

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. Горопов
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Разработка технологического процесса переднего картера коробки передач

Руководитель _____ к.т.н., доцент Е.М. Желтобрюхов
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ Д.С. Кузьмин
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан, 2023

Продолжение титульного листа БР по теме Разработка
технологического процесса переднего картера коробки передач

Консультанты по
разделам:

Технологическая часть _____ Е.М. Желтобрюхов
наименование раздела подпись, дата инициалы, фамилия

Конструкторская часть _____ Е.М. Желтобрюхов
наименование раздела подпись, дата инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть Е.М. Желтобрюхов
наименование раздела подпись, дата инициалы, фамилия

Заключение на английском языке Н.В. Чезыбаева
наименование раздела подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ М.М. Сагалакова
подпись, дата инициалы, фамилия

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.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Кузьмину Дмитрию Сергеевичу

фамилия, имя, отчество

Группа 29-1

номер

Направление

код

15.03.05

Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Разработка технологического процесса переднего картера коробки передач

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР Е.М. Желтобрюхов, к.т.н., доцент кафедры ЭМиАТ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР 1. чертеж детали картера коробки передач;

2. годовая программа N = 300шт

Перечень разделов ВКР Технологическая часть; Конструкторская часть; Организационно-экономическая часть;

Перечень графического материала 1. Чертеж детали - 1 лист ф. А1; 2. Технологический процесс - 4 листа ф. А1; 3. Приспособление контрольное – 1 лист ф. А1; 4. Приспособление расточное – 1 лист ф. А1; 5. Технико-экономические показатели -1 лист ф.А1.

Руководитель ВКР _____

подпись

инициалы и фамилия

Е.М. Желтобрюхов

Задание принял к исполнению _____

подпись, инициалы и фамилия студента

Д.С. Кузьмин

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	7
1.1 Анализ служебного назначения	7
1.2 Анализ технологичности	7
1.3 Анализ технических требований	10
1.4 Обоснование выбора баз и составление маршрута обработки	10
1.5 Экономическое обоснование выбора заготовки	11
1.6 Расчет и назначение припусков	13
1.6.1 Расчет припусков на обработку поверхности в размер $220_{-0,185}$	13
1.6.2 Расчет припусков под растачивание отверстия $\varnothing 80H7^{+0,03}$	15
1.7 Расчет режимов резания	17
1.7.1 Расчет режимов резания на растачивание отверстия $\varnothing 80^{+0,03}$	17
1.7.2 Расчет режимов резания на фрезерование в размер $220_{-0,185}$	20
1.10 Выбор оборудования	25
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	28
2.1 Проектирование расточного приспособления	28
2.1.1 Техническое задание	28
2.1.2 Описание работы приспособления	28
2.1.3 Расчет необходимой силы зажима	29
2.1.4 Определение диаметра пневмоцилиндра	30
2.1.5 Расчет высоты установочной части пальца	30
2.2 Проектирование контрольного приспособления	31
2.2.1 Техническое задание	31
2.2.2 Расчет приспособления на точность	31
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	33
3.1 Выбор технологического оборудования	33
3.2 Определение занимаемой площади	34
3.3 Организация транспортной системы	34
3.4 Организация технического контроля	34
3.5 Организация инструментообеспечения	35
3.6 Организация ремонтного и технического обслуживания	35
3.7 Расчет себестоимости детали	36
3.8 Технико-экономические показатели	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
ПРИЛОЖЕНИЕ	44

					БР-15.03.05-2023 000.00.00.000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Содержание		
Разраб.		Кузьмин					
Руковод.		Желтобрюхов					
Консульт.		Желтобрюхов					
Н. Контр.		Сагалакова					
Зав. Каф.		Торопов					
					Лит.	Лист	Листов
					ХТИ – филиал СФУ Группа29-1		

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность производства, его технический прогресс во многом зависит от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа.

Повышение эффективности машиностроительного производства на современном этапе определяется повышением качества изделий, снижением трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления.

Более 70% изделий в машиностроении изготавливают в условиях мелкосерийного и серийного производства. Эффективным средством автоматизации мелкосерийного и серийного производства является программное управление металлорежущими станками.

Важной особенностью автоматизации процесса обработки на металлорежущих станках с помощью устройств программного управления, является сохранение станками широкой универсальности. Это дает возможность производить на них обработку всей номенклатуры деталей, которая может быть произведена на универсальных станках соответствующих типов.

Основной задачей рациональной эксплуатации металлорежущих станков с ЧПУ является обеспечение длительной и безотказной обработки на них деталей с заданной производительностью, точностью и шероховатостью обработанной поверхности при минимальной стоимости эксплуатации станков. В парке машиностроения страны доля станков с ЧПУ будет непрерывно увеличиваться при одновременном повышении их технического уровня.

