N}_{i.\zeta} \times \dot{O}_{\phi\phi},$$

(17)

где $C_{п.з.}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/час;

$T_{шт}$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, час.

$$C_{i\zeta} = 19,42 \times 0,33 = 6,41 \text{ руб/час.}$$

Затраты на материал определяются по массе проката, требующегося на изготовление детали, и массе сдаваемой стружки

$$M = Q \times S - (Q - q) \times S_{i\phi\phi},$$

(18)

где Q – масса заготовки, кг;

S – цена 1 кг материала заготовки, руб;

q – масса готовой детали, кг;

$S_{отд}$ – цена 1 кг отходов, руб.

$$M = 0,7 \times 45 - (0,7 - 0,081) \times 33,84 = 10,55 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{СМ.ААС}} = 10,55 + 6,41 = 16,96 \text{ руб.}$$

Экономический эффект для сопоставления способов получения заготовок определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ЗАГ}} = (S_{\text{заг.б}} - S_{\text{заг.п}}) \times N, \quad (19)$$

где $S_{\text{заг.б}}, S_{\text{заг.п}}$ - стоимости заготовок по базовому и проектируемому варианту, руб;

$N_{\text{г}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт; $N_{\text{г}}=77265$ шт.

$$\mathcal{E}_{\text{СМ}} = (16,96 - 11,51) \times 77265 = 421094,3 \text{ руб.}$$

Рассчитаем коэффициент использования материала базового (заготовка из проката) и проектируемого (отливка) технологических процессов

$$\hat{\mathcal{E}}_{\text{б}} = \frac{0,081}{0,700} = 0,12;$$

$$\hat{\mathcal{E}}_{\text{п}} = \frac{0,081}{0,125} = 0,65.$$

$$\frac{\hat{\mathcal{E}}_{\text{п}}}{\hat{\mathcal{E}}_{\text{б}}} = \frac{0,65}{0,12} = 5,4.$$

Из расчета видно, что коэффициент использования материала для проектируемого технологического процесса значительно выше базового.

2.3 Разработка технологического процесса изготовления детали

В современном производстве одним из основных направлений развития технологии механической обработки является использование заготовок с экономичными конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения наиболее рациональных и экономичных способов их обработки на металлорежущих станках, т.е. обработки с наибольшей производительностью и наименьшими отходами металла в стружку.

От правильности выбора заготовки зависят трудоемкость и себестоимость обработки; при изготовлении заготовки, максимально приближающейся по форме и размерам к готовой детали, значительная часть трудоемкости процесса приходится на долю заготовительных цехов, а меньшая — на механообрабатывающие цеха и, наоборот, при изготовлении заготовок с большими припусками основная доля трудоемкости приходится на механообрабатывающие цехи.

В проектируемом технологическом процессе учтены все недостатки, присутствующие в базовом технологическом процессе и внесены соответствующие изменения. Произведена замена операции получения заготовки из проката на литье и замена универсального оборудования (станков модели 16K20, 6P11) на оборудование с ЧПУ (станки модели 16K20Ф305, 6P11Ф3) на токарных и фрезерных операциях, а также разделение токарной и фрезерной операции на две токарных и две фрезерных. На токарной операции произведена замена приспособления с ручным зажимом на приспособление с пневмозажимом. Это позволяет сократить

вспомогательное и подготовительно-заключительное время, а, следовательно, и штучное время на обработку.

Таблица 3 - Варианты технологического маршрута

Базовый технологический процесс					Проектируемый технологический процесс				
№ _{опер}	Наименование операции	Модель станка	Оснастка	Т _{шт., в МИН}	№ _{опер}	Наименование операции	Модель станка	Оснастка	Т _{шт., в МИН}
005	Заготовительная	-	-	-	005	Заготовительная	-	-	-
010	Токарная	16К20	Оправка	16,5	010	Контрольная	-	-	-
015	Фрезерная	6Р11	Поворотный стол	5,05	015	Токарная	16К20Ф305	Оправка	1,85
020	Сверлильная	2Н118	Приспособление	1,8	020	Токарная	16К20Ф305	Оправка	3,28
025	Слесарная	Верстак слесарный	-	3	025	Фрезерная	6Р11Ф3	Поворотный стол	2,7
030	Моечная	Моечная ванна	-	-	030	Фрезерная	6Р11Ф3	Поворотный стол	1,9
035	Контрольная	-	-	-	035	Сверлильная	2Н118	Приспособление	0,64
					040	Слесарная	УЗВ1	-	-
					045	Контрольная	-	-	-
Итого		26,8			Итого		10,37		

2.4 Обоснование выбора технологических баз

Выбор баз на технологическую обработку - один из ответственных этапов в разработке технологического процесса, так как он определяет точность обработки детали и конструкцию приспособления.

В качестве технологических баз следует применять поверхности достаточно больших размеров, чтобы обеспечить точность базирования и закрепления заготовок в приспособлении. Эти поверхности должны иметь меньшую шероховатость, не иметь литейных углов и других дефектов.

Данная деталь служит основой для образования герметичной подборки, которая входит в состав авиационного узла.

Основными базами детали «Корпус механизма сопряжения» является наружная цилиндрическая поверхность диаметром 46n7мм, правый торец;

внутренняя цилиндрическая поверхность диаметром 40H8мм и левый торец; на которые деталь устанавливается в приспособления для дальнейшей обработки цилиндрических и торцевых поверхностей, а также фрезерование наружного выступа.

Деталь на токарной операции 015 механической обработки базируется по наружной цилиндрической поверхности в трехкулачковом патроне.

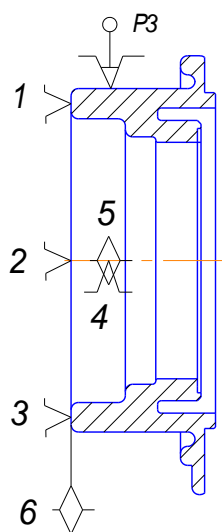


Рисунок 2 - Типовая схема базирования

2.5 Расчет и назначение припусков на механическую обработку

Операция литья по выплавляемым моделям позволяет получить поверхность заготовки достаточно чистой, чем и обуславливаются данные для дальнейшего расчета.

Определим межоперационные припуски и размеры на токарную операцию 015.

При обработке наружных и внутренних поверхностей вращения минимальный припуск на обработку определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2 \times (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}),$$

(20)

где R_{zi-1} - высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;

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

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

ξ_i - погрешность установки на данном переходе, мкм.

При обработке противоположных или отдельно расположенных поверхностей

$$Z_{\min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \xi_i.$$

(21)

Элементы припусков назначаем согласно справочника [1]:

Определяем высоту неровностей R_z и глубину дефектного слоя после получения заготовки и ее последующей механической отработки.

для заготовки (отливки):

$R_z=30$ мкм;

$h=100$ мкм.

Производим подрезание правого торца в размер $L=19,95_{-0,13}$ мм.

для однократного подрезания:

$R_z=15$ мкм;

$h=20$ мкм.

Определим пространственные отклонения заготовки при обработке торцевых поверхностей:

$$\rho = \rho_{\hat{e}i\delta},$$

(22)

где $\rho_{кор}$ - величина коробления отливки.

$$\rho_{\hat{e}i\delta} = \Delta_{\hat{e}} \times D,$$

(23)

где $\Delta_{\hat{e}}$ - удельная кривизна заготовок на 1мм длины, $\Delta_{\hat{e}} = 0,7$ мкм;

D – диаметр торцевой поверхности.

$$\rho = \rho_{\hat{e}i\delta} = 0,7 \times 64,3 \approx 45 \text{ мкм.}$$

Пространственные отклонения при однократном подрезании торцев принимаем равным нулю.

Погрешность установки на данном переходе:

$\xi_{заз} = 90$ мкм – установка заготовки в трехкулачковом самоцентрирующем патроне;

$\xi_{дет} = 50$ мкм – установка детали в приспособлении.

$$Z_{i\min 1} = 30 + 100 + 45 + 90 = 265 \text{ мкм;}$$

$$Z_{i\min 2} = 15 + 20 + 50 = 115 \text{ мкм.}$$

Записываем в таблицу расчетный минимальный размер для правого торца $19,95_{-0,13}$ мм.

Значения допусков каждого перехода принимаются в соответствии с качеством точности для каждого вида обработки:

для однократного точения допуск по 11-му качеству равен 0,13 мм;

для заготовки допуск по 13-му качеству равен 0,33 мм.

Определяем наибольшие предельные размеры

для чистового (однократного) точения:

$$L_{\max} = 19,82 + 0,13 = 19,95 \text{ мм.}$$

для заготовки:

$$L_{\max. \text{заг}} = 20,085 + 0,33 = 20,415 \text{ мм;}$$

$$L_{\text{заг. ном}} = 20,3 \text{ мм.}$$

для однократного точения:

$$Z_{\max}^{\text{пр}} = L_{\max i-1} - L_{\max i}, \text{ мкм,}$$

(24)

$$Z_{\max}^{\text{пр}} = 20,415 - 19,95 = 0,465 \text{ мм} = 465 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\min}^{\text{пр}} = L_{\text{mini-1}} - L_{\text{mini}}, \text{ МКМ},$$

(25)

$$Z_{\min}^{\text{пр}} = 20,085 - 19,82 = 0,265 \text{ мм} = 265 \text{ МКМ}.$$

Находим общие припуски

$$Z_{0\text{max},\text{min},\text{НОМ}} = \Sigma Z_{\text{max}}^{\text{пр}}, \quad \Sigma Z_{\text{min}}^{\text{пр}}, \quad \Sigma Z_{\text{НОМ}}^{\text{пр}},$$

(26)

$$Z_{0\text{max}} = 465 \text{ МКМ};$$

$$Z_{0\text{min}} = 265 \text{ МКМ};$$

$$Z_{0\text{НОМ}} = 200 \text{ МКМ}.$$

Произведем проверку расчетов

$$Z_{\text{max}}^{\text{пр}} - Z_{\text{min}}^{\text{пр}} = T_{i-1} - T,$$

(27)

$$465 - 265 = 330 - 130;$$

$$200 = 200.$$

На основании данных расчета строим схему графического расположения припусков и допусков торцевой поверхности $19,95_{-0,13}$ мм (см. Приложение А).

Определим припуски и межоперационные размеры на растачивание внутренней цилиндрической поверхности диаметром $32,4H8^{(+0,039)}$ мм.

При обработке наружных и внутренних поверхностей вращения минимальный припуск на обработку определяется по формуле [20].

Записываем в таблицу расчетный минимальный размер для отверстия диаметром $32,4H8(^{+0,039})$ мм.

Таблица 5 - Расчет припусков и предельных размеров на обработку отверстия диаметром $32,4H8(^{+0,039})$ мм

Технологические переходы $32,4H8_{мм}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск к $2Z_{min}$ мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск, мкм	Предельный размер, мм		Предельный припуск, мкм	
	R_z	h	ρ	ξ				D_{min}	D_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	30	100	254	90	-	31,497	390	31,107	31,497	-	-

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Точение чистовое	15	20	10	35	799	32,296	100	32,196	32,296	799	1089
Точение тонкое	2,5	5	-	-	143	32,439	39	32,4	32,439	143	204
Итого										942	1293

Графа "расчетный размер" заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертежного, размера последовательным вычитанием расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

В графе "предельный размер" наибольшее значение (d_{max}) получается по расчетным размерам, округляемым до точности допуска соответствующего перехода.

Расчетный размер: $d_p=32,4H8$ мм.

Для чистового растачивания:

$$d_{p1max} = 32,439 - 0,143 = 32,296 \text{ мм};$$

для заготовки:

$$d_{p.заг.max} = 32,296 - 0,799 = 31,497 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого перехода принимаются в соответствии с качеством точности для каждого вида обработки:

для тонкого растачивания допуск по 8-му качеству равен 0,039 мм;

для чистового растачивания допуск по 11-му качеству равен 0,100 мм;

для заготовки допуск по 13-му качеству равен 0,390 мм.

Наименьшие предельные размеры (d_{min}) определяются из наибольших предельных размеров вычитанием допусков соответствующих переходов.

Таким образом, для тонкого растачивания

$$d_{pmin} = 32,439 - 0,039 = 32,4 \text{ мм};$$

для чистового растачивания

$$d_{pmin} = 32,296 - 0,100 = 32,196 \text{ мм};$$

для заготовки

$$d_{pmin} = 31,497 - 0,390 = 31,107 \text{ мм};$$

$$d_{заг.ном} = 31,19 \text{ мм}.$$

Минимальные предельные значения припусков Z_{min}^{pp} равны разности наименьших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения Z_{max}^{pp} - соответственно разности наибольших предельных размеров.

$$2Z_{max}^{pp} = d_{mini-1} - d_{mini}, \text{ МКМ},$$

(30)

$$2Z_{max1}^{pp} = 32,4 - 32,196 = 0,204 \text{ мм} = 204 \text{ МКМ};$$

$$2Z_{\max}^{\text{пр}} = 32,196 - 31,107 = 1,089 \text{ мм} = 1089 \text{ мкм.}$$

Определим общие припуски Z_{\max} , Z_{\min} , $Z_{\text{оном}}$ по формуле (26)

$$2Z_{\max} = 1293 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\min} = 942 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\text{оном}} = 400 \text{ мкм.}$$

Произведем проверку расчетов по формуле (27)

$$1293 - 942 = 390 - 39 \text{ мкм};$$

$$351 = 351 \text{ мкм.}$$

На основании данных расчета строим схему графического расположения припусков и допусков поверхности диаметров $32,4\text{H}8^{(+0.039)}\text{мм}$ (см. Приложение А).

