

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.С. Торопов
подпись инициалы, фамилия
«_____» _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

«Разработка технологического процесса механической обработки основания
буксы»

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Руководитель _____ к.т.н., доц. каф. ЭМиАТ В.В. Платонов
подпись, дата должность, ученая степень инициалы,
фамилия

Выпускник _____ А.А. Гритчин
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан, 2023 г.

Продолжение титульного листа ВКР по теме: «Разработка технологического процесса механической обработки основания буксы»

Консультанты по разделам:

Технологическая часть
наименование раздела

подпись, дата

В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Конструкторская часть
наименование раздела

подпись, дата

В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть
наименование раздела

подпись, дата

В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Заключение на иностранном языке
наименование раздела

подпись, дата

Н.В. Чезыбаева
инициалы, фамилия

Нормоконтролер
наименование раздела

подпись, дата

М.М. Сагалакова
инициалы, фамилия

Студенту Гритчину Артёму Алексеевичу
фамилия, имя, отчество

Группа 29-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Тема выпускной квалификационной работы: Разработка технологического
процесса механической обработки основания буксы

Утверждена приказом по институту № 229 от 14.04.2023 г.

Руководитель ВКР В.В. Платонов, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭМиАТ,
ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1. Чертеж детали;

2. Годовая программа выпуска N = 200 шт.

Перечень разделов ВКР Технологическая часть; Конструкторская часть;
Экономическая часть.

Перечень графического материала: 1. Чертеж детали - 1 лист ф. А1;

2. 3D модели детали и заготовки- 1 лист ф. А1;

3. Технологический процесс на станке с ЧПУ – 1 лист ф. А1;

4. Приспособление зажимное №1 – 1 лист ф. А1; 5. Приспособление

зажимное №2 – 1 лист ф. А1; 6. Приспособление зажимное №3 – 1 лист ф.

А17. Приспособление зажимное №4 – 1 лист ф. А1

8. Техничко - экономические показатели – 1 лист ф. А1

Руководитель ВКР _____

подпись

В.В. Платонов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

А.А. Гритчин

инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 2023 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологического процесса механической обработки основания буксы» содержит 45 страниц текстового документа, 22 таблиц, 33 использованных источников, 8 листов графического материала.

В данной работе спроектирован технологический процесс изготовления основания буксы с применением гибкого производственного модуля ИС800ПФ4 с ЧПУ в условиях серийного производства.

В технологической части было проанализировано служебное назначение основания буксы, выполнен анализ чертежа детали, анализ технических требований и технологичности, произведен выбор способа получения заготовки, сделана разработка технологического процесса механической обработки, выполнен расчет и выбор припусков на механическую обработку, сделан расчет режимов резания и нормирования технологического процесса обработки основания буксы.

В конструкторской части были спроектированы зажимные приспособления для обработки основания буксы на гибком производственном модуле ИС800ПФ4.

В экономической части был сделан расчет стоимости основных фондов и амортизации. Проведен расчет фонда заработной платы. Выполнен расчет затрат на содержание и ремонт оборудования. Сделан расчет площадей и расчет количества рабочих.

В графической части работы были выполнены: чертеж основания буксы, карты технологического процесса обработки детали по спроектированному и базовому вариантам, чертежи зажимных приспособлений. Вынесены основные технико-экономические показатели.

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гритчин			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Платонов				5	45
Н. Контр.		Сагалакова			Реферат		
Учв.		Торопов					
					<i>ХТИ филиал СФУ</i>		

REPORT

The final qualifying work on the topic "Development of the technological process of mechanical processing of the base of the axle box" contains 45 pages of a text document, 22 tables, 33 sources used, 8 sheets of graphic material.

In this paper, the technological process of manufacturing the base of the axle box with the use of a flexible production module IS800PF4 with CNC in serial production conditions is designed.

In the technological part, the service purpose of the base of the axle box was analyzed, the drawing of the part was analyzed, the technical requirements and manufacturability were analyzed, the method of obtaining the workpiece was selected, the technological process of machining was developed, the calculation and selection of allowances for machining were performed, the cutting modes and rationing of the technological process of processing the base of the axle box were calculated.

In the design part, clamping devices were designed for processing the base of the axle box on the flexible production module IS800PF4.

In the economic part, the calculation of the cost of fixed assets and depreciation was made. The payroll has been calculated. The calculation of the costs of maintenance and repair of equipment has been carried out. The calculation of the areas and the calculation of the number of workers is made.

In the graphic part of the work, the following were performed: a drawing of the base of the axle box, maps of the technological process of processing the part according to the designed and basic versions, drawings of clamping devices. The main technical and economic indicators are made.

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гритчин			Лист	Лист	Листов
Провер.		Платонов				6	45
Н. Контр.		Сагалакова			REPORT <i>ХТИ филиал СФУ</i>		
Утв.		Торопов					

СОДЕРЖАНИЕ

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Гритчин				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Платонов					7	45
Н. Контр.	Сагалакова				<i>ХТИ филиал СФУ</i>		
Утв.	Торопов						

ВВЕДЕНИЕ

Главными критериями для повышения эффективности в машиностроении являются: повышение качества изделий, снижение трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления. Методы повышения эффективности:

- применение средств комплексной механизации и автоматизации проектирования, технологической подготовки производства и изготовления изделий;
- применение высокопроизводительного оборудования, работающего на оптимальных режимах и специальной быстродействующей оснастки, обеспечивающей его работу;
- углублённое использование технико-экономического анализа процессов производства для их оптимизации;
- использование технологий, снижающих загрязнение окружающей среды и вредоносные факторы для жизнедеятельности человека.

В выпускной квалификационной работе стоит задача разработки основания буксы с применением гибкого производственного модуля ИС800ПФ4 с ЧПУ в условиях серийного производства.

Для этого необходимо, на уровне развития современного производства, разработать процесс изготовления, обеспечивающий годовую программу выпуска изделия N = 200 штук с высоким качеством и минимальными затратами на изготовление. При разработке дипломного проекта были использованы «Компас», «SolidWorks» и «SprutCAM», что позволило уменьшить время выполнения разработки и достичь наиболее точного и технически грамотного результата.

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гритчин			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Платонов				8	45
Н. Контр.		Сагалакова			Введение		
Утв.		Торопов					
					<i>ХТИ филиал СФУ</i>		

1. Технологическая часть

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Технологическая часть	Лист	Лист	Листов
Разраб.	Гритчин						9	45
Провер.	Платонов							
Н. Контр.	Сагалакова							
Утв.	Торопов					<i>ХТИ филиал СФУ</i>		

1.1 Служебное назначение детали

Основание буксы в сборе с крышкой буксы является корпусом буксы, что является частью буксового узла. Данный корпус буксы применяется в механизме подъема шагающего экскаватора ЭШ-20/90.

1.2 Анализ чертежа детали

На чертеже имеются все виды и разрезы, поясняющие конструкцию детали. Деталь не сложна по конструкции. Конструкция детали ясна.

На чертеже имеются все размеры, необходимые для получения заготовки и обработки детали. Размер $\varnothing 620$ имеет наиболее высокую точность поле допуска 0,007 на диаметр Поля допусков на чертеже Н14, h14,

$\pm \frac{IT14}{2}$ — это свободные размеры, имеющие самую низкую точность.

Предельные отклонения соответствуют квалитетам и полям допусков ЕСДП. Шероховатость поверхностей указана.

Допуски формы и расположения поверхностей указаны в соответствии с действующими стандартами.

Марка материала: Сталь 35Л. Химический состав материала по ГОСТ 977-88:

- 1) углерод от 0,32% до 0,40%;
- 2) марганец от 0,45% до 0,90%;
- 3) кремний от 0,20% до 0,52%;
- 4) сера до 0,06 %;
- 5) фосфор до 0,06 %.