Таблица 6 - Назначенные припуски и допуски на обрабатываемые поверхности детали “Корпус механизма сопряжения”

№ поверхности	Размер поверхности	Табличный припуск, мм	Расчетный припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4	5
1	19,95h11 (расч)	-	0,35	0,13
2	46n7	1,6	-	0,025
3	0,2×45 ⁰	0,2	-	0,25
4	1,5h12	1,5	-	0,1
5	32,4H8 (расч)	-	1,1	0,039

6	41,8H9	1,1	-	0,062
7	38,4H12	1,1	-	0,25
8	8H14	0,35	-	0,36
9	2 H13	2,0	-	0,2
10	0,5×45 ⁰	0,5	-	0,25
11	36,2h13	3,8	-	0,39
12	0,5h12	0,5	-	0,1
13	19,6h13	0,35	-	0,33
14	45,85h8	5,1	-	0,039
15	3h12	0,35	-	0,1
16	55h13	1,1	-	0,46
17	1,6h12	0,35	-	0,1

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
18	43,2h14	2,8	-	0,62
19	1,2H13	1,4	-	0,14
20	52H13	6,0	-	0,46
21	2H13	2,0	-	0,14
22	M45×1,5-8g	0,15	-	0,039
23	10,8h8	10,8	-	0,27
24	0,5×45 ⁰	0,5	-	0,25
25	40H8	1,1	-	0,039
26	0,5×45 ⁰	0,5	-	0,25
27	7,5H13	0,35	-	0,22
28	35H13	1,1	-	0,39
29	4,2H11	0,35	-	0,1
30,31	4h12	0,55	-	0,12
32,33	R1,5	0,55	-	0,12
34	63h10	0,55	-	0,14

35	2h14	2,0	-	0,25
36	2H8	2,0	-	0,014

2.6 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания на токарную операцию 015.

Определим частоту вращения шпинделя по формуле (35)

$D=41,8$ мм.; $V=121$ м/мин.

$$n = \frac{1000 \times 121}{3,14 \times 41,8} = 922 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка 16К20Ф305, выбираем $n_{\phi}=950$ об/мин.

Уточним действительную скорость резания по формуле (36)

$$V = \frac{950 \times 3,14 \times 41,8}{1000} = 124,7 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания по формуле (37)

$t=8$ мм; $s=0,1$ мм/об; $V=124,7$ м/мин; $n=950$; $K_p=0,70$.

$$P_z = 10 \times 300 \times 8^1 \times 0,1^{0,75} \times 124,7^0 \times 0,70 = 2987 \text{ Н.}$$

Определим мощность резания по формуле (40)

$P_z=2987$ Н; $V=124,7$ м/мин.

$$N_{дв} = \frac{2987 \times 124,7}{1020 \times 60} = 6 \text{ кВт.}$$

Переход 9: Подрезание торца поверхности 9 в размер $L=2^{+0,2}$ мм и точение фаски $0,5 \times 45^0$ мм поверхности 10.

Глубина резания равна припуску на подрезание торца: $t = 2$ мм.

Подачу выбираем по справочнику [1]: $S = 0,15$ мм/об.

Определим скорость резания по формуле (31)

$$V = \frac{420}{40^{0,20} \times 2^{0,15} \times 0,15^{0,20}} \times 1,43 = 137 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения шпинделя по формуле (33)

$$D=38,4 \text{ мм.}; V=137 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \times 137}{3,14 \times 38,4} = 1136 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка 16К20Ф305, выбираем $n_{\phi}=1120$ об/мин.

Уточним действительную скорость резания по формуле (36)

$$V = \frac{1120 \times 3,14 \times 38,4}{1000} = 135 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания по формуле (37)

$$t = 2 \text{ мм}; s = 0,15 \text{ мм/об}; V = 135 \text{ м/мин}; n = 1120; K_p = 0,70.$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 2^1 \times 0,15^{0,75} \times 135^0 \times 0,70 = 1012 \text{ Н.}$$

Определим мощность резания по формуле (40)

$$P_z = 1012 \text{ Н}; V = 135 \text{ м/мин.}$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{1012 \times 135}{1020 \times 60} = 2,25 \text{ кВт.}$$

2.8 Выбор СОТС

В современном машиностроении год от года возрастает роль СОТС (смазывающе – охлаждающих технологических жидкостей) для обработки металлов резанием.

Применение СОТС в значительной степени ускоряет сложный и длительный процесс преобразования заготовок деталей машин и механизмов. При этом улучшается качество обрабатываемых поверхностей, повышается точность обработки, улучшаются условия труда.

СОТС подразделяется на минеральные масла с различными присадками, водные эмульсии, полусинтетические и синтетические.

При выборе СОТС необходимо учитывать совокупность условий, при которых она будет применяться: вид обработки, состав и свойства обрабатываемого материала, режимы обработки и характер стружки, требуемое количество обрабатываемых поверхностей. Большое значение может также иметь материал и конструкция инструмента, его сложность и наладка, износостойкость.

На токарных и фрезерных операциях механической обработки я применяю жидкость смазочно-охлаждающую МР-1у по ТУ 38.101731-80. СОЖ относится к масляным - (М) и дающий прозрачный раствор - (Р). Применяется при механической обработки резанием углеродистых конструкционных сталей на станках автоматах. Метод подачи – свободная струя.

Таблица 7 – Химический состав смазочно-охлаждающей жидкости МР-1у

Наименования показателей	Нормы	Данные анализа
1. Внешний вид	Прозрачная маслянистая жидкость от желтого до коричневого	Прозрачная маслянистая жидкость светло коричневого

	невого цвета	цвета
2. Запах	Специфический для минерального масла	Специфический для минерального масла
3. Удельная масса при 20 град.С, г/см ³ в пределах	0,800-0,930	0,880
4. Вязкость кинематическая при 50 град.С, мм ² /с	18-24	20,83
5. Температура вспышки в открытом тигле, град.С, не ниже	175	207
6. Коррозирующее действие к сталь 20Л ГОСТ 977-88	выдерживает	выдерживает
7. Массовая доля воды	отсутствие	отсутствие
8. Кислотное число, мг КОН/г, не более	1,5	0,60
9. Массовая доля серы, % в пределах	0,7-1,5	1,14
10. Массовая доля хлора, % в пределах	1,0-1,6	1,05
11. Содерж. мех. примесей, % не более	0,035	0,022
12. Стабильность при хранении	выдерживает	выдерживает

2.9 Расчет по участку

Данные для расчета:

Фактические потери в эффективном фонде рабочего времени основных рабочих по данным ФРД: $n = 16\%$

Фактические коэффициенты выполнения норм:

Токарные - 0,94

Фрезерные - 0,96

Сверлильные - 0,93

Слесарные - 0,92

Планируемый коэффициент выполнения норм: 1,12

Планируемые потери в режимном фонде рабочего времени:

Основных рабочих - 14%

Технологического оборудования - 6%

Планируемый коэффициент сменности – 2

Режим работы: 5-ти дневная неделя, продолжительность смены 8 часов.

При расчете трудоемкости необходимо учитывать коэффициент корректировки $k_{к.кор}$. Он определяется по каждому виду работ на основе данных:

- о фактическом коэффициенте $k_{квн.ф.}$ выполнения норм по каждому виду работ;

- о планируемом коэффициенте $k_{вн.пл.}$ выполнения норм в планируемом периоде;

- о фактических потерях $n_{кф.}$ в процентах, рабочего времени основных рабочих каждой специальности по результатам анализа фотографии рабочего дня.

$$k_{к.кí ð} = \frac{k_{êâí.ô}}{k_{êâí.íê} \times (1 - 0,01 \times \eta_{êô})}; \quad (61)$$

$$k_{к.кí ð.ôíê} = \frac{0,94}{1,12 \times (1 - 0,01 \times 20)} = 1,05;$$

$$k_{к.кí ð.ôðâç} = \frac{0,96}{1,12 \times (1 - 0,01 \times 20)} = 1,07;$$

$$k_{к.кí ð.ñëãñ} = \frac{0,93}{1,12 \times (1 - 0,01 \times 20)} = 1,04;$$

$$k_{к.кí ð.ñââðë} = \frac{0,92}{1,12 \times (1 - 0,01 \times 20)} = 1,03.$$

Расчеты коэффициентов корректировки трудовых затрат на проектируемом участке сводятся в таблицу

Таблица 8 - Коэффициенты корректировки затрат штучного времени

Наименование видов работ в подсистеме основного производства участка	Данные по базовому участку		Коэффициенты корректировки затрат штучного времени $k_{к-кор}$
	Фактический коэффициент выполнения норм основными рабочими ($k_{квн.ф}$)	Фактические потери времени основных рабочих по данным ФРД ($\Pi_{кф}$),%	
Токарные	0,94	14%	1,05
Фрезерные	0,96		1,07
Сверлильная	0,92		1,03
Слесарная	0,93		1,04

Расчет количества оборудования

Расчет количества оборудования ведется по каждой группе j-го оборудования,

$$Q_{p,j} = \frac{(N_r \times \sum_{i=1}^b \sum_{k=1}^q \times t_{\phi \delta})}{F_{i \delta}}, \quad (62)$$

где $Q_{p,j}$ - расчетное количество оборудования j-типа;

$\sum_{i=1}^b \sum_{k=1}^q \times t_{i,k,\phi \delta}$ - норма штучного времени на операцию;

$F_{об. \text{эф.}}$ - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час.

$F = 4015$ час;

Для проектируемого технологического процесса

$$Q_{16\dot{E}20\dot{O}305} = \frac{(77265 \times 0,0758)}{4015} = 1,46 ;$$

$$Q_{6\dot{D}11\dot{O}3} = \frac{(77265 \times 0,0676)}{4015} = 1,3 ;$$

$$Q_{2\dot{f}118} = \frac{(77265 \times 0,0104)}{4015} = 0,20 .$$

Для базового технологического процесса

$$Q_{16\dot{E}20} = \frac{(32000 \times 0,235)}{4015} = 1,87 ;$$

$$Q_{6\dot{D}11} = \frac{(32000 \times 0,07)}{4015} = 0,56 ;$$

$$Q_{2\dot{f}118} = \frac{(32000 \times 0,03)}{4015} = 0,24 ;$$

$$Q_{\dot{A}\dot{a}\dot{D}\dot{D}\dot{O}\dot{a}\dot{E}} = \frac{(32000 \times 0,043)}{4015} = 0,34 .$$

Полученные значения количества единиц оборудования округляются до целого числа (как правило, в большую сторону), которое называется принятым числом рабочих мест (станков) ($Q_{пр,j}$).

Если полученное дробное число превышает целое число не более, чем на 8-10%, его следует округлять до меньшего целого. Перегрузка станка может быть компенсирована повышением режима обработки или повышением технической оснащенности, уменьшающей вспомогательное время. Полученные значения сводятся в таблицу.

Таблица 9 - Ведомость станков на участке

Наименование станков	Тип, марка станка	Количество станков		Коэффициент загрузки
		расчетное	принятое	
Токарный	16К20Ф305	1,46	2	0,73
Фрезерный	6Р11Ф3	1,3	2	0,65
Сверлильный	2Н118	0,20	1	0,20
Ультразвуковой	УЗВ1	1	1	1
Итого		3,96	6	0,65

Определение основных и вспомогательных материалов

Годовая потребность в основных материалах на изготовление детали

$$\dot{I}_i = \sum Q_i \times N_r, \quad (63)$$

где $\sum Q_i$ - масса заготовки, $\sum Q_i = 0,125$ кг;

N_r – программа выпуска, $N_r = 77265$ шт.

$$\dot{I}_i = 0,125 \times 77265 = 9658 \text{ кг.}$$

Определение численности работающих

Число основных производственных рабочих рассчитывается по трудоемкости или расстановочным путем, исходя из количества рабочих мест.

На основе трудоемкости определяется списочное число рабочих, а по расстановке - явочное.

Для пересчета явочной численности в списочную, надо явочную численность умножить на коэффициент $K_{сп}$, определяемый по формуле:

$$\hat{E}_{\bar{w}} = \frac{F_t}{F_{\dot{y}o}}, \quad (64)$$

где $K_{сп}$ - коэффициент, учитывающий соотношение номинального и эффективного фонда времени;

F_H - номинальный фонд времени работы рабочего за год, час.

$$F_H = D_{пл} \times T_{см}, \quad (65)$$

$$F_{эф.раб} = D_{пл} \times T_{см} \times (1 - 0,01 \times n_{об}), \quad (66)$$

где $n_{об}$ – процент плановых потерь времени рабочим (отпуска, болезни, выполнение государственных обязанностей и др. (данные индивидуального задания)).

$$F_H = 250 \times 8 = 2000 \text{ ч.}$$

$$F_{эф.р} = 250 \times 8 \times (1 - 0,01 \times 14) = 1720 \text{ ч.}$$

$$\hat{E}_{\bar{w}} = \frac{2000}{1720} = 1,162.$$

Число рабочих определяется отдельно по профессиям и разрядам.