Вид термообработки на чертеже не указан, значит его нет. Для Стали 35Л категория прочности К25, Предел текучести $\sigma_T = 275$ МПа, Временное сопротивление $\sigma_B = 491$ МПа, Относительное удлинение $\sigma = 15\%$, Относительное сужение $\Psi=25\%$, Ударная вязкость КСУ=343 кДж/м². Твёрдость по Бринеллю равна НВ183

Масса детали равна $m = 368,03462$ кг.

1.3 Анализ технических требований на деталь

Материал детали: Сталь 35Л – Сталь конструкционная нелегированная. Наиболее точными поверхностями являются:

1)Отверстие $\varnothing 620^{+0,07}$, квалитет отверстий Н7, шероховатость отверстий Ra 2,5;

2)Поверхности 27 и 43 $,5^{+0,075}$, квалитет поверхности Н11, шероховатость поверхностей Ra 6,3;

					БР.-15.03.05-2023.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

3) Поверхности 44 и 47, $690_{-0,255}^{-0,175}$ квалитет поверхности R6, шероховатость поверхностей Ra 6,3;

4) 3 Канавки $16^{+0,11}$, квалитет поверхности H11, шероховатость поверхностей Ra 6,3;

Отверстие $\varnothing 620^{+0,07}$, Поверхности 27 и 43, Поверхности 44 и 47, 3 Канавки $16^{+0,11}$. Выполнить совместно с деталью «Крышка буксы».

1.4 Анализ технологичности

Проведем количественную оценку технологичности конструкции детали по следующим показателям:

1. Коэффициент использования материала $K_{ИМ}$.

2.

$$K_{ИМ} = \frac{G_{дет}}{G_{заг}} = \frac{368,035}{420,983} = 0,87 \quad (1.4.1)$$

где,

$G_{дет}$ – масса детали, $G_{заг}$ – масса заготовки.

Т.к. $K_{ИМ} > 0,75$, по этому показателю деталь является технологичной.

2. Коэффициент точности $K_{ТН}$.

$$K_{ТН} = 1 - \frac{1}{T_{СР}}; \quad (1.4.2)$$

$$T_{СР} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}; \quad (1.4.3)$$

Где:

T_i – квалитет точности размера

i -той поверхности,

Составим таблицу точности поверхностей.

Таблица 1.4.1 - Точность поверхностей

T_i	n_i	$\sum T_i \cdot n_i$
7	1	7
8	1	8
11	3	33
12	1	12
14	10	140

$$T_{cp} = \frac{7 + 8 + 33 + 12 + 140}{1 + 1 + 3 + 1 + 10} = 12,5$$

$$K_{ТИ} = 1 - \frac{1}{12,5} = 0,92$$

Деталь технологична по этому показателю.

3. Коэффициент шероховатости $K_{Ш}$.

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{CP}}; \quad (1.4.4)$$

$$Ш_{CP} = \frac{\sum Ш_i n_i}{\sum n_i}; \quad (1.4.5)$$

Где:

$Ш_i$ – показатель шероховатости поверхности

Составим таблицу шероховатости поверхностей.

Таблица 1.4.2 - Шероховатость поверхностей

$Ш_i$	n_i	$\sum Ш_i \cdot n_i$
2,5	1	2,5
6,3	7	44,1

$$Ш_{cp} = \frac{2,5 + 44,1}{1 + 7} = 5,58$$

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{5,85} = 0,82, \text{ т.е. деталь технологична.}$$

Проведя необходимые вычисления и анализы, соотнеся с количественной оценкой показателей, можно сказать, что деталь является технологичной.

1.5 Выбор способа получения заготовки

Материалом заготовки основания буксы является сталь 35Л ГОСТ 977-88. Основание – является простой по форме и обладает телом коробчатого типа. Для определения наилучшего способа получения заготовки произведём вычисление и сравнение отливок по III-ему (литьё в землю с ручной формовку опоки по деревянным моделям) и по II-ому (литьё в землю с машинной формовкой опоки по металлическим моделям) классу точности. Для оптимального получения заготовок, используем такой же способ, как и на производстве.

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Исходя из известной массы детали, то мы определяем массу заготовки по формулам:

$m_{\text{заг}} = m_{\text{дет}} \cdot k_p = 368,03462 \cdot 1,4 = 515,248468 \text{ кг}$ (по 3-ему классу точности);

$m_{\text{заг}} = m_{\text{дет}} \cdot k_p = 368,03462 \cdot 1,3 = 478,445006 \text{ кг}$ (по 2-ому классу точности);

где k_p – коэффициент перевода масс, $k_p = 1,4$ – для заготовок по 3-ему классу точности; $k_p = 1,3$ – для заготовок по 2-ому классу точности.

Усадка материала рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_y \frac{L_{\text{max.заг}} - L_{\text{max.дет}}}{L_{\text{max.заг}}} \cdot 100\% = \frac{775 - 772}{775} \cdot 100\% = 0,39\% \quad (1.5.1)$$

Определяем себестоимость изготовления отливок по 2-ому и 3-ему классам точности:

Стоимость одной тонны отливок:	$C_i = 38600 \text{ р.};$
Масса заготовки по 3-ему классу точности:	$Q_{\text{заг3}} = 515,248468 \text{ кг};$
Коэффициент точности (3-й класс):	$K_{\text{T3}} = 1;$
Коэффициент сложности:	$K_c = 1;$
Коэффициент материала:	$K_m = 1,21;$
Коэффициент весовой:	$K_B = 0,74;$
Коэффициент серийности:	$K_{\text{п}} = 1;$
Масса детали:	$Q_{\text{д}} = 368,03462 \text{ кг};$
Стоимость одной тонны отходов:	$C_{\text{отх}} = 4550 \text{ р.};$
Масса заготовки по 2-му классу точности:	$Q_{\text{заг2}} = 478,445006 \text{ кг};$
Коэффициент точности (2-й класс):	$K_{\text{T2}} = 1,03;$
Стоимость одной тонны отливок (2-й класс):	$C_i = 1,03 \cdot 38600 = 39758 \text{ р.};$

Определим себестоимость изготовления детали по третьему классу точности:

$$\begin{aligned} C_{\text{заг3}} &= \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{\text{заг3}} \cdot K_{\text{T3}} \cdot K_c \cdot K_m \cdot K_B \cdot K_{\text{п}} \right) - (Q_{\text{заг3}} - Q_{\text{дет}}) \cdot \frac{C_{\text{отх}}}{1000} \\ &= \left(\frac{38600}{1000} \cdot 515,248468 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,21 \cdot 0,74 \cdot 1 \right) \\ &\quad - (515,248468 - 368,03462) \cdot \frac{4550}{1000} = 17138,42 \text{ р.} \end{aligned}$$

Изготовление заготовки по третьему классу точности обойдется предприятию в 17138,42 р.

Определим себестоимость изготовления детали по второму классу точности:

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

$$C_{\text{заг2}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{\text{заг2}} \cdot K_{\text{T2}} \cdot K_c \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{\text{П}} \right) - (Q_{\text{заг2}} - Q_{\text{дет}}) \cdot \frac{C_{\text{отх}}}{1000}$$

$$= \left(\frac{39758}{1000} \cdot 478,445006 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1,21 \cdot 0,74 \cdot 1 \right) - (478,445006 - 368,03462) \cdot \frac{4550}{1000} = 17040,9 \text{ р.}$$

Изготовление заготовки по второму классу точности обойдется предприятию в 17040,9 р.

Вывод: годовая экономия в денежном выражении составляет:

$$\Delta C = C_{\text{заг3}} - C_{\text{заг2}} = 17138,42 \cdot 200 - 17040,9 \cdot 200 = 19504 \text{ р.}$$

Изготовление деталей по второму классу точности на 19504 р. дешевле, чем по третьему.

1.6 Выбор варианта технологического процесса механической обработки

Разработаем технологический процесс в программе SprutCAM. Обработка проведена на гибком производственном модуле (станке горизонтально-фрезерный) ИС800ПФ4 с ЧПУ. Основываясь на данных РТК, можно составить таблицы обработки детали:

Таблица 1.6.1 - Список переходов установки 1

N	Комментарий	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий
1	Черновая послойная	TSTRoughingWaterlineOp	1	00:39:56	Основание буксы1.	Вылет=30;
2	Черновая послойная	TSTRoughingWaterlineOp	1	00:39:56	Основание буксы1.	Вылет=30;
3	2D Контур	TST2DContouringOp	2	05:20:16	Основание буксы1.	Вылет=400;
Суммарное время:				06:39:68		

Таблица 1.6.2 - Список инструментов установки 1

N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз
1	Цилиндрическая фреза (L30, D80)	80mm FaceMill	Конечная	1	
1	Цилиндрическая фреза (L400, D100)	80mm FaceMill	Конечная	2	

Таблица 1.6.3 Список переходов установки 2

N	Комментарий	Тип операции	N Фрезы	Время ч:мм	Имя программы	Комментарий
1	Черновая послойная	TSTRoughingWaterlineOp	1	00:27:28	основание буксы2.	Вылет=100;
2	Обработка отверстий	TSTDillOp	2	00:00:45	основание буксы2..	Вылет=100;
3	Обработка отверстий	TSTDillOp	3	00:05:54	основание буксы2.	Вылет=100;
4	Черновая послойная	TSTRoughingWaterlineOp	4	00:55:36	основание буксы2.	Вылет=30
5	Обработка отверстий	TSTDillOp	5	00:01:29	основание буксы2.	Вылет=300
6	Обработка отверстий	TSTDillOp	6	00:02:19	основание буксы2.	Вылет=300
7	Черновая послойная	TSTRoughingWaterlineOp	7	00:30:49	основание буксы2.	Вылет=400
8	Черновая послойная	TSTRoughingWaterlineOp	8	01:00:05	основание буксы2.	Вылет=30;
9	Обработка отверстий	TSTDillOp	9	00:04:55	основание буксы2.	Вылет=300;
		Суммарное время:		03:09:23	основание буксы2.	

Таблица 1.6.4 - Список инструментов установки 2


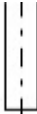



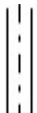

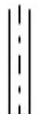

N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз
1	Цилиндрическая фреза (L100, D80)	80mm FaceMill	Конечная	1	
2	Центровка (L100, D10, A0)	80mm FaceMill	Конечная	2	
3	Сверло (L100, D16, A0)	80mm FaceMill	Конечная	3	
4	Цилиндрическая фреза (L30, D30)	80mm FaceMill	Конечная	4	
5	Цилиндрическая фреза (L300, D3)	80mm FaceMill	Конечная	5	
6	Цилиндрическая фреза (L300, D7)	80mm FaceMill	Конечная	6	
7	Цилиндрическая фреза (L400, D80)	80mm FaceMill	Конечная	7	
8	Цилиндрическая фреза (L30, D90)	80mm FaceMill	Конечная	8	
9	Сверло (L300, D42, A120)	80mm FaceMill	Конечная	9	

Таблица 1.6.5 - Список отверстий установки 2

N	X	Y	Zмакс	Zмин	D	Операция N
0	-345.000	295.000	АВТО	-126.907	26.400	2, 3
1	-345.000	55.000	АВТО	-126.907	26.400	2, 3
2	345.000	55.000	АВТО	-126.907	26.400	2, 3
3	345.000	295.000	АВТО	-126.907	26.400	2, 3
4	-345.000	295.000	АВТО	-6.907	26.400	4
5	-345.000	55.000	АВТО	-6.907	26.400	4
6	345.000	55.000	АВТО	-6.907	26.400	4
7	345.000	295.000	АВТО	-6.907	26.400	4
8	0.000	338.000	АВТО	-350.000	6.700	5
9	0.000	12.000	АВТО	-350.000	6.700	5
10	0.000	338.000	АВТО	-319.982	6.700	6, 7
11	0.000	12.000	АВТО	-319.982	6.700	6, 7
12	-435.000	65.000	АВТО	-13.093	42.000	9
13	-435.000	285.000	АВТО	-13.093	42.000	9
14	435.000	285.000	АВТО	-13.093	42.000	9
15	435.000	65.000	АВТО	-13.093	42.000	9

Таблица 1.6.7 - Список переходов установки 3

N	Комментарий	Тип перехода	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий
1	Черновая послойная	TSTRoughingWaterlineOp	1	00:56:21	Букса1	Вылет=100;
2	2D Контур	TST2DContouringOp	3	06:18:59	Букса1	Вылет=400;
3	2D Контур	TST2DContouringOp	2	00:09:41	Букса1	Вылет=16;
4	2D Контур	TST2DContouringOp	4	00:09:38	Букса1	Вылет=16;
5	2D Контур	TST2DContouringOp	5	00:10:46	Букса1	Вылет=16;
Суммарное время:				0 7:45:26		

Таблица 1.6.8 - Список инструментов установки 3

N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз
1	Цилиндрическая фреза (L100, D100)	80mm FaceMill	Конечная	1	
2	Цилиндрическая фреза (L400, D100)	80mm FaceMill	Конечная	2	
3	Цилиндрическая фреза (L16, D100)	80mm FaceMill	Конечная	3	
4	Цилиндрическая фреза (L16, D100)	80mm FaceMill	Конечная	4	
5	Цилиндрическая фреза (L16, D100)	80mm FaceMill	Конечная	5	

Таблица 1.6.9 - Список переходов установки 4

N	Комментарий	Тип перехода	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий
1	Обработка отверстий	TSTDrillOp	1	00:04:55	Букса2	Вылет=300;

Таблица 1.6.10 - Список инструментов установки 4


N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз
1	Сверло (L300, D42, A120)	80mm FaceMill	Конечная	1	

Таблица 1.6.11 - Список отверстий установки 4

0	-435.000	65.000	Авто	-13.093	42.000	1
1	-435.000	285.000	Авто	-13.093	42.000	1
2	435.000	285.000	Авто	-13.093	42.000	1
3	435.000	65.000	Авто	-13.093	42.000	1

1.7 Расчёт и выбор припусков

Таблица 1.7.1 - Расчёт припусков под растачивание отв. $\varnothing 620^{+0,07}$

Технологические переходы	Эл-ты припуска, мкм				Расч. при П, $2z_{min}$ мкм	Расч. размер, D_p , мм	Допуск T , мкм	Пред. знач. размера, мм		Пред. нач. Припусков, мкм	
	R_z	h	Δ_{Σ}	ε				D_{min}	D_{max}	$2z_{min}$	$2z_{max}$
Заготовка	$R_z+h=600$	-	-	-	-	618,1	400	617,7	618,1	-	-
Черновое растачивание	$R_z+h=100$	351	150	963	619,94	160	619,78	619,94	1840	2080	
Чистовое растачивание	$R_z+h=45$	17,55	7,55	128	620,07	70	620	620,07	130	220	

Опорная установочная база является конструктивной. $\varepsilon_6 = 0$.

Погрешность закрепления в зажимном приспособлении болтами $\varepsilon_3 = 150$ мкм.

Определяем погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}; \quad (1.7.1)$$

$\varepsilon_y = 150$ мкм.

Остаточная погрешность установки при чистовом фрезеровании:

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{инд}; \quad (1.7.2)$$

Так как обработка отверстия производится с одной установки, то $\varepsilon_{инд} = 0$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 150 = 7,5 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3 = 0,04 \cdot 8,7 = 0,35 \text{ мкм}.$$

Пространственное отклонение Δ_{Σ} для заготовки определяем по

формуле:

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y l)^2 + C_0^2}; \quad (1.7.3)$$

где $\Delta_y = 1$ мкм – увод сверла;
 $l = 350$ мм – глубина сверления;
 $C_0 = 20$ мкм – смещение оси отв.
 $\Delta_{\Sigma} = 351$ мкм;

Величина остаточного пространственного отклонения после чистового зенкерования вычисляется:

При чистовом сверлении, тогда

$$\Delta_{\Sigma \text{ ост}} = 0,05 \cdot 351 = 17,55 \text{ мкм}$$

Рассчитываем величину припуска по формуле:

$$2z_{i \text{ min}} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad (1.7.4)$$

Для черновой обработки:

$$2z_{1 \text{ min}} = 2 \left(100 + \sqrt{351^2 + 150^2} \right) = 963 \text{ мкм}$$

Для чистовой обработки:

$$2z_{1 \text{ min}} = 2 \left(45 + \sqrt{17,55^2 + 7,5^2} \right) = 128 \text{ мкм}$$

Рассчитанные данные сводим в таблицу.