Расчет числа рабочих по трудоемкости производится по формуле:

$$D = \frac{(N_{\bar{A}} \times \sum_{i=k}^b \sum_{k=1}^q t_{i,k\phi\delta})}{F_{y\delta.\delta}}. \quad (67)$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу.

Таблица 10 - Сводная ведомость состава основных рабочих

Наименование профессии	Количество оборудования	Число рабочих по разрядам								Всего рабочих	По сменам	
		1	2	3	4	5	6	7	8		1	2
Токарь	2				4					4	2	2
Фрезеровщик	2			2	2					4	2	2
Сверловщик	1				2					2	1	1
Слесарь	1			1						1	1	-
Итого	6			3	8					11	6	5

Расчёт площади участка

Производственная площадь участка рассчитывается из расчёта (в среднем) 20 м² на станок:

$$S_{\text{пр}} = C_{\text{ст}} \times 20, \quad (68)$$

$$S_{\text{пр}} = 6 \times 20 = 120 \text{ м}^2.$$

Расчет по энергетике

Годовой расчет силовой электроэнергии для участка

$$W_1 = K_c \times \sum P_{\text{об}} \times F_A \times \eta_{\text{с.нб.}}, \quad (69)$$

где K_c – коэффициент спроса (для механических цехов $K_c=0,4 \div 0,5$);

$\sum P_{\text{об}}$ – установленная мощность всего оборудования участка.

$$W_1 = 0,4 \times 27 \times 4015 \times 0,8 = 34690 \text{ кВт.}$$

Определим годовой расход электроэнергии на освещение участка

$$W_2 = S_0 \times W_{\text{уд2}} \times H_0, \quad (70)$$

где S_0 – общая площадь участка, м^2 ;

$W_{\text{уд2}}$ – средний расход электроэнергии на 1 м^2 , $W_{\text{уд2}}=0,0158 \text{ кВт}$;

H_0 – норма осветительной нагрузки в год, $H_0=2000 \text{ ч}$.

$$W_2 = 120 \times 0,0158 \times 2000 = 3792 \text{ кВт.}$$

Годовой расход участком сжатого воздуха

$$B_{\text{не}} = 1,5 B_{\text{н.ч.}} \times N \times K_{\text{И}} \times F_A \times \eta_{\text{с.нб.}}, \quad (71)$$

где $B_{\text{св.ч}}$ – средний часовой расход свободного воздуха на 1-го потребителя,

$B_{\text{св.ч}} = 1,5$;

N – число потребителей;

$K_{\text{И}}$ – коэффициент использования; $K_{\text{И}}=1$.

$$B_{\text{не}} = 1,5 \times 1,5 \times 2 \times 1 \times 4015 \times 0,8 = 14454 .$$

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Анализ применяемых средств технологического оснащения

Станочными приспособлениями называются дополнительные устройства к металлорежущим станкам, позволяющие наиболее экономично в заданных производственных условиях обеспечить заложенные в конструкции детали требования к точности размеров, формы и взаимного расположения обрабатываемых поверхностей.

К станочным приспособлениям относятся: устройства для установки и закрепления деталей на станках (приспособления), устройства для установки и крепления режущего инструмента на станках (вспомогательный элемент).

В зависимости от типа станка станочные приспособления подразделяют на токарные, сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные и др. с их помощью совместно приспособлениями для установки и закрепления режущих инструментов осуществляется наладка технологической системы станок-приспособление-инструмент - заготовка для обеспечения оптимальных условий работы и выполнения станочных операций.

Конструкции станочных приспособлений совершенствуются неразрывно с развитием технологии и методов организации производства, с развитием станкостроения и появлением принципиально новых станков, например станков с ЧПУ, многоцелевых станков, с внедрением автоматических и переналаживаемых линий.

Каждое средство технологического оснащения представляет собой самостоятельное средство производства, отвечающее целому ряду технических и экономических требований, как в ходе технологической подготовки производства, так и в процессе эксплуатации.

При использовании средств специального контроля и применения специальных режущих инструментов решаются такие вопросы, как

обеспечение точности обработки и быстрого контроля поверхностей, улучшая условия работы.

Зная устройство, принцип действия и его особенности, станочник скорее и полнее освоит работу на нем, сможет выполнять резервы времени и повышения производительности станочных операций и внести свои новаторские предложения по использованию этих резервов.

В дипломном проекте разработано приспособление – оправка цанговая с пневмоприводом на токарную операцию 020, пневмопатрон на операцию 010.

3.2 Расчет приспособления

Расчет цанги пневматической

Описание технологической операции

На данной токарной операции необходимо обработать несколько поверхностей.

В качестве инструмента выбираем стандартизованные резцы по ГОСТ18884-73, ГОСТ18881-73, ГОСТ20872-80, ГОСТ18883-73 и один специальный резец для обработки кольцевой проточки.

Выбор схемы базирования заготовки

Выбираем схему базирования детали типа "диск". Базирование происходит по двум базам:

1 установочная база - база, лишаящая деталь трех степеней свободы - перемещение вдоль оси OX и вращения вокруг осей OZ и OY (опорные точки 1, 2, 3);

2 направляющая база - база, лишаящая деталь двух степеней свободы - перемещение вдоль осей OZ и OY (опорные точки 4, 5).

Деталь на токарной операции 020 механической обработки базируется по внутренней цилиндрической поверхности в цанговой оправке.

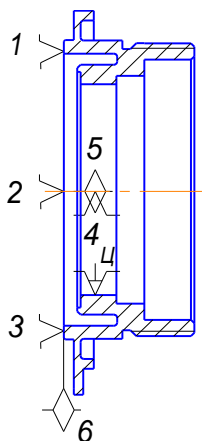


Рисунок 3 - Схема базирования типа диск

Принцип действия цанговой оправки

Разжимная цанговая оправка применяется для обработке поверхностей на токарном станке детали “Корпус механизма сопряжения” в крупносерийном производстве и предназначено для базирования заготовки по внутренней цилиндрической поверхности и закреплением её усилием W.

Тяга 1, пропущенная через полость шпинделя, своим левым резьбовым концом связана со штоком привода, а правым – в натяг вмонтирована в шарнирную муфту 2, связанную с резьбовой втулкой 4 шарнирным винтом 3. Последний двумя шпоночными выступами входит в пазы отверстия муфты по посадке с зазором 3...5мм; зазор обеспечивает ударное действие штока привода, что облегчает выталкивание штока (клина) 7 из конусного отверстия цанговой (пружинящей) оправки при раскреплении обрабатываемой детали.

При подаче сжатого воздуха из пневмосети в правую полость пневмопривода (со штоком) двухстороннего действия, поршень совершает движение влево, тем самым обеспечивает зажатие заготовки. Для возврата в исходное положение, сжатый воздух подается в левую полость цилиндра (без штока) пневмопривода.

Составление конструктивной и расчетной схемы приспособления

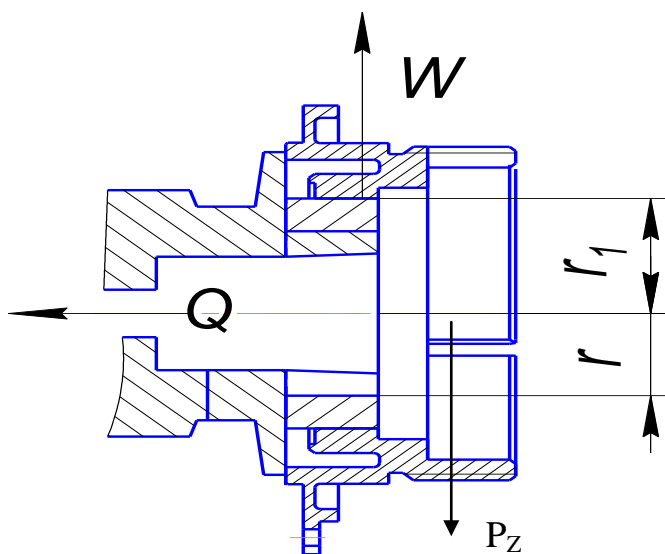


Рисунок 4 - Конструктивная схема

На обрабатываемую заготовку установленную и зажатую на цанговой оправке, действует сила резания P_z . Сила P_z при обработке втулки создает момент резания $M_{рез}$, которому противодействует момент от силы трения $M_{тр}$ между установочной поверхностью цанги и обрабатываемой заготовкой.

Расчет усилия зажима

Приложенные к заготовке силы должны предотвратить возможный отрыв заготовки от установочных элементов, и сдвиг или поворот её под действием сил резания и обеспечить надежное закрепление в течение всего времени обработки.

Расчет сил закрепления обычно направлен на обеспечение равновесия заготовки под действием приложенных к ней внешних сил.

Внешними силами являются силы резания, силы закрепления, реакции опор и силы трения. Поэтому для расчета необходимо знать условия обработки в проектируемом приспособлении: величину, направление и место приложения сил резания, схему базирования и закрепления для нахождения места приложения сил закрепления и сил трения, препятствующих сдвигу заготовки.

Определим усилия зажима

$$W_{\text{н\ddot{a}}} = \frac{\hat{E} \times P_z \times r_1}{(fr)}, \quad (72)$$

где K – коэффициент запаса зависящий от условий обработки заготовок на станке;

P_z – осевая сила, 1012 Н.

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5; \quad (73)$$

$$K = 1,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,0 = 1,8.$$

$$W_{\text{н\ddot{a}}} = \frac{1,8 \times 1012 \times 31,5}{16,2} = 3542 \text{ Н.}$$

Определим диаметр вращающегося пневмоцилиндра двухстороннего действия, используемого для закрепления заготовки

$$D_{\ddot{o}} = 1,13 \times \sqrt{\frac{W}{P_c}}, \quad (74)$$

где W - сила закрепления заготовки;

P_3 - избыточное давление сжатого воздуха в пневмосети, МПа; $P_3=0,63$ МПа.

$$D_{\delta} = 1,13 \times \sqrt{\frac{3542}{0,63}} = 84,7 \text{ мм.}$$

Получаем диаметр цилиндра равен 84,7 мм.

Принимаем ближайшее большее стандартное значение диаметра пневмоцилиндра $D_{ц} = 100$ мм, $d_{шт}=25$ мм.

Определим действительную силу W на штоке

$$W = \frac{\pi \times (D_{\delta}^2 - d_{\phi}^2) \times p \times \eta}{4}, \quad (75)$$

где W - сила закрепления заготовки; $W= 3542$ Н;

P_3 - избыточное давление сжатого воздуха в пневмосети, МПа; $P_3=0,63$ МПа;

η - к.п.д. пневмоцилиндра; $\eta = 0,85 \div 0,9$.

$$D_{\delta}^2 - d_{\phi}^2 = \frac{4W}{\pi \times p \times \eta},$$

$$D_{\delta}^2 - d_{\phi}^2 = 7960.$$

Тогда усилие зажима будет равно:

$$W = 0,785 \times D_{\delta}^2 \times p \times \eta; \quad (76)$$

$$W = 0,785 \times 0,100^2 \times 0,4 \times 10^6 \times 0,9 = 2826 \text{ Н.}$$

Расчет приспособления на точность

Для обеспечения необходимой точности обрабатываемой заготовки должно соблюдаться следующее условие: максимальная результирующая погрешность δ_{Σ} должна быть меньше допуска на получаемый параметр T примерно на 10-15%, то есть

$$\delta_{\Sigma} \leq \dot{O} \quad (77)$$

где T - допуск на координирующий диаметральный размер отверстия детали.

$$\dot{O} \leq \varphi \times \dot{O}_A - \varpi, \quad (78)$$

где T_D - допуск на выполняемый размер детали, $T_D = 0,039$ мм;

φ - коэффициент ужесточения допуска детали, по справочнику [1]

$\varphi = 0,9$ мм;

ϖ - допустимое смещение заготовки относительно опор приспособления, по справочнику [1] $\varpi = 0$.

$$\dot{O} \leq 0,9 \times 0,039 = 0,035 \text{ мм.}$$

Результирующая погрешность определяется по формуле

$$\delta_{\Sigma} = K \times \sqrt{\delta_C^2 + \delta_{D\dot{I}}^2 + \delta_{I\dot{I}}^2 + \delta_{\dot{a}\dot{e}\dot{a}}^2 + \delta_C^2 + \delta_{I\dot{I}}^2 + \delta_E^2 + \delta_{D\dot{E}}^2 + \delta_{E\dot{C}}^2 + \delta_I^2 + \delta_A^2}, \quad (79)$$

где δ_N - погрешность станка в ненагруженном состоянии, вызываемая погрешностями изготовления и сборки его деталей и узлов и их износа, $\delta_N = 0,007$ мм;

$\delta_{D\dot{I}}$ - погрешность расположения приспособления на станке – расположения посадочных поверхностей приспособления относительно посадочного места станка, $\delta_{D\dot{I}} = 0,01$ мм;

$\delta_{I\dot{I}}$ - погрешность расположения опорных поверхностей относительно посадочных поверхностей приспособления, $\delta_{I\dot{I}} = 0,01$ мм;

$\delta_{\dot{a}\dot{e}\dot{a}}$ - погрешность базирования исходной базы заготовки в приспособлении, $\delta_{\dot{a}\dot{e}\dot{a}} = 0,01$ мм;

δ_C - погрешность, вызываемая закреплением заготовки в приспособлении, $\delta_C = 0,01$ мм;

$\delta_{I\dot{I}}$ - погрешность расположения направляющих элементов для инструмента относительно установочных поверхностей приспособления, $\delta_{I\dot{I}} = 0$ мм;

δ_E - погрешность инструмента, порождаемая погрешностью его изготовления, $\delta_E = 0$ мм;

$\delta_{D\dot{E}}$ - погрешность расположения инструмента на станке, она может иметь место только в том случае, когда исключена возможность точной выверки режущего инструмента или это не предусмотрено конструкцией станка и вспомогательного инструмента, $\delta_{D\dot{E}} = 0$ мм;

$\delta_{E\dot{C}}$ - погрешность, вызванная износом инструмента, $\delta_{E\dot{C}} = 0$ мм;

δ_I - погрешность настройки, выражающаяся в неточности мерительного приспособления, $\delta_I = 0,01$ мм;

δ_A - погрешность деформации инструмента, $\delta_A = 0,02$ мм;

К - коэффициент учитывающий количество слагаемых.