Таблица 1.7.1 - Припуски на механическую обработку

№ Установки	Содержание перехода	Припуск, мм
1	Обработка поверхности 48	2
1	Обработка поверхности 49	2
1	Обработка отверстия Ø 620	2
2	Обработка поверхностей 27 и 43	2
2	Обработка поверхностей 44 и 47	2
2	Центрование 4 отверстий Ø30	-
2	Обработка 4 отверстий Ø30	-
2	Обработка поверхности 40,39 и 30,31	2
2	Обработка 2 отверстий М8	-
2	Обработка 2 отверстий М8	-
2	Обработка поверхностей 33 и 37	2
2	Обработка 4 отверстий Ø42	-
3	Обработка отверстия Ø 620 в сборе	0,5

Лист

БР.-15.03.05-2023.ПЗ

21

3	Обработка канавки 1 Ø 634	-
3	Обработка канавки 2 Ø 634	-
3	Обработка канавки 3 Ø 634	-
4	Обработка 4 отверстий Ø42	-

1.8 Расчёт режимов резанья

Достаточно высокое значение в обработке заготовки имеют режимы резанья. От них зависят: качество поверхности, расход инструмента, время обработки и множество других, не менее важных, критериев. Для снижения себестоимости готовой продукции необходимо стремиться к применению оптимальных значений режимов резанья.

Сверление отверстия Ø30.

$t = 16$ мм;

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v; \quad (1.8.1)$$

Подача: $S_l = 0,53$ мм/об;

$T = 70$ мин

$C_v = 9,8$

$q = 0,40$

$y = 0,50$

$m = 0,2$

$K_{mv} = 0,68$

$K_{uv} = 1,0$

$K_{iv} = 0,6$

$K_v = 0,41$

$$V = \frac{9,8 \cdot 32^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 0,53^{0,5}} \cdot 0,41 = 9,41 \text{ м/мин};$$

Определяем числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D}; \quad (1.8.4)$$

$n = 93,6$ об/мин;

Тогда принятое число оборотов шпинделя $n_{прин}$:

$n_{прин} = 100$ об/мин;

Определяем действительную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}; \quad (1.8.5)$$

					$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$	(1.8.5)
					<i>БР. - 15.03.05-2023.ПЗ</i>	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист 22

$$v = \frac{\pi \cdot 32 \cdot 100}{1000} = 10,05;$$

Определяем силы резания:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \quad (1.8.6)$$

$$C_p = 68$$

$$q = 1,0$$

$$y = 0,7$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = 0,72;$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 32^1 \cdot 0,53^{0,7} \cdot 0,72 = 10045 \text{ Н};$$

Определяем крутящий момент.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

$$C_M = 0,0345$$

$$q = 2,0$$

$$y = 0,8$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 32^2 \cdot 0,53^{0,8} \cdot 0,72 = 153 \text{ Н};$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}; \quad (1.8.7)$$

$$N_1 = \frac{153 \cdot 100}{9750} = 1,57 \text{ кВт};$$

К поверхностям не описанных в расчётах и описании, назначаются по обшемашиностроительным нормативам режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках.

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

Все полученные данные сводим в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 – Режимы резанья

Переход	Глубина резания t , мм	Подача, мм/мин	V , м/мин	n , об/мин
Обработка поверхности 48 и 49	5,1	50	250	160
Обработка отверстия Ø 620	4	120	250	125
Обработка поверхностей 27 и 43	4	50	250	125
Обработка поверхностей 44 и 47	2,46	50	250	160
Центрование 4 отверстий Ø30	5	50	250	500
Обработка 4 отверстий Ø30	16	50	250	100
Обработка поверхности 40,39 и 30,31	4	50	250	125
Обработка 2 отверстий М8	4,5	7	20	200
Обработка 2 отверстий М8	1	2	20	50
Обработка поверхностей 33 и 37	5,1	50	250	160
Обработка 4 Отверстий Ø42	1,5	2	20	50
Обработка отверстия Ø 620 в сборе	4	120	250	125
Обработка канавки 1 Ø 634	5	50	250	800
Обработка канавки 2 Ø 634	5	50	250	800
Обработка канавки 3 Ø 634	5	50	250	800
Обработка 4 Отверстий Ø42	1,5	2	20	50

1.9 Нормирование технологического процесса

В едином производстве, технические нормы, рассчитываются расчетно-аналитическим методом, по формуле:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд}; \quad (1.9.1)$$

где $T_{осн}$ – основное время; $T_{всп}$ – вспомогательное время; $T_{обсл}$ – время на обслуживание рабочего места; $T_{отд}$ – время на отдых.

Основное время определяется расчетным путем на основании принятых режимов резания:

При точении основное время обработки определяется выражением:

$$T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пр}}}{S_m} \cdot i; \quad (1.9.2)$$

где: $L_{\text{рх}}$ – длина рабочего хода, мм;
 $L_{\text{вр}}$ – длина врезания инструмента в мм;
 $L_{\text{пр}}$ – длина перебега инструмента в мм;
 i – число проходов инструмента;
 S_m – подача инструмента, мм/мин.
Оперативное время рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}}; \quad (1.9.3)$$

Остальные составляющие определяются исходя из справочных данных и общемашиностроительных норм времени:

Вспомогательное время $T_{\text{всп}}$, состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{упр}} + T_{\text{изм}}; \quad (1.9.4)$$

где: $T_{\text{уст}}$ – время на снятие и установку детали;
 $T_{\text{упр}}$ – время на управление станком;
 $T_{\text{изм}}$ – время на измерение и контроль детали.
Время на обслуживание рабочего места определяется по формуле:
 $T_{\text{обсл}} = (4\% - 6\%) \cdot T_{\text{оп}}$;
Время на отдых определяется выражением:
 $T_{\text{отд}} = (4\% - 5\%) \cdot T_{\text{оп}}$.

Проведем подробное нормирование переходов двух первых установок:
Определяем основное время на выполнение отдельных переходов:

$$1. T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пр}}}{S_m} \cdot i = \frac{1040 + 5,1 + 2}{50} = 20,942 \text{ мин}$$

$$L_{\text{рх}} = 1040 \text{ мм};$$

$$L_{\text{вр}} = 5,1 \text{ мм};$$

$$L_{\text{пр}} = 2 \text{ мм};$$

$$S_m = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$2. T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пр}}}{S_m} \cdot i = \frac{974 + 4 + 2}{120} \cdot 5 = 40,83 \text{ мин}$$

$$L_{\text{рх}} = 974 \text{ мм};$$

$$L_{\text{вр}} = 4 \text{ мм};$$

$$L_{\text{пр}} = 2 \text{ мм};$$

$$S_m = 120 \text{ мм/мин.}$$

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

$$3. T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пр}}}{S_m} \cdot i = \frac{350 + 4 + 2}{50} \cdot 2 = 14,24 \text{ мин}$$

$$L_{\text{рх}} = 350 \text{ мм};$$

$$L_{\text{вр}} = 4 \text{ мм};$$

$$L_{\text{пр}} = 2 \text{ мм};$$

$$S_m = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$4. T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пр}}}{S_m} \cdot i = \frac{350 + 4 + 2}{50} \cdot 2 = 14,18 \text{ мин}$$

$$L_{\text{рх}} = 350 \text{ мм};$$

$$L_{\text{вр}} = 2,46 \text{ мм};$$

$$L_{\text{пр}} = 2 \text{ мм};$$

$$S_m = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$5. T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пр}}}{S_m} \cdot i = \frac{350 + 4 + 2}{50} \cdot 1 = 7,14 \text{ мин}$$

$$L_{\text{рх}} = 350 \text{ мм};$$

$$L_{\text{вр}} = 5 \text{ мм};$$

$$L_{\text{пр}} = 2 \text{ мм};$$

$$S_m = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$6. T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пр}}}{S_m} \cdot i = \frac{350 + 4 + 2}{50} \cdot 4 = 29,44 \text{ мин}$$

$$L_{\text{рх}} = 350 \text{ мм};$$

$$L_{\text{вр}} = 16 \text{ мм};$$

$$L_{\text{пр}} = 2 \text{ мм};$$

$$S_m = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$\Sigma T_{\text{осн1}} = 20,942 + 40,83 = 61,772 \text{ мин.}$$

$$\Sigma T_{\text{осн2}} = 14,24 + 14,18 + 7,14 + 29,44 = 65 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{упр}} + T_{\text{изм}} = 1,15 + 1,51 + 0,38 = 3,04 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время:

$$T_{\text{оп1}} = T_{\text{осн1}} + T_{\text{всп1}} = 61,772 + 3,04 = 64,812 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{оп2}} = T_{\text{осн2}} + T_{\text{всп2}} = 65 + 3,04 = 68,04 \text{ мин.}$$

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{\text{обсл1}} = 0,05 \cdot 64,812 = 3,2406 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{обсл2}} = 0,05 \cdot 68,04 = 3,402 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых:

$$T_{\text{отд1}} = 0,04 \cdot 64,812 = 2,5925 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{отд2}} = 0,04 \cdot 68,04 = 2,722 \text{ мин.}$$

Тогда штучное время на этой операции:

					<i>БР. - 15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

$$T_{шт1} = T_{осн1} + T_{всп1} + T_{обсл1} + T_{отд1} = 61,772 + 3,04 + 3,2406 + 2,5925 = 70,6451 \text{ МИН.}$$

$$T_{шт2} = T_{осн2} + T_{всп2} + T_{обсл2} + T_{отд2} = 65 + 3,04 + 3,402 + 2,722 = 74,164 \text{ МИН.}$$

Нормирование остальных операций и переходов проводим при помощи Общемашиностроительных нормативов времени.

Так как обработка ведется в автоматическом режиме на производственном модуле, то вспомогательное время практически перекрывается основным. Поэтому мы им пренебрегаем.

Полученные результаты сводим в табл. 1.9.

Таблица 1.9 - Нормирования технологического процесса.

№Установки	T _{осн}	T _{всп}	T _{оп}	T _{обсл}	T _{отд}	T _{шт}
1	61,772	0	64,812	3,2406	2,5925	70,6451
2	65	0	68,04	3,402	2,722	74,164
3	71,84	0	66,75	3,92	2,61	83,983
4	6,834	0	8,681	0,902	0,041	12,8563

2.Конструкторская часть

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Конструкторская часть	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Гритчин						27	45
Провер.	Платонов							
Н. Контр.	Сагалакова					<i>ХТИ филиал СФУ</i>		
Утв.	Торопов							

2.1. Проектирование универсального сборочного приспособления

Задание: провести проектирование универсального приспособления на гибкий производственный модуль ИС800ПФ4(4 осевого), в основе которого будет лежать зажимной принцип, для фиксации, на приспособлении-спутнике, основания буксы. Базирование заготовки происходит по принципу координатного угла, с соблюдением точного положения относительно центра. Максимальная сила возникает при фрезеровании отверстия Ø620 PZ=3165 Н, крутящий момент которой $M_{кр}=315,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Описание приспособления.

Нужного положение детали, относительно приспособления-спутника, добиваемся при помощи трёх пальцев, при этом установив заготовку на опорные пластины (часть винтового прихвата) и зафиксировав при помощи зажимов.

Расчет сил зажима и выбор диаметра болтов.

Производя обработку детали, относительно торцевой фрезы действует сила $P_z = 3165 \text{ Н}$, которая, в силу усилий, стремится повернуть деталь вокруг собственной оси, с крутящим моментом $M_{кр} = 315,5 \text{ Нм}$.

Сила зажима W должна обеспечивать надёжный контакт заготовки с опорами. Определим силу зажима:

$$Q = P \cdot K; \quad (2.1.1)$$

K – коэффициент запаса, который определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.1.2)$$

где, $K_0 = 1,2$ – гарантированный коэффициент запаса;
 $K_1 = 1,0$ – при чистовых базах;
 $K_2 = 1,2$ – затупление инструмента;
 $K_3 = 1,5$ – учитывает ударные нагрузки на инструмент;
 $K_4 = 1,2$ – стабильность силового привода;
 $K_5 = 1,0$ – характеризует силовые зажимы;
 $K_6 = 1,5$ – положение опорных точек при смещении заготовки.
 $K = 2,6$;
 $Q = 3165 \cdot 2,6 = 8229 \text{ Н}$.

Определим минимальный диаметр болта из уравнения:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8229}{\pi \cdot 491}} = 21 \text{ (мм)}; \quad (2.1.3)$$

					<i>БР. - 15.03.05 - 2023.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

где, d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм;

Q – сила действующая вдоль оси болта, Н;

$[\sigma_p]$ – допустимое напряжение при растяжении (сжатии) МПа.

Принимаем резьбу с наружным диаметром $d=M22$. Количество зажимов – 2.

Расчет приспособления на точность.

Для поверхностей, приходящим обработку, необходимо выполнение требований:

- Расстояние от приспособления-спутника до обрабатываемой поверхности 50мм;

- Обрабатываемая деталь должна находиться в одном положении, относительно станка и приспособления-спутника.

Для соблюдения первого требования, под деталь устанавливаются опорные пластины, являющаяся частью винтового прихвата.

Наибольшее внимание необходимо обратить внимание на второе требование, в связи с этим, при оценке применения проектируемого приспособления необходимо рассчитать общую погрешность.

Общая погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = \delta_1 - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}; \quad (2.1.4)$$

где: $\varepsilon_B = 150$ мкм - погрешность базирования;

$\varepsilon_3 = 120$ мкм - погрешность закрепления;

$\varepsilon_Y = 0$ мкм - погрешность установки приспособления на станке, так как установка детали на столе-спутнике происходит по отверстиям в нем;

$\varepsilon_{II} = 0$ - погрешность перекоса инструмента, так как в приспособлении нет направляющих элементов;

$\varepsilon_{II} = 10$ мкм - погрешность от изнашивания установочных элементов.

$\omega = 100$ мкм - экономическая точность при растачивании.

$k_T = 1,3$; $k_{T1} = 0,7$; $k_{T2} = 0,5$.

$$\varepsilon_{пр} = 425 - 1,3 \sqrt{(0,7 \cdot 150^2) + 120^2 + 0 + 0 + 10^2 + (0,5 \cdot 100)^2} \\ = 208 \text{ мкм}$$

Исходя из всех вычислений, получаем итоговую погрешность при использовании приспособлений, равную 0,2 мм, имея данные по полям допуска регламентируемых размеров, это 1/4 допуска. Таким образом, применение приспособлений такого рода является возможным для изготовления необходимой детали.

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР.-15.03.05-2023.ПЗ				

2.2. Проектирование универсального сборочного приспособления

Задание: провести проектирование универсального приспособления на гибкий производственный модуль ИС800ПФ4(4 осевого), в основе которого будет лежать зажимной принцип, для фиксации, на приспособлении-спутнике, основания буксы. Базирование заготовки происходит при помощи плоскости и четырёх пальцев, с соблюдением точного положения относительно центра. Максимальная сила возникает при фрезеровании отверстия $\varnothing 620$ $P_z=3165$ Н, крутящий момент которой $M_{кр}=315,5$ Н·м.

Описание приспособления.

Нужного положение детали, относительно приспособления-спутника, добиваемся при помощи четырёх пальцев, при этом установив заготовку на опорные поверхности и зафиксировав при помощи зажимов.

Расчет сил зажима и выбор диаметра болтов.