При суммировании составляющих погрешностей коэффициент К можно принять равным 1,1, т.к. количество слагаемых равно семи.

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \times \sqrt{0,007^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,02^2} = 0,033 \text{ мм.}$$

Так как суммарная погрешность меньше допуска на координирующий размер, то точность данного приспособления будет обеспечиваться.

Расчет на прочность элемента приспособления

Чтобы убедиться в том, что приспособление достаточно прочное и способно выдерживать нагрузки, произведем расчет на прочность для штока имеющего минимальный диаметр 25 мм.

Условия растяжения следующие:

$$[\sigma_{\text{д}}] \geq \frac{4W}{\pi \times d^2}, \quad (80)$$

где W - усилие зажима, Н; W = 2826Н;

d - диаметр штока, мм; d = 25 мм;

$[\sigma_{\text{д}}]$ - предел прочности материала штока на растяжение и сжатие, МПа;

$[\sigma_{\text{д}}] = 50$ МПа для стали 45.

$$[\sigma_{\text{д}}] \geq \frac{4 \times 2826}{3,14 \times 25^2} = 5,76 \text{ МПа} \leq 50 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется, а значит шток может выдержать данную нагрузку.

Обоснование выбора материала деталей приспособления

Выбор материала деталей приспособления производится исходя из условий в которых они работают. Втулка разжимная выполняется из стали 40Х ГОСТ 4543-71 с последующей термообработкой хвостовика 42-47 HRC. Установочные детали и шток выполняются из стали 45 ГОСТ 1050-88 с последующей термообработкой 42-47 HRC.

Расчет размерных цепей

Для нормальной работы машины или другого изделия необходимо, чтобы составляющие их детали занимали одна относительно другой определенное положение. Установление оптимального соотношения номинальных размеров деталей и допустимых отклонений при размерном анализе точности - один из эффективных методов повышения качества изделий, обеспечения надежности и долговечности их работы при одновременном снижении производственных затрат. Сущность расчета размерной цепи заключается в установлении допусков, зазоров и предельных отклонений всех ее звеньев, исходя из требований конструкции и технологии.

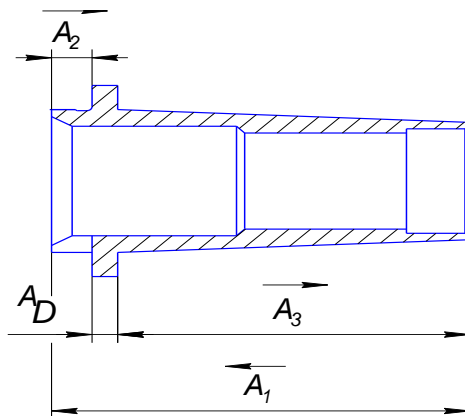


Рисунок 6 - Схема размерной цепи

$$A_1=80_{-0,3}; A_2=7,8^{+0,1}; A_3=69^{+0,12}.$$

Номинальный размер замыкающего звена

$$\dot{A}_\Delta = \sum \dot{A}_i - \sum A_j, \quad (81)$$

где $\sum A_i$ - сумма номинальных размеров увеличивающих звеньев, мм;

$\sum A_j$ - сумма номинальных размеров уменьшающих звеньев, мм.

$$\dot{A}_\Delta = 80 - 7,8 - 69 = 3,2 \text{ мм.}$$

Максимальное предельное отклонение размера замыкающего звена определяется по формуле:

$$Es(A_\Delta) = \sum Es(A_i) - \sum Ei(A_j), \quad (82)$$

$$Es(A_\Delta) = 0 - 0 - 0 = 0 \text{ мм.}$$

Минимальное предельное отклонение размера замыкающего звена определяется по формуле:

$$Es(A_\Delta) = \sum Ei(A_i) - \sum Es(A_j), \quad (83)$$

$$Es(A_\Delta) = -0,3 - 0,1 - 0,12 = -0,52 \text{ мм.}$$

Допуск замыкающего звена

$$T(A_{\Delta}) = \sum Es(A_{\Delta}) - \sum Ei(A_{\Delta}), \quad (84)$$

$$T(A_{\Delta}) = 0,52 \text{ мм.}$$

Таким образом

$$A_{\Delta} = 3,2_{-0,52}^0 \text{ мм.}$$

Разработка пневмопатрона.

Описание технологической операции

Технологическая операция 010 заключается в обработке торца и наружной поверхности детали.

Выбор схемы базирования заготовки

Базирование происходит по двум базам (Д.02.00.00). Комплект баз является неполным: установочная, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей (опорные точки 1,2,3; технологическая, явная); двойная опорная, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих их двух степеней свободы – перемещения вдоль двух координатных осей (опорные точки 4,5; технологическая, скрытая). Проворот заготовки вокруг оси предотвращает сила зажима.

Составление конструктивной и расчетной схемы приспособления

Конструктивная схема приспособления представлена на рисунке 5.

Расчетная схема приспособления приведена на рисунке 6.

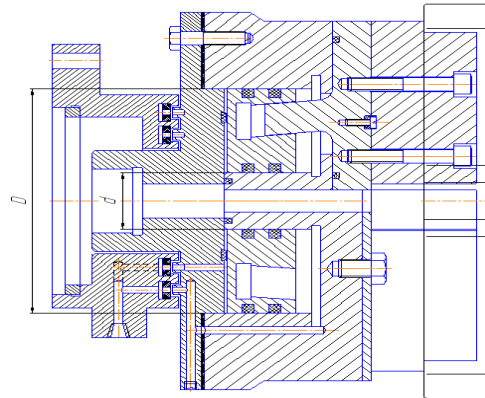


Рисунок 5 - Конструктивная схема приспособления

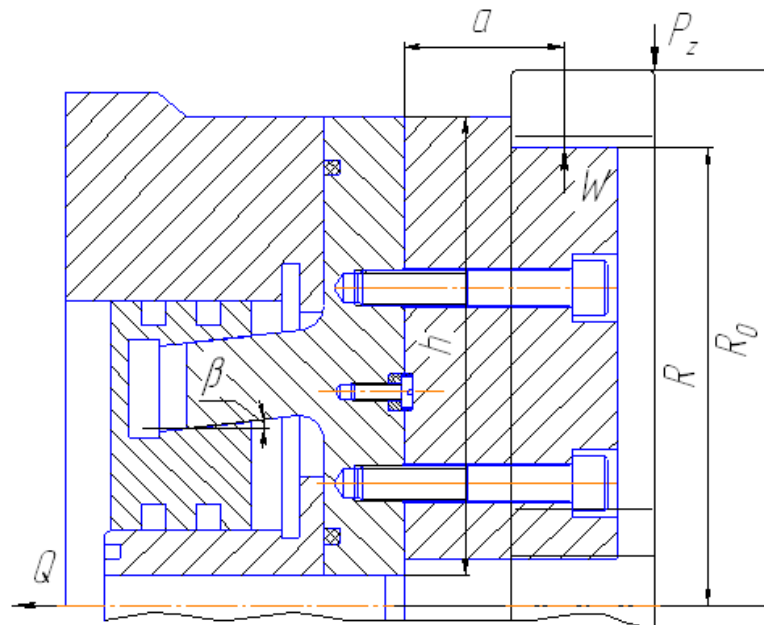


Рисунок 6 - Расчетная схема приспособления

Расчет усилия зажима

Сила зажима определяется по формуле (72)

P_z - сила резания, $P_z = 6445$ Н;

R_0 – радиус обрабатываемой поверхности, $R_0 = 151$ мм;

f – коэффициент трения между рабочими поверхностями кулачков и обрабатываемой заготовкой, $f = 0,2$;

R – радиус части заготовки, зажатой кулачками, $R = 150$ мм.

Коэффициент запаса определяется по формуле (73)

$$K_0=1,5; K_1=1; K_2=1,2; K_4=1; K_6=1,2.$$

$$K = 1,5 \times 1 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1,2 = 2,16.$$

Так как значение коэффициента K меньше 2,5, то принимается значение $K = 2,5$.

Сила зажима по формуле (72):

$$W_{\text{н\ddot{o}i}} = \frac{2,5 \times 6445 \times 151}{0,2 \times 150} = 81100 \text{ Н.}$$

Для пневматического патрона клинового типа требуемая сила на штоке пневмоцилиндра находится по формуле [5]:

$$Q = K_1 (1 + 3a \mu_1 / h) \times \text{tg}(\beta + \varphi) W_{\text{сум}}, \quad (85)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне, $K_1 = 1,05$;

a – вылет кулачка от середины его опоры в пазу патрона до центра приложения силы зажима W на одном кулачке, мм;

μ_1 – коэффициент трения между направляющей поверхностью кулачка и пазом корпуса патрона, $\mu_1 = 0,15$;

h – длина направляющей части кулачка, соприкасающаяся с пазом корпуса патрона, мм;

β – угол наклона пазов скользящей втулки для клиновой пары патрона, $\beta = 10^0$;

φ – угол трения наклонной поверхности клиновой пары патрона, $\varphi = 5^0 43'$

Конструктивно принимаем отношение $a/h = 1/9$. Усилие на штоке по формуле (61):

$$Q = 1,05 \times (1 + 3 \times 0,15 \times 1/9) \times \operatorname{tg}(10^0 + 5^0 43') \times 81100 = 23490 \text{ Н.}$$

Усилие на штоке определяется по формуле [5]:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{0,96\pi p \eta}}, \quad (86)$$

где D – диаметр пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока, $d = 0,2D$ мм;

p – давление сжатого воздуха, $p = 1$ МПа;

η – КПД, $\eta = 0,85$.

$$D = \sqrt{\frac{23490}{0,96 \times 3,14 \times 1 \times 10^6 \times 0,85}} = 0,1915 \text{ м} = 191,5 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 $D = 200$ мм, конструктивно принимаем $d = 50$ мм.

Действительное усилие на штоке по формуле (86):

$$Q = \frac{3,14}{4} \times (200^2 - 50^2) \times 10^{-6} \times 1 \times 10^6 \times 0,85 = 25022 \text{ Н.}$$

Действительная сила зажима заготовки определяется по формуле:

$$W_{\text{д}} = \frac{Q_{\text{д}}}{K_1 (1 + 3a\mu_1/h) \operatorname{tg}(\beta + \varphi)}. \quad (87)$$

$$W_{\text{д}} = \frac{25022}{1,05 \times (1 + 3 \times 0,15 \times 1/9) \times \operatorname{tg}(10^0 + 5^0 43')} = 86388 \text{ Н.}$$

Расчет приспособления на точность

Для обеспечения необходимой точности обрабатываемой заготовки должно соблюдаться следующее условие: максимальная результирующая погрешность δ_{Σ} должна быть меньше допуска на получаемый параметр $T_{45_{-0,62}}$ мм примерно на 10-15%.

Суммарная погрешность обработки является следствием различных факторов и определяется по формуле (79)

$K = 1,1$; $\delta_c = 0,008$ мм; $\delta_{p.л} = 0,01$ мм; $\delta_{п.у} = 0,03$ мм; $\delta_6 = 0$; $\delta_3 = 0,06$ мм; $\delta_{п.н} = 0$; $\delta_{и} = 0$; $\delta_{p.и} = \delta$; $\delta_{из} = 0$; $\delta_{н} = 0$; $\delta_{д} = 0$.

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \times \sqrt{0,008^2 + 0,01^2 + 0,03^2 + 0,06^2} = 0,075 \text{ мм.}$$

Результирующая погрешность меньше допуска на выдерживаемый размер $45_{-0,62}$ мм, то есть

$$\delta_{\Sigma} = 0,075 \text{ мм} < T_{Н} = 0,62 \text{ мм.}$$

Следовательно, приспособление будет обеспечивать заданную точность.

3.3 Проектирование специального контрольно-измерительного средства контроля

В качестве специального средства контроля спроектируем калибр для контроля соосности двух внутренних и одной наружной поверхностей относительно базы А.

Схему расположения поверхностей см. в приложении В.

Определим предельные отклонения и допуски измерительных элементов калибра при $T_p = 0,04$ мм:

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_0 = 0,012 \text{ мм};$$

$$H_1 = H_2 = H_3 = H_0 = 0,005 \text{ мм};$$

$$W = W = W = 0,005 \text{ мм};$$

$$T_{pk1} = T_{pk2} = T_{pk3} = T_{pk0} = 0,008 \text{ мм}.$$

где F - основное отклонение размера измерительного элемента;

H - допуск на изготовление измерительного элемента калибра;

W - величина износа измерительного элемента калибра;

T_{pk} - позиционный допуск измерительного элемента калибра.