Производя обработку детали, относительно торцевой фрезы действует сила $P_z = 3165$ Н, которая, в силу усилий, стремится провернуть деталь вокруг собственной оси, с крутящим моментом $M_{кр} = 315,5$ Нм.

Сила зажима W должна обеспечивать надёжный контакт заготовки с опорами. Определим силу зажима:

$$Q = P \cdot K; \quad (2.2.1)$$

K – коэффициент запаса, который определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.2.2)$$

где, $K_0 = 1,2$ – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1,0$ – при чистовых базах;

$K_2 = 1,2$ – затупление инструмента;

$K_3 = 1,5$ – учитывает ударные нагрузки на инструмент;

$K_4 = 1,2$ – стабильность силового привода;

$K_5 = 1,0$ – характеризует силовые зажимы;

$K_6 = 1,5$ – положение опорных точек при смещении заготовки.

$$K = 2,6;$$

$$Q = 3165 \cdot 2,6 = 8229 \text{ Н.}$$

Определим минимальный диаметр болта из уравнения:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8229}{\pi \cdot 491}} = 21 \text{ (мм)}; \quad (2.2.3)$$

					<i>БР. - 15.03.05 - 2023.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

где, d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм;

Q – сила действующая вдоль оси болта, Н;

$[\sigma_p]$ – допустимое напряжение при растяжении (сжатии) МПа.

Принимаем резьбу с наружным диаметром $d=M22$. Количество зажимов – 2.

Расчет приспособления на точность.

Для поверхностей, приходящим обработку, необходимо выполнение требований:

- Расстояние от приспособления-спутника до обрабатываемой поверхности 50мм;

- Обрабатываемая деталь должна находиться в одном положении, относительно станка и приспособления-спутника.

Для соблюдения первого требования, под деталь устанавливаются опорные пластины, являющаяся частью винтового прихвата.

Наибольшее внимание необходимо обратить внимание на второе требование, в связи с этим, при оценке применения проектируемого приспособления необходимо рассчитать общую погрешность.

Общая погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\varepsilon_{np} = \delta_1 - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}; \quad (2.2.4)$$

где: $\varepsilon_B = 150$ мкм - погрешность базирования;

$\varepsilon_3 = 120$ мкм - погрешность закрепления;

$\varepsilon_Y = 0$ мкм - погрешность установки приспособления на станке, так как установка детали на столе-спутнике происходит по отверстиям в нем;

$\varepsilon_{II} = 0$ - погрешность перекоса инструмента, так как в приспособлении нет направляющих элементов;

$\varepsilon_{II} = 10$ мкм - погрешность от изнашивания установочных элементов.

$\omega = 100$ мкм - экономическая точность при растачивании.

$k_T = 1,3$;

$k_{T1} = 0,7$;

$k_{T2} = 0,2$.

$$\varepsilon_{np} = 195 - 1,3 \sqrt{(0,7 \cdot 70^2) + 120^2 + 0 + 0 + 10^2 + (0,5 \cdot 100)^2} = 9 \text{ мкм}$$

Исходя из всех вычислений, получаем итоговую погрешность при использовании приспособлений, равную 0,009 мм, имея данные по полям допуска регламентируемых размеров, это 1/21 допуска. Таким образом, применение приспособлений такого рода является возможным для изготовления необходимой детали.

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР.-15.03.05-2023.ПЗ					

2.3. Проектирование универсального сборочного приспособления

Задание: провести проектирование универсального приспособления на гибкий производственный модуль ИС800ПФ4(4 осевого), в основе которого будет лежать зажимной принцип, для фиксации, на приспособлении-спутнике, основания буксы. Базирование заготовки происходит при помощи плоскости и двух пальцев, с соблюдением точного положения относительно центра. Максимальная сила возникает при фрезеровании отверстия Ø620 PZ=3165 Н, крутящий момент которой $M_{кр}=315,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Описание приспособления.

Нужного положение детали, относительно приспособления-спутника, добиваемся при помощи установки на два пальца Ø42, один из которых срезанный, при этом установив заготовку на опорные поверхности и зафиксировав при помощи болтов.

Расчет сил зажима и выбор диаметра болтов.

Производя обработку детали, относительно торцевой фрезы действует сила $P_z = 3165 \text{ Н}$, которая, в силу усилий, стремится повернуть деталь вокруг собственной оси, с крутящим моментом $M_{кр} = 315,5 \text{ Нм}$.

Сила зажима W должна обеспечивать надёжный контакт заготовки с опорами. Определим силу зажима:

$$Q = P \cdot K; \quad (2.3.1)$$

K – коэффициент запаса, который определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.3.2)$$

где, $K_0 = 1,2$ – гарантированный коэффициент запаса;
 $K_1 = 1,0$ – при чистовых базах;
 $K_2 = 1,2$ – затупление инструмента;
 $K_3 = 1,5$ – учитывает ударные нагрузки на инструмент;
 $K_4 = 1,2$ – стабильность силового привода;
 $K_5 = 1,0$ – характеризует силовые зажимы;
 $K_6 = 1,5$ – положение опорных точек при смещении заготовки.
 $K = 2,6$;
 $Q = 3165 \cdot 2,6 = 8229 \text{ Н}$.

Определим минимальный диаметр болта из уравнения:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8229}{\pi \cdot 491}} = 21 \text{ (мм)}; \quad (2.3.3)$$

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР. - 15.03.05 - 2023.ПЗ				

где, d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм;

Q – сила действующая вдоль оси болта, Н;

$[\sigma_p]$ – допустимое напряжение при растяжении (сжатии) МПа.

Принимаем резьбу с наружным диаметром $d=M22$. Количество зажимов – 2.

Расчет приспособления на точность.

Для поверхностей, приходящим обработку, необходимо выполнение требований:

- Расстояние от приспособления-спутника до обрабатываемой поверхности 50мм;

- Обрабатываемая деталь должна находиться в одном положении, относительно станка и приспособления-спутника.

Для соблюдения первого требования, под деталь устанавливаются опорные пластины, являющаяся частью винтового прихвата.

Наибольшее внимание необходимо обратить внимание на второе требование, в связи с этим, при оценке применения проектируемого приспособления необходимо рассчитать общую погрешность.

Общая погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = \delta_1 - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}; \quad (2.3.4)$$

где: $\varepsilon_B = 150$ мкм - погрешность базирования;

$\varepsilon_3 = 120$ мкм - погрешность закрепления;

$\varepsilon_y = 0$ мкм - погрешность установки приспособления на станке, так как установка детали на столе-спутнике происходит по отверстиям в нем;

$\varepsilon_{II} = 0$ - погрешность перекося инструмента, так как в приспособлении нет направляющих элементов;

$\varepsilon_{II} = 10$ мкм - погрешность от изнашивания установочных элементов.

$\omega = 100$ мкм - экономическая точность при растачивании.

$k_T = 1,3$; $k_{T1} = 0,7$; $k_{T2} = 0,2$.

$$\varepsilon_{пр} = 195 - 1,3 \sqrt{(0,7 \cdot 70^2) + 120^2 + 0 + 0 + 10^2 + (0,5 \cdot 100)^2} = 9 \text{ мкм}$$

Исходя из всех вычислений, получаем итоговую погрешность при использовании приспособлений, равную 0,009 мм, имея данные по полям допуска регламентируемых размеров, это 1/21 допуска. Таким образом, применение приспособлений такого рода является возможным для изготовления необходимой детали.

2.4. Проектирование универсального сборочного приспособления

Задание: провести проектирование универсального приспособления на гибкий производственный модуль ИС800ПФ4(4 осевого), в основе которого будет лежать зажимной принцип, для фиксации, на приспособлении-спутнике, основания буксы. Базирование заготовки происходит при помощи плоскости и четырёх пальцев, с соблюдением точного положения относительно центра. Максимальная сила возникает при фрезеровании отверстия $\varnothing 620$ $P_z=3165$ Н, крутящий момент которой $M_{кр}=315,5$ Н·м.

Описание приспособления.

Нужного положение детали, относительно приспособления-спутника, добиваемся при помощи четырёх пальцев, при этом установив заготовку на приспособление-спутник и зафиксировав при помощи зажимов.