Определим предельные размеры измерительных элементов калибра:

для наружной поверхности детали:

$$d_{kmin} = d_{max} + T_p - F; \quad (85)$$

$$d_{kmax} = d_{kmin} + H; \quad (86)$$

$$d_{k-w} = d_{kmin} + H + W. \quad (87)$$

где d_{k1max} , d_{k1min} - наибольший и наименьшие предельные размеры измерительного элемента нового калибра;

d_{k1-w} - размер предельно изношенного измерительного элемента калибра.

$$d_{k1min} = 45,85 + 0,04 - 0,012 = 45,878 \text{ мм};$$

$$d_{k1max} = 45,878 + 0,005 = 45,883 \text{ мм};$$

$$d_{k1-w} = 45,878 + 0,005 + 0,005 = 45,888 \text{ мм}.$$

для элемента контролирующего внутренний диаметр 40 мм:

$$d_{k2max} = D_{min} - T_p + F; \quad (88)$$

$$d_{k2min} = d_{k2max} - H; \quad (89)$$

$$d_{k2-W} = d_{k2max} - H - W. \quad (90)$$

$$d_{k2max} = 40 - 0,04 + 0,005 = 39,965 \text{ мм};$$

$$d_{k2min} = 39,965 - 0,005 = 39,960 \text{ мм};$$

$$d_{k2-W} = 39,965 - 0,005 - 0,005 = 39,955 \text{ мм}.$$

для элемента контролирующего внутренний диаметр 32,4 мм:

$$d_{k3max} = 32,4 - 0,04 + 0,005 = 32,365 \text{ мм};$$

$$d_{k3min} = 32,365 - 0,005 = 32,360 \text{ мм};$$

$$d_{k3-W} = 32,365 - 0,005 - 0,005 = 32,355 \text{ мм}.$$

для базового измерительного элемента:

$$d_{k0max} = d_{G0-W} + H_0, \quad (91)$$

где d_{k0max} – наибольший предельный размер базового измерительного элемента нового калибра;

d_{G0-W} – размер предельно изношенного поэлементного проходного калибра, предназначенного для контроля размера поверхности изделия.

$$d_{k0max} = 46 + 0,005 = 46,005 \text{ мм}.$$

$$d_{k0min} = d_{G0-W}, \quad (92)$$

где d_{k0min} – наименьший предельный размер базового измерительного элемента нового калибра.

$$d_{k0min}=46 \text{ мм.}$$

$$d_{k0-W}=d_{G0-W}+H_0+W_0; \quad (93)$$

$$d_{k0-W}=46+0,005+0,005=46,010 \text{ мм.}$$

для измерения остальных элементов:

$$d_{kmax}=D_{min}-T_p+F+H_0; \quad (94)$$

$$d_{kmax}=32,360-0,008+0,012+0,005=32,369 \text{ мм.}$$

$$d_{kmin}=d_{kmax}-H; \quad (95)$$

$$d_{kmin}=32,369-0,005=32,364 \text{ мм.}$$

$$d_{k-W}=d_{kmax}-H-W; \quad (96)$$

$$d_{k-W}=32,369-0,005-0,005=32,359 \text{ мм.}$$

3.4 Проектирование специального режущего инструмента

В качестве специального режущего инструмента спроектируем – резец-трубчатый.

Этот режущий инструмент является прогрессивным, способствующий одновременно обрабатывать несколько труднодоступных поверхностей, тем самым обеспечивая высокую эффективность производства и качество продукции. Высокая производительность обеспечивается за счет сокращения вспомогательного времени, связанного со сменой инструмента и его

переходами. Работа этими инструментами позволяет уменьшить потребное количество станков, производственных площадей, номенклатуру инструмента.

Исходными данными являются:

- обрабатываемый материал сталь 20Л ГОСТ 977-88;
- наибольший диаметр кольцевой канавки $D_{\max} = 41,84_{-0,022}$ мм;
- наименьший диаметр кольцевой канавки $D_{\min} = 38,23^{+0,08}$ мм;
- длина обрабатываемой кольцевой канавки вдоль оси резца $L=8^{+0,36}$ мм.

Материал резца-трубчатого – быстрорежущая сталь Р18 ГОСТ 19265-73.

Для резца принимаем передний угол $\beta = 10^{\circ}$, задний угол $\alpha = 12^{\circ}$, угол при вершине $\varphi = 1^{\circ}$.

Произведем расчет на прочность при кручении.

Определим диаметр хвостовика резца

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 10^3 \times \dot{I}_{\varepsilon\delta}}{\pi \times \tau_{\varepsilon}}}, \quad (97)$$

где τ_{ε} - допускаемое напряжение при кручении, $\tau_{\varepsilon} = 560$ МПа;

$\dot{I}_{\varepsilon\delta}$ - крутящий момент, Н×м.

$$\dot{I}_{\varepsilon\delta} = 10 \times \tilde{N}_i \times D^q \times s^y \times K_p, \quad (98)$$

где \tilde{N}_i, D^q, s^y - коэффициенты и показатели степени, $\tilde{N}_i = 0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$;

$$K_p = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n;$$

$$\hat{E}_D = K_{iD} = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,35} = 0,82;$$

$$\dot{i}_{\varepsilon\delta} = 10 \times 0,0345 \times 41,8^{2,0} \times 0,15^{0,8} \times 0,82 = 109 \text{ Н}\times\text{м}.$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 10^3 \times 10,9}{3,14 \times 560}} = 10 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр хвостовика по стандартному ряду чисел ГОСТ 6636-69 $d=15\text{мм}$.

3.5 Анализ уровня автоматизации технологического процесса. Выбор средства автоматизации

Система лазерного контроля обработки детали

Системы лазерного контроля направлены на создание резервов технологической точности. Под резервом технологической точности понимается запас, при котором погрешности, возникающие в результате обработки деталей, не выходят из пределов поля допусков на размер детали, обрабатываемой на высокоточном оборудовании с ЧПУ. В любом АСУ оборудованием с ЧПУ для получения информации о ходе технологического процесса используются измерительные преобразователи различного типа, электромагнитные, фотоэлектрические, оптические, лазерные и т.д., выполняющие функции контроля или измерения различных параметров ТП обработки детали: скорости резания, износа режущего инструмента, шероховатости обрабатываемых поверхностей детали и др.

Требования к измерительным преобразователям:

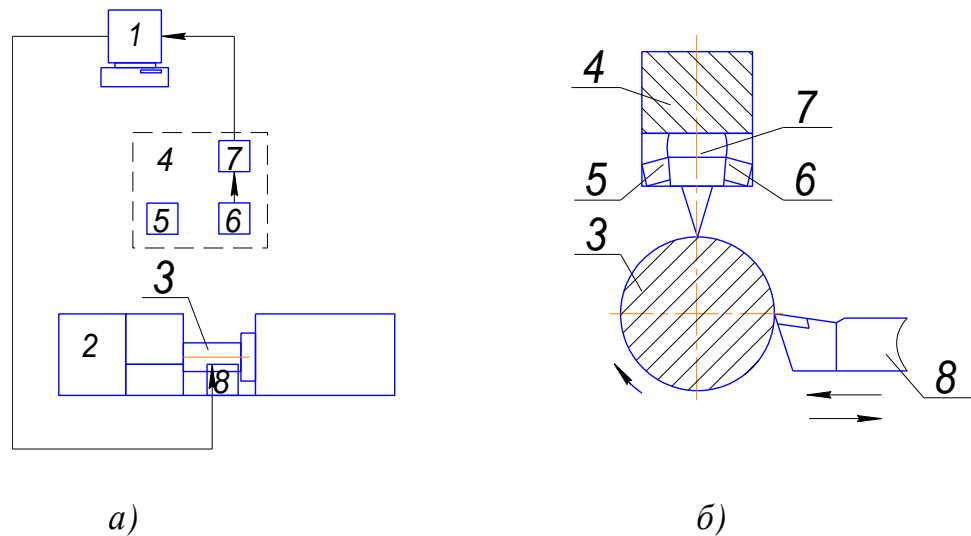
- бесконтактный способ измерения технологических параметров при большом расстоянии от самого преобразователя до поверхностей детали для обеспечения его надежности;
- линейности выходной характеристики в диапазоне, определяемом припуском на обработку;
- постоянность времени, длительность не более одного оборота детали;
- независимость результатов размерного контроля от измерения шероховатости детали, ее вращения, наличия вибраций, воздействия смазочно-охлаждающей жидкости.

Наиболее трудно управляемыми погрешностями с точки зрения обработки деталей на оборудовании с ЧПУ являются такие величины, как колебание припусков на обработку детали, колебание твердости материала детали, случайные колебания режимов резания и т.д. Следовательно, системы активного контроля должны использоваться не только на чистовых операциях, но и на заготовительных операциях.

Перспективным в развитии систем активного контроля представляется использование лазерных измерительных систем, позволяющая осуществлять измерение линейных и диаметральных размеров поверхностей детали. Основная область применения измерительных преобразователей на станках с ЧПУ. Также с помощью лазерных преобразователей можно выполнять бесконтактный контроль за скоростью перемещения, а в некоторых случаях и контролировать шероховатость поверхностей деталей.

Принцип работы лазерных преобразователей заключается в том, что исследуемый объект, которым является контролируемая поверхность детали, интенсивно облучается лазерным лучом под определенным углом. После отражения от поверхности детали лазерный луч попадает на специальное устройство, которое преобразует световой сигнал в электрический. В качестве устройства, принимающего световой сигнал и преобразующего его в электрический. Затем электрический сигнал преобразуется в цифровой и

передается на ВУ, применяемое для расшифровки координат исследуемого объекта с помощью специальных алгоритмов, а также для непосредственного управления ИМ оборудования с ЧПУ[17].



а) структурная схема
 б) схема измерения
 Рисунок 7 - Система активного контроля

Рассмотрим принцип действия системы активного контроля оборудования с ЧПУ, имеющей в своей структуре лазерный преобразователь, состоящий из контроллера и приемника лазерного луча, а также ВУ. Система активного контроля содержит элементы и работает следующим образом:

- 1 – ВУ ПЭВМ;
- 2 – оборудование (станок) с ЧПУ;
- 3 – деталь;
- 4 – лазерный преобразователь;
- 5 – излучатель лазерного луча;
- 6 – матрица ПЗС;
- 7 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- 8 – ИМ оборудования с ЧПУ.

Излучатель 5 направляет лазерный луч в заданную точку рабочего пространства на исследуемой детали 3 с помощью ВУ 1. Отраженный

лазерный луч от детали воспринимает матрица ПЗС 6, которая преобразует световой сигнал в электрический и передает его на АЦП 7. Цифровой сигнал АЦП 7 передается на ВУ 1, где с помощью вычислительных процедур определяется текущий размер поверхности детали и вырабатывается сигнал коррекции, передаваемый на ИМ оборудования с ЧПУ 8, если это требуется.

В ходе экспериментального исследования лазерного преобразователя системы активного контроля установлено, что вибрации технологической системы “станок-приспособление-инструмент-деталь” в процессе обработки на станках с ЧПУ (16К20Ф305, 6Р11Ф3) не влияют на точность системы активного контроля. Стружка образующаяся в процессе обработки детали и поступающая в зоны резания и измерения, а также смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности контролируемой детали ”Корпус механизма сопряжения” в зоне резания.

В настоящее время перспективно использовать в структуре систем активного контроля лазерные преобразователи, которые хотя и отличаются более сложной конструкцией по сравнению с электромагнитными или фотоэлектрическими, но позволяют осуществлять более точные измерения шероховатостей исследуемых поверхностей деталей при больших величинах контролируемых перемещений.

4 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

4.1 Стандартизация

Для правильной организации деятельности по стандартизации в цехе, в котором находится участок обработки детали "Корпус механизма сопряжения" при проектировании, анализировались данные серийности производства, об ассортименте деталей. На основе этих данных, а так же разработанной конструкторской и технологической документации на деталь определялись оптимальные типы станков и оборудования, их параметры с учетом обеспечения максимальной взаимозаменяемости деталей "Корпус механизма сопряжения", наиболее оптимальные материалы, номенклатура стандартных деталей.

При совершенствовании технологического процесса производилась стандартизация всех элементов производственного процесса. Эти элементы можно распределить на три группы.

К первой можно отнести все элементы, составляющие основу производственного процесса. Это, прежде всего сырье, материалы, оборудование, детали, а так же конструкторско-технологическая документация.

Вторая группа включает элементы, составляющие основу производственного процесса. Это инструменты, вспомогательное оборудование, ремонт.

Третья группа состоит из элементов, связанных с регулированием производственных процессов. Это контроль, методы испытаний оборудования, рабочих мест.

Взаимосвязь стандартизации с производством наиболее полно проявляется в стандартизации технологических процессов как совокупности всех действий по превращении заготовок в готовые детали согласно техническим условиям.

В соответствии с задачей стандартизации технического процесса при проектировании широко использовать методы стандартизации и нормативно-технологическая документация:

-конструкторская документация и чертежи выполнены соответственно со стандартами ЕСКД и ГОСТ 2.109-85, ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 2.316-68 рациональное ограничение номенклатуры, марок и ассортимента применения дорогих материалов;

-технологическая документация выполнена в соответствии с ГОСТ 3.1103-82, ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1118-82, ГОСТ 3.1120-83, ГОСТ 3.1122-84, ГОСТ 3.1404-86;

-допуски и посадки выбирались из предпочтительного ряда посадок по ГОСТ 25347-82;

-методика процессов технологического контроля производилась с учетом ГОСТ 16504-84;

-допуски формы и расположения поверхностей назначались по ГОСТ 2.4642-81, ГОСТ 2789-78, ГОСТ 2309-83, ГОСТ 16319-80;

-метрологическое обеспечение по ГОСТ 8.417-81.

4.2 Порядок предъявления и приемки готовой продукции

Отделу технического контроля и заказчику может быть предъявлена только готовая продукция. Готовой продукцией считается данное изделие, деталь, законченная в процессе производства и доведенная до норм, требований технической документации.

При предъявлении продукции на контроль БЦК, производится контроль качества продукции самим исполнителем, представляется вся необходимая техническая и сопроводительная документация.

Предъявление готовую деталь работнику БЦК осуществляется производственным мастером, который предварительно должен лично убедиться в качестве изготовленной продукции и ее соответствии Если в

соответствии с технологическим процессом деталь “Корпус механизма сопряжения” должна подвергаться специализированному контролю БЦК с помощью специальных средств, которые невозможно предусмотреть в технологическом процессе для рабочего, такая продукция полностью проверяется контролером БЦК. В операционной карте технического контроля должно быть указано: "Проверять по размеру сплошным контролем". При этом выявленные дефекты не являются основанием для прекращения контроля продукции. Дефектная продукция возвращается для исправления с указанием вида или характера дефекта. Перечень подобных операций должен быть согласован с начальником ОТК завода.

Бюро цехового контроля (БЦК) является частью общезаводского отдела технического контроля (ОТК). Задачей технического контроля является выявление качества материала, проверка размеров, геометрической формы и качества обработанных поверхностей деталей. Требования, предъявляемые при контроле, должны соответствовать техническим условиям, установленным на приемку материалов и готовых изделий. Правильность размеров деталей после обработки проверяется измерительными и специальными контрольными инструментами, приборами и приспособлениями. Для проверки средств измерения предусматривается контрольно-проверочный пункт, который производит в установленные сроки проверку всех применяемых измерительных инструментов и приспособлений.

При обработке детали "корпус датчика авиационного" применяются следующие виды контроля: летучий, промежуточный и окончательный.

Летучий контроль выполняется в форме периодических проверок деталей в процессе их изготовления для предупреждения массового брака. Наиболее эффективным методом летучего контроля является статистический контроль. Летучему контролю подвергаются первые детали, обработанные после наладки или переналадки станка, а так же другие детали после

определенных операций. Результаты контрольных измерений отмечаются на графиках статистического контроля. В случае обнаружения отклонения оси допустимых размеров к границам допускаемых отклонений контролер сообщает об этом мастеру, который должен принять меры по устранению обнаруженных отступлений.

Промежуточный контроль производится между операциями, когда деталь прошла одну операцию и должна поступить на следующую.

Окончательный контроль производится после полной обработки детали. Проверка производится в БЦК, куда деталь поступает после последней операции.

Для более рационального выполнения контроля разрабатывается технологический процесс контроля. При его наличии контролеры выполняют проверку деталей не по своему усмотрению, а по установленному классу контрольных операций.

5 НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Тепловые процессы в токарных станках с числовым программным управлением.

При работе токарного станка в его опорах выделяется теплота трения, которая частично рассеивается в окружающую среду, а частично нагревает станок. Большое внимание следует уделить температурным деформациям этого станка, описывать эти явления и указать на то, что тепловые смещения шпинделя сильно влияют на точность токарных станков. В основном ось шпинделя в процессе разогрева станка перемещается в пространстве на несколько десятков микрометров, что превышает на один-два порядка точность изготовления детали. Для выяснения данной проблемы были проведены экспериментальные исследования [16].

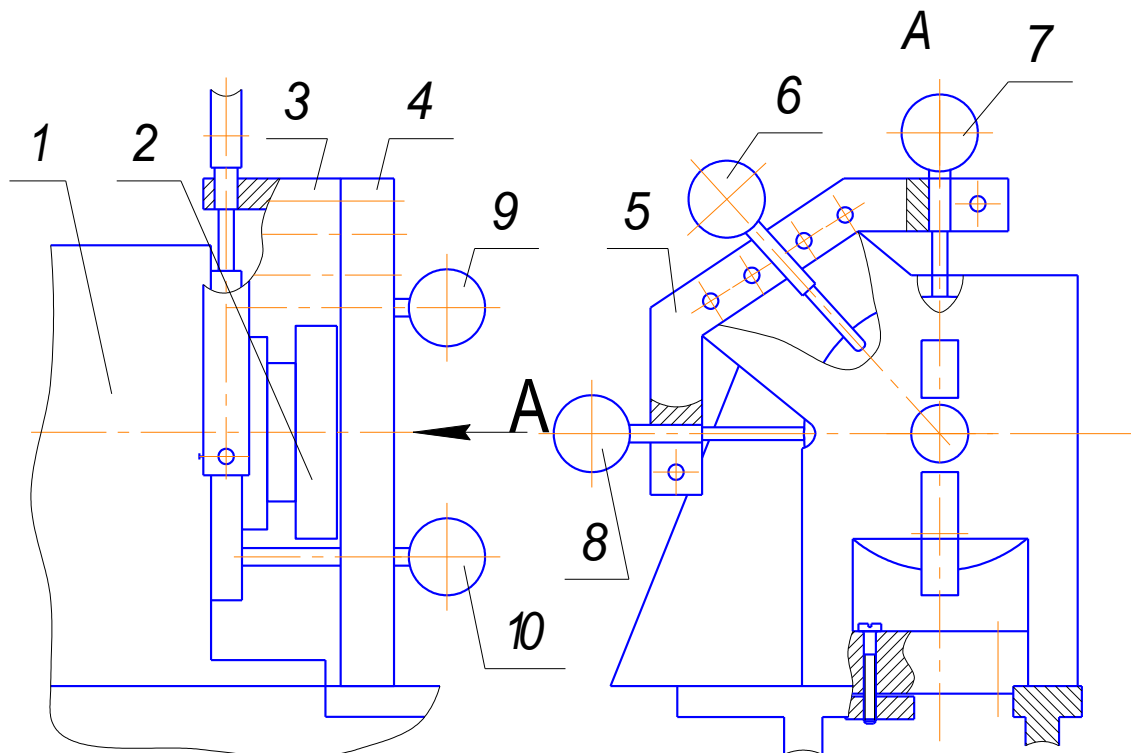


Рисунок 8 - Схема экспериментальной установки

На станине токарного станка устанавливали стойку 4, которая через проставку 3 соединялась с державкой 5. В державки устанавливали три

индикатора часового типа с точностью измерений 1мкм. Наконечники индикаторов взаимодействуют с крышкой, которая закрывает переднюю опору шпинделя 2 шпиндельной бабки 1 токарного станка. Индикаторы 6-8 были установлены таким образом, чтобы индикатор 7 измерял смещение крышки в вертикальной плоскости (ось Y), индикатор 8 - в горизонтальной плоскости (ось X) и индикатор 6 – в продольном направлении станка (ось Z). В процессе испытаний выяснилась необходимость установки еще двух индикаторов 9 и 10, которые располагались по вертикальной оси Y, для фиксирования перекоса крышки шпиндельной бабки 1 в вертикальной плоскости. Для этого в предварительно просверленные отверстия в корпусе шпиндельной бабки устанавливали терморезисторы.

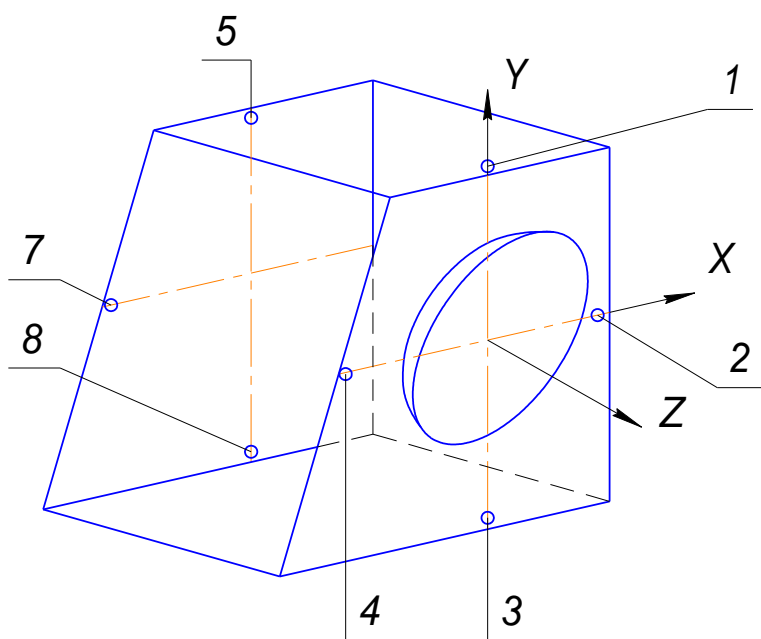


Рисунок 9 - Схема установки терморезисторов

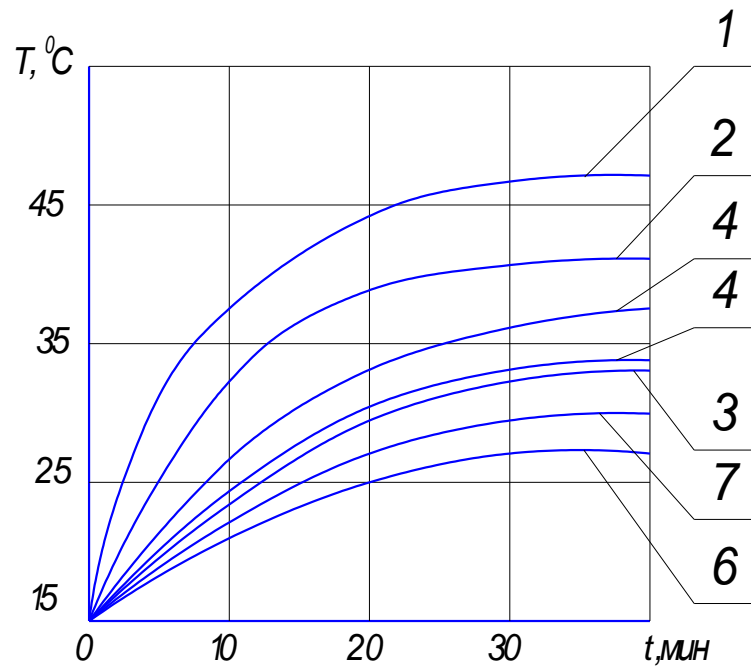


Рисунок 10 - Схема кривых изменений температуры

Результаты эксперимента представлены на рисунках 8, 9 и 10. На рисунке 8 с момента включения холодного станка до выхода его на установившийся тепловой режим при частоте вращения шпинделя $n=1000\text{об/мин}$. Время выхода на установившийся тепловой режим по всем датчикам не превышает $t=40$ мин. На рисунке 10 видно, что температура во всех точках измеряется строго взаимосвязано. Это означает, что любая точка корпуса шпиндельной бабки характеризует общее его тепловое состояние. Максимальная температура наблюдалась в точке 1. Это объясняется тем, что верхняя стенка шпиндельной бабки отдает тепло только в окружающую среду. Минимальная температура была зафиксирована в точке 6. Это объясняется тем, что от нижней стенки корпуса шпиндельной бабки интенсивно отводится тепло в станину станка. Температура передней стенки шпиндельной бабки выше температуры задней стенки. Так, температура в точке 1 выше, чем в точке 5, в точке 4 выше, чем в точке 7, а в точке 3 выше, чем в точке 6. Это объясняется тем, что в передней опоре шпинделя токарного станка установлены два радиально-упорных подшипника, а в

задней опоре – только один радиально-упорный подшипник. Максимальная разница температур (около 20°C) была зафиксирована между точками 1 и 6. Исследования теплового состояния шпиндельной бабки при работе станка на разных частотах вращения шпинделя показали, что разность температур в точке 6 при работе станка а частотой вращения шпинделя $n=500$ и 1600об/мин составила около 23°C .

Обработка экспериментальных данных показала, что максимальное перемещение оси шпинделя, измеренное индикатором 8 (см. рисунок 8), не превышает $1\div 2$ мкм. Это подтверждает тем, что разность температур между точками 2 и 4 (см. рисунок 9) не превышает 4°C . Максимальное перемещение 49 мкм зафиксировано индикатором 7 при частоте вращения шпинделя $n=1000\text{об/мин}$.

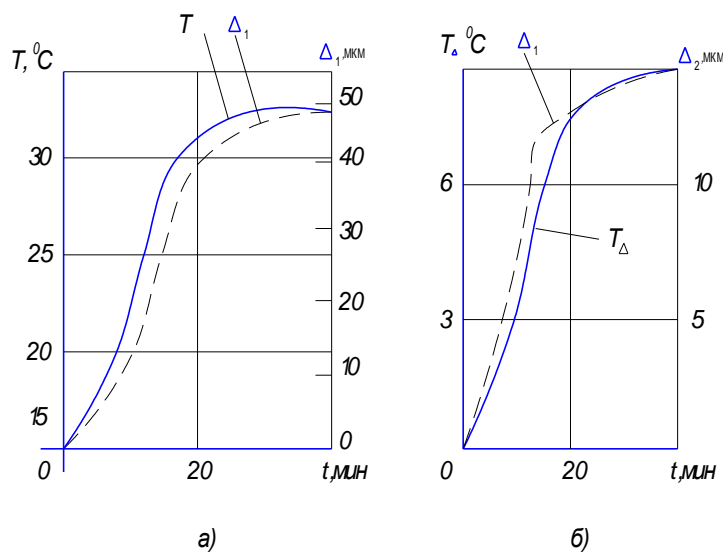


Рисунок 11 - Схема изменения температуры при разогреве станка

На рисунке 11а показаны изменение температуры T в точке 3 при разогреве станка и перемещение Δ_1 оси шпинделя по оси Y . Из рисунке 11а видно, что обе кривые проходят на близком расстоянии друг от друга, при

этом заметно некоторое отставание во времени перемещения Δ_1 от температуры T .