Расчет сил зажима и выбор диаметра болтов.

Производя обработку детали, относительно торцевой фрезы действует сила $P_z = 3165$ Н, которая, в силу усилий, стремится провернуть деталь вокруг собственной оси, с крутящим моментом $M_{кр} = 315,5$ Нм.

Сила зажима W должна обеспечивать надёжный контакт заготовки с опорами. Определим силу зажима:

$$Q = P \cdot K; \quad (2.4.1)$$

K – коэффициент запаса, который определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6; \quad (2.4.2)$$

$K_0 = 1,2$ – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1,0$ – при чистовых базах;

$K_2 = 1,2$ – затупление инструмента;

$K_3 = 1,5$ – учитывает ударные нагрузки на инструмент;

$K_4 = 1,2$ – стабильность силового привода;

$K_5 = 1,0$ – характеризует силовые зажимы;

$K_6 = 1,5$ – положение опорных точек при смещении заготовки.

$$K = 2,6;$$

$$Q = 3165 \cdot 2,6 = 8229 \text{ Н.}$$

Определим минимальный диаметр болта из уравнения:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8229}{\pi \cdot 491}} = 21 \text{ (мм);} \quad (2.4.3)$$

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

где, d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм;

Q – сила действующая вдоль оси болта, Н;

$[\sigma_p]$ – допустимое напряжение при растяжении (сжатии) МПа.

Принимаем резьбу с наружным диаметром $d=M22$. Количество зажимов – 4.

Расчет приспособления на точность.

Для поверхностей, приходящим обработку, необходимо выполнение требований:

- Расстояние от приспособления-спутника до обрабатываемой поверхности 50мм;

- Обрабатываемая деталь должна находиться в одном положении, относительно станка и приспособления-спутника.

Для соблюдения первого требования, под деталь устанавливаются опорные пластины, являющаяся частью винтового прихвата.

Наибольшее внимание необходимо обратить внимание на второе требование, в связи с этим, при оценке применения проектируемого приспособления необходимо рассчитать общую погрешность.

Общая погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = \delta_1 - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}; \quad (2.4.4)$$

где: $\varepsilon_B = 150$ мкм - погрешность базирования;

$\varepsilon_3 = 120$ мкм - погрешность закрепления;

$\varepsilon_y = 0$ мкм - погрешность установки приспособления на станке, так как установка детали на столе-спутнике происходит по отверстиям в нем;

$\varepsilon_{II} = 0$ - погрешность перекоса инструмента, так как в приспособлении нет направляющих элементов;

$\varepsilon_{II} = 10$ мкм - погрешность от изнашивания установочных элементов.

$\omega = 100$ мкм - экономическая точность при растачивании.

$k_T = 1,3$; $k_{T1} = 0,7$; $k_{T2} = 0,2$.

$$\varepsilon_{пр} = 425 - 1,3 \sqrt{(0,7 \cdot 150^2) + 120^2 + 0 + 0 + 10^2 + (0,5 \cdot 100)^2} \\ = 208 \text{ мкм}$$

Исходя из всех вычислений, получаем итоговую погрешность при использовании приспособлений, равную 0,009 мм, имея данные по полям допуска регламентируемых размеров, это 1/21 допуска. Таким образом, применение приспособлений такого рода является возможным для изготовления необходимой детали.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР.-15.03.05-2023.ПЗ				

3. Экономическая часть

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Экономическая ЖИЗНЬ	Лист	Лист	Листов
Разраб.		Гритчин					36	45
Провер.		Платонов						
Н. Контр.		Сагалакова						
Утв.		Торопов						
						<i>ХТИ филиал СФУ</i>		

3.1 Расчет стоимости основных фондов и амортизации на производстве

В экономической части выпускной квалификационной работы рассчитывают технико-экономические показатели. Для этого, сначала определяется первоначальная стоимость годового выпуска деталей.

Таблица 3.1 - Калькуляция

№ п\п	Наименование статей	Себестоимость годового выпуска продукции, руб.
1	Заготовки и основные материалы с вычетом отходов	3408180
2	Возвратные отходы (вычитаются)	–
3	Оклад рабочих	27847,70
4	Дополнительная заработная плата основных рабочих	2227,82
5	Отчисления на социальное страхование основных рабочих	9022,66
6	РСЭО	21721,21
7	Цеховые расходы	8351,31
8	Общезаводские расходы	3341,72
9	Производственная себестоимость	3481110,15
10	Внепроизводственные расходы	–
11	Полная себестоимость	3480692,42

Стоимость исходных и основных материалов определяется по формуле:

$$Z_m = S_{ЗАГ} \cdot N; \quad (3.1)$$

где, $S_{ЗАГ}$ – стоимость заготовки детали;

N_i – количество деталей в годовом производственном плане;

n – количество видов (наименований) деталей в плане.

$$Z_m = S_{ЗАГ} \cdot N = 17040,9 \cdot 200 = 3408180p$$

3.2 Расчет фонда заработной платы на производстве

Таблица 3.2 - Ведомость тарифной заработной платы основных рабочих (сдельщиков)

№ п/п	Вид работ	Разряд	Трудоемкость годовой программы, час.	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная заработная плата, руб.
1	Фрезерные	4	367,057	24,94	9154,40

Помимо тарифной ставки (ЗТ), работники получают дополнительные выплаты, надбавки и премии, которые могут быть выражены в процентах от тарифной ставки(кд). Базовый фонд заработной платы рассчитывается с учетом северных и районных коэффициентов (к_р) и (к_с) соответственно:

$$З_{зо} = З_{зт} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_p) \cdot (1 + k_c); \quad (3.2)$$

С учетом доплат, надбавок и премий значение коэффициента может составлять 0,8 (80%). Для районного и северного значения коэффициента может быть 0,3 (30процентов), как установлено в Хакасии:

$$\begin{aligned} З_{зо} &= З_{зт} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_p) \cdot (1 + k_p) = 9154,40 \cdot (1+0,8) \cdot (1+0,3) \cdot (1+0,3) \\ &= \underline{27847,70р.} \end{aligned}$$

В дополнение к основным выплатам работников и выплачивается дополнительная заработная плата (ЗП). В которую входят: отпускные, переработки и т.д. Вычисляется она пропорционально основным выплатам персонала. Дополнительная заработная плата может быть принята в размере 8% от основной.

$$З_{зп} = З_{зо} \cdot 0,08 = \underline{2227,82р.}$$

Общая годовая заработная плата основных сотрудников выглядит следующим образом:

$$З_{зп} = З_{зо} + З_{зд} = 27847,70 + 2227,82 = 30075,52р.$$

С 2023 года, в связи с объединением ПФ и ФСС РФ в СФР, устанавливаются единые тарифы страховых взносов на ОПС, ВНиМ и ОМС. Его размер:

- в пределах установленной единой предельной величины базы для исчисления страховых взносов — 30%;

$$О_{соц} = З_{зп} \cdot 0,315 = 30075,52 \cdot 0,3 = \underline{9022,66р.}$$

					БР.-15.03.05-2023.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

3.3 Расчет затрат на содержание и ремонт оборудования на производстве

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО), цеховые расходы и общезаводские расходы рассчитываются на оклады и зарплаты ключевых сотрудников. Общая сумма соответствует 120% от базовых окладов и заработной платы. Эта сумма распределяется следующим образом:

РСЭО –	65%	} от общей суммы, равно
цеховые расходы –	25%	
общезаводские –	10%	

$Z_{30} \cdot 120\%$.

К затратам на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО) относятся:

Таблица 3.3 - РСЭО

№ п/п	Наименование статей
1	Амортизация оборудования и транспортных средств
2	Содержание оборудования:
2.1	Затраты на вспомогательные материалы
2.2	Затраты на топливо и электроэнергию для производственных нужд
2.3	Затраты на сжатый воздух
2.4	Заработная плата вспомогательных рабочих
3	Ремонт оборудования и транспортных средств
4	Затраты на эксплуатацию оснастки
5	Прочие расходы

Таблица 3.4 - Цеховые расходы

№ п/п	Наименование статей
1	Амортизация зданий, производственного и хозяйственного инвентаря.
2	Заработная плата вспомогательных рабочих, АУП, ИТР, служащих и МОП.
3	Содержание зданий
4	Ремонт зданий, производственного и хозяйственного инвентаря.
5	Охрана труда.
6	Износ малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря.
7	Прочие расходы.