Рассмотрим влияние смещения оси шпинделя на показатели точности в плоскости, перпендикулярной к оси детали. Выше отмечалось, что передняя стенка корпуса шпиндельной бабки нагревается больше, чем задняя. Средняя температура передней стенки корпуса шпиндельной бабки при частоте вращения шпинделя $n=1000$ об/мин составляет 39°C , в то время как средняя температура задней стенки 30°C . При этом нижний индикатор 10 (см. рисунке 8) показал перемещение на 15 мкм больше по сравнению с показателями верхнего индикатора 9. На рисунке 11б показаны две кривые:

$\dot{O}_{\Delta} = \dot{O}_{i\dot{a}\dot{d}} - \dot{O}_{\dot{c}\dot{a}\dot{i}}$ - изменение разности средних температур передней и задней стенок корпуса шпиндельной бабки во времени; Δ_2 - поворот торцевой поверхности фланца шпинделя. Обе кривые расположены довольно близко одна к другой. Таким образом, в результате неравномерного нагревания передней и задней стенок корпуса шпиндельной бабки фланец шпинделя поворачивается в плоскости YOX . Однако это смещение не влияет на показатели точности в торцовом сечении, так как оно происходит только по оси X , которая проходит через вершину резца.

Если бы наблюдался поворот фланца шпинделя относительно оси Y , то биение торцевой поверхности обрабатываемой детали определялось бы по формуле:

$$\Delta_{\dot{a}} = R \times \frac{l}{b+a+k}, \quad (99)$$

где R – радиус обработки детали, на котором определяется биение;

l – смещение оси шпинделя по оси X ;

b – расстояние между опорами шпинделя;

a – длина консольной части шпинделя;

k – расстояние от торца обрабатываемой детали до торца шпинделя.

Из формулы видно, что значение Δ_a будет во многом зависеть от наружного диаметра детали.

При обработке длинных деталей тепловое смещение оси шпинделя по оси Y практически не влияет на образование конусности, а смещение по оси X будет вызывать образование конусности соответствующей величины.

Таким образом, смещение оси шпинделя при выходе станка на установившийся тепловой режим по оси Y не влияет на регламентированные показатели точности, и только смещение по оси X приводит к возникновению погрешностей размеров, формы и взаимного расположения обработанных поверхностей. Поэтому при конструировании необходимо принимать конструктивные решения, направленные на ограничение перемещения оси шпинделя по оси X.

6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При разработке технологического процесса учтены недостатки присущие базовому и проведены соответствующие изменения.

В выбранном варианте технологического процесса осуществляется замена метода получения заготовки, в результате чего годовой экономический эффект составляет 421094,3 рублей; к тому же уменьшение припусков существенно удешевит процесс механической обработки. Так же осуществлен перевод обработки с универсального оборудования на станки с ЧПУ, что позволит значительно сократить вспомогательное время. На операции 020 токарная планируется применить специальный инструмент, позволяющий одновременно обрабатывать три поверхности, что в свою очередь, позволит уменьшить основное время обработки вдвое. На операции 040 слесарная применяется специальная ультразвуковая ванна УЗВ1, позволяющая удалить заусенцы с поверхности детали и осуществить ее промывку. Применение такой ванны, также даст экономию основного и вспомогательного времени за счет одновременной очистки нескольких деталей.

6.1 Технико-экономическое обоснование проектного варианта технологического процесса изготовления детали "корпус авиационный"

Расчет экономической эффективности проводится по максимуму результата, так как критерий минимума затрат применим при полном сопоставлении вариантов по объему производства, уровню качества продукции. Это условие не выполняется, так как базовый и проектируемый технологические процессы отличаются по объему производства.

Стоимость основных материалов для базового и проектируемого технологических процессов определена и составляет:

для базового: Мзаг.прокат = 16,96 руб.

для проектируемого: $M_{заг.отливки} = 11,51$ руб.

Далее проводятся расчеты по определению приведенного экономического эффекта сравниваемых технологических процессов.

Базовый технологический процесс.

Основная заработная плата производственных рабочих.

Определим средний разряд работ по формуле:

$$\times_{\bar{N}D} = \frac{\sum_{i=1}^b t_i \times i}{\sum_{i=1}^b t_i}, \quad (100)$$

Таблица 11 - Варианты технологического маршрута

Базовый технологический процесс					Проектируемый технологический процесс				
№ _{опер}	Наименование операции	Модель станка	Разряд работ	T _{шт. мин.}	№ _{опер}	Наименование операции	Модель станка	Разряд работ	T _{шт. мин.}
005	Заготовительная	-	-	-	005	Заготовительная	-	-	-
010	Токарная	16K20	5	0,20	010	Контрольная	-	-	-
015	Фрезерная	6P11	5	0,08	015	Токарная	16K20Ф305	4	0,028
020	Сверлильная	2H118	4	0,03	020	Токарная	16K20Ф305	4	0,0478
025	Слесарная	Верстак слесарный	3	0,05	025	Фрезерная	6P11Ф3	4	0,0393
030	Моечная	Моечная ванна	-	-	030	Фрезерная	6P11Ф3	3	0,0283
035	Контрольная	-	-	-	035	Сверлильная	2H118	4	0,0104
					040	Слесарная	УЗВ1	3	-
					045	Контрольная		-	-
Итого		0,36			Итого		0,1538		

где t_i - трудоемкость соответствующего разряда работ, н-ч;
 i - разряд работ.

$$\times_{\bar{N}D} = \frac{5 \times 0,28 + 4 \times 0,03 + 3 \times 0,05}{0,36} = \frac{1,67}{0,36} = 4,64.$$

Для оценки эффективности проекта используются показатели:

- 1) Чистая приведенная стоимость NPV;
- 2) Индекс рентабельности PI;
- 3) Внутренняя норма прибыли IRR;
- 4) Период окупаемости PP;
- 5) Дисконтированный период окупаемости DPP;
- 6) Пороговое количество, порог рентабельности и запас финансовой прочности производства конкретной продукции.

Для расчета выше указанных показателей для базового технологического процесса составляется таблица определения исходных показателей по годам,

с учетом индексации цен по годам в размере 5%.

Таблица 12 - Величина исходных показателей по годам для базового технологического процесса

Показатель	Единица измерения	Годы					
		1	2	3	4	5	6
1.Выручка	тыс.руб	4611	4749	4891	5037	5188	5343
2.Себестоимость	тыс.руб	3690	3801	3915	4032	4153	4278
3.Налоговая база	тыс.руб	921	948	976	1005	1035	1065
4.Налог на прибыль	тыс.руб	221	228	235	241	249	256
5.Чистая прибыль	тыс.руб	700	720	741	764	786	809

Коэффициент дисконтирования принимается в размере 10% ($E_n = 10\%$).

Первоначальные инвестиции, используемые при расчете, равны:

IC = 1900 тыс. руб.

Определим чистую приведенную стоимость

$$NPV = \sum \frac{F \times V}{(1+r)^k} - IC, \quad (101)$$

где $\sum \frac{F \times V}{(1+r)^k}$ - сумма чистых денежных поступлений;

IC - первоначальные инвестиции тыс.руб.

$$NPV=700 \times 0,91 + 720 \times 0,83 + 741 \times 0,75 + 764 \times 0,68 + 786 \times 0,62 + 809 \times 0,56 - 1900 = 1350 \text{ тыс.руб.}$$

Определим индекс рентабельности инвестиций, который характеризует доход на один рубль затрат по формуле

$$PI = \frac{\sum \frac{FV}{(1+r)^k}}{IC}, \quad (102)$$

где $\sum \frac{FV}{(1+r)^k}$ - чистый суммарный доход, тыс. руб.

$$PI = \frac{3250}{1900} = 1,71.$$

Используя метод последовательных итераций, выбирается значение коэффициента дисконтирования r_2 таким образом, чтобы в интервале $(r_1; r_2)$ функция $NPV = f(r)$ меняла свое значение с положительного на отрицательное.

При коэффициенте дисконтирования $r = 55\%$ чистая приведенная стоимость равна:

$$NPV = 700 \times 0,65 + 720 \times 0,41 + 741 \times 0,27 + 764 \times 0,17 + 786 \times 0,112 + 809 \times 0,07 - 1900 = -676 \text{ тыс. руб.}$$

Определим внутренний коэффициент рентабельности

$$IRR = r_1 + \frac{f(r_1)}{f(r_1) - f(r_2)} \times (r_2 - r_1), \quad (103)$$

где r_1 - ставка дисконта, обеспечивающая положительное значение NPV;
 r_2 - ставка дисконта, обеспечивающая отрицательное значение NPV.

$$IRR = 10 + \frac{1350}{1350 - (-676)} \times (55 - 10) = 39\% .$$

Определим период окупаемости

$$PP = 1 + \frac{1900 - 630}{567} = 3,24 \text{ года.}$$

При расчете дисконтированного периода окупаемости необходимо учесть коэффициент дисконтирования при поступлении дохода.

Таблица 13 - Поступления с учетом коэффициента дисконтирования для базового технологического процесса

Годы	1	2	3	4	5	6
Поступления с учетом коэффициента дисконтирования, тыс.руд., $r=10\%$	630	567	510	459	413	372

Таким образом, дисконтированный период окупаемости:

$$DPP = 2 + \frac{1900 - 630 - 567}{510} = 3,38 \text{ года.}$$

Пороговое количество, порог рентабельности и запас финансовой прочности производства конкретной продукции участка определяются в следующей последовательности.

Определим переменные затраты в себестоимости продукции

$$C_v = M + \zeta_0 + \zeta_A + \hat{I}_{\text{пр}}, \quad (104)$$

где M – стоимость основных материалов, руб.;

$ЗП_0$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$ЗП_д$ – дополнительная зарплата производственных рабочих составляет 18% от основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих руб.;

O_{cc} – отчисления на соцстрахования: 26% от основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих, руб.

$$C_v = 16,96 + 15,16 + 0,18 \times 15,16 + 0,26 \times (15,16 + 0,18 \times 15,16) = 39,50 \text{ руб.}$$

Таблицы 14 - Показатели оценки эффективности для базового технологического процесса

Показатели	Единица измерения	Значения показателей
Ставка дисконта	%	10
Чистая приведенная стоимость	тыс.руб.	1350
Индекс рентабельности	-	1,71
Внутренний коэффициент рентабельности	%	39
Период окупаемости	года	3,24
Дисконтированный период окупаемости	года	3,38
Пороговое количество товара	шт.	23189
Порог рентабельности	тыс.руб.	3341
Запас финансовой прочности	тыс.руб.	1270
	%	27

Для расчета показателей для проектируемого технологического процесса составляется таблица определения исходных показателей по годам.

Таблица 15 - Величина исходных показателей по годам для проектируемого технологического процесса

Показатель	Единица измерения	Годы					
		1	2	3	4	5	6
1.Выручка	тыс.руб.	4990	5240	5502	5777	6066	6370
2.Себестоимость	тыс.руб.	3991	4110	4233	4360	4578	4716
3.Налоговая база	тыс.руб.	999	1130	1269	1417	1488	1654
4.Налог на прибыль	тыс.руб.	239	271	304	340	357	396
5.Чистая прибыль	тыс.руб.	760	859	965	1077	1131	1258

Первоначальные инвестиции, используемые при расчете, равны:
 $IC = 2800$ тыс. руб.

Определим чистую приведенную стоимость по формуле (109)

где $\sum \frac{F \times V}{(1+r)^k}$ - сумма чистых денежных поступлений;

IC - первоначальные инвестиции тыс.руб.

$$NPV = 760 \times 0,91 + 859 \times 0,83 + 965 \times 0,75 + 1077 \times 0,68 + 1131 \times 0,62 + 1258 \times 0,56 - 2800 = 1466 \text{ тыс.руб.}$$

Определим индекс рентабельности инвестиций, который характеризует доход на один рубль затрат по формуле (110)

где $\sum \frac{FV}{(1+r)^k}$ - чистый суммарный доход, тыс. руб.

$$PI = \frac{4266}{2800} = 1,53.$$

Используя метод последовательных итераций, выбирается значение коэффициента дисконтирования r_2 таким образом, чтобы в интервале $(r_1; r_2)$ функция $NPV = f(r)$ меняла свое значение с положительного на отрицательное.