Производственные затраты+цеховые затраты+общезаводские затраты+затраты на вспомогательное производство.

Не производственные затраты обычно рассчитываются как основная заработная плата основных сотрудников или как процент от производственных затрат. Их величину следует принимать равной 0-15 процентам от производственных затрат. Полная себестоимость деталей-производственные затраты+непроизводственные затраты.

После расчета производственных затрат на компоненты заполняется таблица технико-экономических показателей завода.

В таблице отражается годовой объем производства, если планируется выпуск только одного вида комплектующих, и производительность труда в натуральном выражении.

Производительность труда — это соотношение между объемом производств и количеством основных и вспомогательных рабочих на участке.

Таблица 3.5 - Техничко-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Расчетные показатели	Базовые показатели
1	Годовой выпуск продукции:			
	в натуральном выражении	шт.	200	200
	в стоимостном выражении	тыс. руб.	3480692,42	3540843,46
2	Площадь участка	м ²	90	—
3	Количество рабочих мест	шт.	1	2
4	Численность:			
	Основных рабочих	чел.	2	4
	Вспомогательных рабочих	чел.	—	—
5	Производительность труда на одного рабочего	руб./чел.	1740346,21	885210,865

Производительность труда на одного рабочего:

$$P_{\text{тр}} = \frac{C_{\text{вып}}}{Ч_{\text{осн}}} = \frac{3480692,42}{2} = 1740346,21 \text{ р/чел};$$

3.4. Расчет площадей под производство

Для правильной планировки производства необходимо рассчитать площадь, необходимую для установки металлорежущего станка. Ширина с учетом коридоров, проездов и т.д. – Не менее 5 метров.

С учетом стандартизированной дополнительной производственной площади рассчитаем площадь, занимаемую станком, по следующей формуле:

$$F = \sum F_i = \sum f_i \cdot k_i; \quad (3.4)$$

где f_i – площадь станка;

k_i – коэффициент, учитывающий дополнительно занимаемую производственную площадь (проходы, проезды, и т.п.), расчеты сведены в табл. 3.2

На участке механической обработки расположен 1 станок.

Таблица 3.6 - Характеристики установленных металлорежущих станков

Наименование и модель станка	Кол-во станков	Габариты станка, мм		Площадь станка, м ²	Коэф-т учета дополнит. площади	Общая площадь, занятая станком, м ²
		длина	ширина			
Горизонтально–фрезерный ИС800ПФ4 с ЧПУ	1	6150	4750	29,2	3	90

3.5. Расчет количества рабочих на производство

Для выполнения механической обработки детали основания буксы используется 1 станок, на котором работает 1 оператор. Учитывая, что производство работает в две смены, общее число основных рабочих составляет 2 человека.

					БР.-15.03.05-2023.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован процесс производства основания буксы с применением гибкого производственного модуля ИС800ПФ4 с ЧПУ в режиме серийного производства. Рассмотрены различные варианты технологического процесса механической обработки основания буксы, и оптимальный из них выбран для обеспечения минимальных затрат на производство при соблюдении заданной программы выпуска и обеспечения высокого качества изделия.

Быстродействующая автоматизированная технологическая оснастка, рациональное использование стандартного и специального режущего инструмента, оптимальная структура технологического процесса и рациональная планировка оборудования дали возможность достичь высокой эффективности технологических процессов механической обработки основания буксы по сравнению с другими аналогичными производствами. Данное подтверждается соответствующими показателями.

Стоимость ОПФ	3540834,46 рублей
Производительность на одного работающего	8852210,865 рублей
Фондоотдача	2,82 рублей
Среднемесячная з/пл работающего	30075,52 рублей
Себестоимость одного изделия	17040,9 рублей

Ожидаемый экономический потенциал при внедрении процесса изготовления основания буксы с применением гибкого производственного модуля ИС800ПФ4 с ЧПУ в условиях серийного производства с программой выпуска 200 шт. составляет 10000000 рублей

					<i>БР. - 15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

Список использованных источников

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Список Использованных источников	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Гритчин						
Провер.		Платонов					43	45
Н. Контр.		Сагалакова				<i>ХТИ филиал СФУ</i>		
Утв.		Торопов						

Список использованных источников

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - Л.: Машиностроение, 1984. - 654с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. /В 3 т.- М.: Машиностроение, 1973. - 920с.
3. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. - М.: Машиностроение, 1976. - 441с.
4. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. - М.: Издательство стандартов, 1992. - 464с.
5. Безопасность труда при холодной обработке металлов. /Под ред. Б.А. Поволоцкого, М.Н. Цыганова - М.: Машиностроение, 1982. - 111с.
6. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. - М.: Машиностроение, 1973. - 344с.
7. Великанов К.М. Экономика и организация производства в дипломных проектах. -Л.: Машиностроение, 1983. - 207с.
8. Горбачевич А.Ф.; Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Высшая школа, 1983. - 256с.
9. Горст Ю. В. Расчёт припусков на механическую обработку расчётно-аналитическим методом. Метод. указания. - Абакан: ХТИ, 2000. - 79с.
10. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. - Минск: Высшая школа, 1986. - 241с.
11. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. - М.: Машиностроение 1979. - 307с.
12. Гамрат-Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов. Учебное пособие для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 1985. - 159с.
13. Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. - М.: Машиностроение, 1972. - 1236с.
14. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х т. /Под ред. В.Д. Мягкова. Л.: Машиностроение, 1979. - 448с.
15. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. - М.: Высшая школа, 1969. - 483с.
16. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983. - 288с.
17. Кирсанов Г.Н. и др. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 1986. - 284с.
18. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. - М.: Машиностроение, 1990. - 350с.
19. Методические указания по расчету заземления электроустановок - Абакан, 1980. - 16с.

					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

20. Общемашиностроительные нормативы времени на сборочные и сварочные работы. - М.: Экономика, 1988. - 135с.
21. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. /Под ред. А.А. Панова, - М.: Машиностроение, 1988. - 736с.
22. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. - М.: Экономика, 1988. - 148с.
23. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справочник. В 2-х т. А.Д. Локтев и др. - М.: Машиностроение, 1991. - 641с.
24. Охрана труда в машиностроении. /Под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова, - М.: Машиностроение, 1983. - 433с.
25. Охрана окружающей среды: Учебн. для техн. спец. ВУЗов. /Под ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 1991. - 264с.
26. Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении. - М., Машиностроение, 1990г.- 184с.
27. Справочник конструктора-инструментальщика: /Под общ. Ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1994г. - 558с.
28. Справочник металлиста. В 5-и т. /Под ред. А.Н. Малова, - М., Машиностроение, 1977г. - 1144с.
29. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М., Машиностроение, 1985г. - 568с.
30. Станочные приспособления. Справочник. В 2-х т. /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. - 655с.
31. Справочник контролера машиностроительного завода. /Под ред. А.И. Якушева. - М.: Машиностроение, 1980. - 723с.
32. Технология машиностроения (специальная часть) Б.Л. Беспалов, Л.А. Глейзер, И.М. Колесов и др. - М.: Машиностроение, 1973. - 456с.
33. Якобсон М.О. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. - М.: Машиностроение, 1967. - 591с.


					<i>БР.-15.03.05-2023.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись

А.С. Торопов

инициалы, фамилия


«20» 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

«Разработка технологического процесса механической обработки основания
буксы»

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

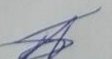
Руководитель


подпись, дата

к.т.н., доц. каф. ЭМиАТ
должность, ученая степень

В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

А.А. Гритчин
инициалы, фамилия

Абакан, 2023 г.