При коэффициенте дисконтирования $r = 80\%$ чистая приведенная стоимость равна:

$$NPV = 760 \times 0,56 + 859 \times 0,31 + 965 \times 0,18 + 1077 \times 0,1 + 1131 \times 0,06 + 1258 \times 0,03 - 2800 = -1721 \text{ тыс.руб.}$$

Определим внутренний коэффициент рентабельности по формуле (111)

где r_1 - ставка дисконта, обеспечивающая положительное значение NPV;

r_2 - ставка дисконта, обеспечивающая отрицательное значение NPV.

$$IRR = 10 + \frac{1466}{1466 - (-1721)} \times (80 - 10) = 43\% .$$

Определим период окупаемости

$$PP = 1 + \frac{2800 - 684}{616} = 4,43 \text{ года.}$$

При расчете дисконтированного периода окупаемости необходимо учесть коэффициент дисконтирования при поступлении дохода.

Таблица 16 - Поступления с учетом коэффициента дисконтирования для проектируемого технологического процесса

Годы	1	2	3	4	5	6
Поступления с учетом коэффициента дисконтирования, тыс.руд., $r=10\%$	684	616	555	500	450	405

Таким образом, дисконтированный период окупаемости:

$$DPP = 2 + \frac{2800 - 684 - 616}{555} = 4,7 \text{ года.}$$

Пороговое количество, порог рентабельности и запас финансовой прочности производства конкретной продукции участка определяются в следующей последовательности.

Определим переменные затраты в себестоимости продукции по формуле (112)

где M – стоимость основных материалов, руб.;

$ЗП_0$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$ЗП_д$ – дополнительная зарплата производственных рабочих составляет 18% от основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих руб.;

$О_{сс}$ – отчисления на соцстрахования: 26% от основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих, руб.

$$C_v = 11,51 + 6,16 + 0,18 \times 6,16 + 0,26 \times (6,16 + 0,18 \times 6,16) = 20,67 \text{ руб.}$$

Определим переменные затраты на годовую программу

$$C_v = 0,02067 \times 77265 = 1597 \text{ тыс.руб.}$$

Определим постоянные затраты по формуле (113)

где $НР$ – накладные расходы, равные 500% от $ЗП_0$.

$$C_{н} = 5 \times 6,16 \times 77265 = 2379 \text{ тыс.руб.}$$

$$C_v \times C_{н} = 1597 + 2379 = 3976 \text{ тыс.руб.}$$

Итоговые данные экономических расчетов сведем в таблицу:

Таблица 17 - Показатели оценки эффективности для проектируемого технологического процесса

Показатели	Единица измерения	Значения показателей
Ставка дисконта	%	10
Чистая приведенная стоимость	тыс.руб.	1492
Индекс рентабельности	-	1,53
Внутренний коэффициент рентабельности	%	43
Период окупаемости	года	4,43
Дисконтированный период	года	4,7

окупаемости		
Пороговое количество товара	шт.	54179
Порог рентабельности	тыс.руб.	3498
Запас финансовой прочности	тыс.руб.	1492
	%	30

Пороговое количество товара, порог рентабельности и запас финансовой прочности предприятия также определяются графическим путем.

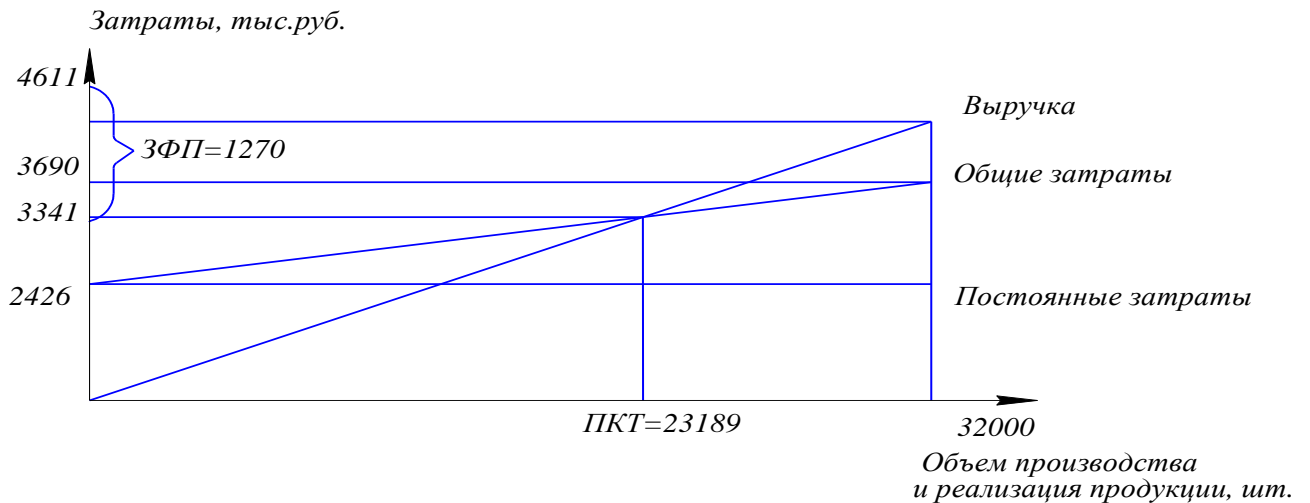


Рисунок 10 - ПКТ, ПР и ЗФП для базового технологического процесса

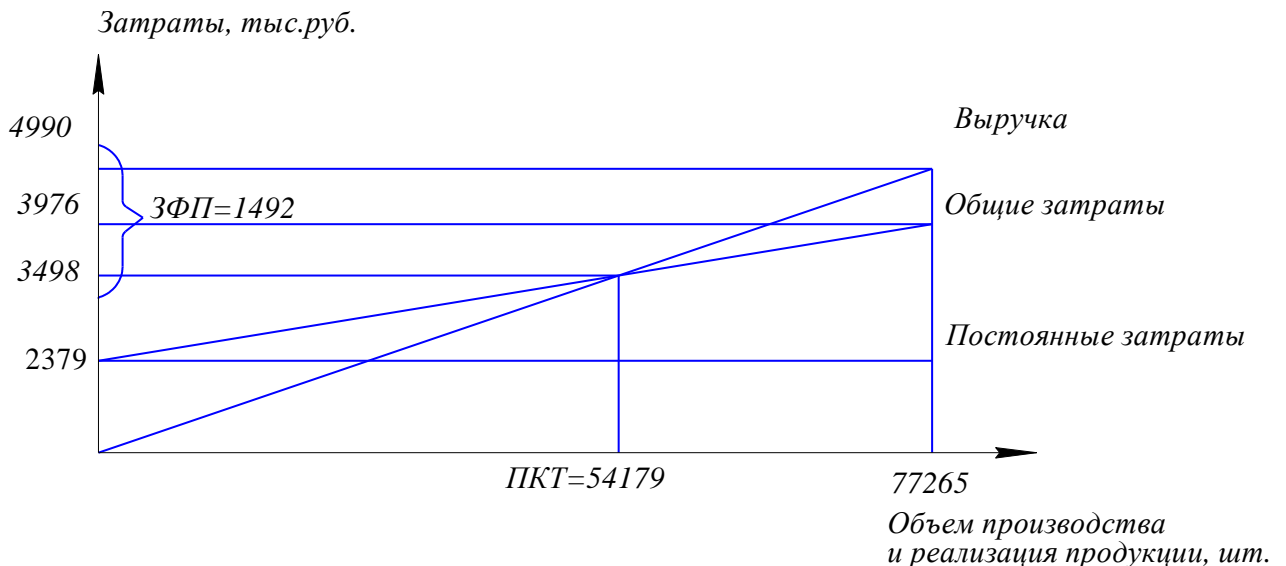


Рисунок 11 - ПКТ, ПР и ЗФП для проектируемого технологического процесса

На основании проведенных расчетов проектируемый технологический процесс по совокупности критериев более эффективен, нежели базовый; $NPV_{пр} > 0$, $PI_{пр} > 1$, $IRR_{пр} > WACC$, $DPP_б > DPP_{пр}$, $ЗФП_{пр} > ЗФП_б$.

При разработке технологического процесса учтены недостатки присущие базовому и проведены соответствующие изменения.

В выбранном варианте технологического процесса осуществляется замена метода получения заготовки, в результате чего годовой экономический эффект составляет 421094,3 рублей; к тому же уменьшение припусков существенно удешевит процесс механической обработки. Так же осуществлен перевод обработки с универсального оборудования на станки с ЧПУ, что позволит значительно сократить вспомогательное время. На операции 020 токарная планируется применить специальный инструмент, позволяющий одновременно обрабатывать три поверхности, что в свою очередь, позволит уменьшить основное время обработки вдвое. На операции 040 слесарная применяется специальная ультразвуковая ванна УЗВ1, позволяющая удалить заусенцы с поверхности детали и осуществить ее промывку. Применение такой ванны, также даст экономию основного и вспомогательного времени за счет одновременной очистки нескольких деталей.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

7.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 18 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологиче ский процесс	Технолог ическая операция , вид выполняе мых работ	Наименова ние должности работника, выполняю щего технологич еский процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособлени е	Материалы, вещества
1	Фрезеровани е	Универса льно- фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный 6P11	Металл, СОЖ
2	Сверление	Сверлиль ная операция	Оператор станка с ЧПУ	Сверлильный 2Н118	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная	Оператор станка с ЧПУ	Токарный 16K20	Металл, СОЖ

7.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 19 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень	Фрезерный 6P11

		шума на рабочем месте	
2	Сверлильная	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Сверлильный 2Н118

7.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 20 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
3	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
4	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
5	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Беруши

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

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

7.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);
- 6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 7.4.

Таблица 21 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок механической обработки	Многоцелевой станок мод. МС-32, резьбонарезной станок мод. 5991	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

7.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Таблица 22 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установленные системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные, пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

			пожар ные				
--	--	--	--------------	--	--	--	--

7.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 23 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерный, токарный, сверлильный станки	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и

	обнаружения, оповещения тушения пожаров	и	средств извещения о пожаре
--	---	---	-------------------------------

7.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

7.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 7.7.

Таблица 24 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование	Структурные составляющие	Воздействия	Воздействие	Воздействие
технического объекта, технологического процесса	технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению,	технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного

	технологически е операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.			слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерова ние	Фрезерный станок	Пыль алюминиев ая	Взвешенные вещества, нефтепродук ы	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

7.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта) согласно нормативных документов.

Таблица 25 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного	Применение «сухих» механических пылеуловителей

воздействия на атмосферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

7.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления корпуса, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления корпуса координатно-измерительной машины Moga Primus, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны

средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.

2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

6 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

9 www.vniiinstrument.ru

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17 Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

- 25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.
- 26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.
- 27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.
- 28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.
- 29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.
- 30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.
- 31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.
- 32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.
- 33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

43 Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

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

46 Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

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

ПРИЛОЖЕНИЯ

Изм. № подл.	Попл. и дата	Взам. Изм. №	Изм. № дубл.	Попл. и дата	Кафедра ОТМП ТГУ		XXX.01100.00098	XXX.60140.00098									
					Кафедра ОТМП ТГУ	Корпус специальный											
Изм. № подл.	Попл. и дата	Взам. Изм. №	Изм. № дубл.	Попл. и дата	Инструмент (код и наименование)	режущий	измерительный	Раст. разд. Диаметр, Длина ширина	t	i	Режимы обработки			Тб			
											вспомогательный	Т15К6	S		п	V	
Токарная																	
Номер					Инструмент (код и наименование)												
7	Тонкое точение поверхности 14				Резец проходной	Т15К6	Скоба 25-50	ГОСТ 4731-53	45,85	4,3	0,075	1	0,1	1600	230	0,05	0,21
8	Точить поверхность 20 и 21 одногрязненно начисто				Специальный резец	Т15К6	ШЦ-1-125-0,1	ГОСТ 106-89	52	2	2	1	0,15	800	150,6	0,05	0,21
9	Чистовое точение пов. 22, 23 и фаски 0,5×45° мм пов. 24				Резец проходной	Т15К6	ШЦ-1-125-0,1	ГОСТ 106-89	45	10,8	0,42	1	0,15	1250	176,6	0,05	0,21
10	Точить резьбу М45×1,5 мм пов. 22				Резец резьбовой	Т15К6	Кольцо резьбовое	ГОСТ 1774-80	45	9,6	0,15	5	1,5	500	61,8	0,11	0,21
					Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	



Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. Изв. №	Изв. № дубл.	Подп. и дата

ГОСТ 3.1404-74 Форма 2			
XXX.01100.00098			
XXX.60140.000.98			

Кафедра ОТМП		ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ	
Д.00.00.00		Корпус специальный	

Литера	У					
--------	---	--	--	--	--	--

Номер цеха	Номер участка	Номер операции	Наименование операции			
	Мех	030	Фрезерная ЧПУ			

Наименование и марка материала	Масса детали	Профили и размеры	Заготовка	Твердость	Масса
Сталь 20Л ГОСТ977-88	0,081	Ø45×19,6	30HRC		0,125

Код, фонд, образц. дет.	Оборудование (наименование, модель)				
1	Станок вертикально-фрезерный БР11Ф3				

Принадлежности (код и наименование)	Поворотный стол	Оправка	Охлаждение
			MP-1y

Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)		Резц. Разм.		Режимы обработки					
	вспомогательный	режущий	Диаметр, ширина	Длина	T	i	S _z	V	T ₀	T _z
A	Установить и закрепить Заготовку в оправке на рабочем столе									

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Резаб.	Погалов	Лист
										Консулд.		
										Рук.	Разников	1
										Н.контр.	Витязков	Листов
										Угв.	Бобровский	2

См. чертёж Д.02.00.00