В данной работе приведены результаты проектирования технологического процесса механической обработки картера коробки отбора мощности вышки ВС-18 с применением станков с ЧПУ в условиях серийного производства.

					БР-15.03.05-2023 000.00.00.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Кузьмин</i>			Введение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>						
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>						
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>						
						ХТИ – филиал СФУ Группа29-1		

1 Технологическая часть

1.1 Анализ служебного назначения

Деталь – картер передний коробки передач ГАЗ 3110, чертеж Р-1701014-01. Картер является базовой деталью и служит для ориентации деталей коробки передач и обеспечения их правильной и надежной работы. Так же картер служит для защиты деталей от неблагоприятного воздействия окружающей среды, от попадания пыли и грязи, для защиты деталей от механических повреждений, для обеспечения качественной смазки и предотвращения разбрызгивания масла. Алюминиевый сплав картера обеспечивает определённую жесткость и прочность, исключая перекосы валов. Для повышения жесткости служат ребра. Химический состав материала представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав алюминиевого сплава АК12М2, %

Fe не более	Si	Mn	Al	Cu не более	Mg не более	Zn	Pb	Примеси
0,6-0,9	11-13	0,1-0,6	76,9-80,4	1,8-2,5	1,35	0,5	0,1	всего 4,1

Механические свойства алюминиевого сплава АК12М2

1. Временное сопротивление разрыву $-\sigma_b = 186$ МПа;
2. Относительное удлинение $\lambda = 1$ %;
3. Твердость по Бринеллю $HB = 70$ Н/мм²

1.2 Анализ технологичности

Деталь – картер передний коробки передач, представляет собой отливку коробчатой формы из алюминиевого литейного сплава АК12М2 ГОСТ 1583-93. Деталь относится к классу корпусных. Отливка требует применения стержневой формовки для образования отверстий и внутренних полостей.

Материал детали АК12М2 ГОСТ 1583-93 обладает хорошими литейными свойствами, легко обрабатывается резанием. Проведенный анализ показал отсутствие чрезмерно высоких требований к точности обеспечения размеров, расположения поверхностей и качеству поверхностей картера. Таким образом, деталь является достаточно технологичной

					БР-15.03.05-2023 000.00.00.000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Кузьмин				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Желтобрюхов						
Консульт.	Желтобрюхов				ХТИ – филиал СФУ Группа29-1		
Н. Контр.	Сагалакова						
Зав. Каф.	Торопов						
Технологическая часть							

Вместе с тем имеется ряд элементов, затрудняющих механическую обработку и снижающих технологичность детали в целом. Затруднена обработка некоторых внутренних поверхностей, что требует применения специального инструмента. Технологичность детали нарушает наличие глубоких отверстий, что требует применения кондукторов. Имеется большое количество отверстий разных диаметров, что увеличивает номенклатуру используемого инструмента. Затруднена обработка некоторых поверхностей, так как она требует применения специальных зажимных приспособлений.

В целом обрабатываемые поверхности не вызывают больших сложностей при изготовлении, что дает возможность использовать высокопроизводительные методы обработки. Чертежи выполнены грамотно с соблюдением всех требований ЕСКД.

Проведем количественную оценку технологичности конструкции детали по следующим показателям:

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

$$K_{ИМ} = \frac{C_{дет}}{C_{заг}} = \frac{3,6}{3,8} = 0,95 \quad (1.1)$$

где, $C_{дет}$ – масса детали,

$C_{заг}$ – масса заготовки.

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

2. Коэффициент унификации.

$$K_y = \frac{K_{одн}}{K_{об}} = \frac{52}{80} = 0,65 > 0,5$$

(1.2)

где, $K_{одн}$ - количество однотипных поверхностей,

$K_{об}$ - общее количество поверхностей.

Т. е, деталь технологична по этому показателю.

3. Коэффициент точности $K_{ТН}$.

$$K_{ТН} = 1 - \frac{1}{T_{ср}} = 1 - \frac{1}{12,32} = 0,91 \quad (1.3)$$

$$T_{ср} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i} = \frac{84 + 16 + 40 + 44 + 60 + 742}{12 + 2 + 4 + 4 + 5 + 53} = 12,32$$

где T_i – квалитет точности размера i -той поверхности,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

БР-15.03.05-2023 ПЗ

Таблица 1.2 – Точность поверхностей детали

T_i	n_i	$\Sigma T_i \cdot n_i$
7	12	84
8	2	16
10	4	40
11	4	44
12	5	60
14	53	742

Деталь технологична также и по этому показателю.

4. Коэффициент шероховатости $K_{Ш}$.

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{CP}} = 1 - \frac{1}{3,2} = 0,69 \quad (1.4)$$

$$Ш_{CP} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{6,25 + 32 + 6,3 + 10}{5 + 10 + 1 + 1} = 3,2$$

$Ш_i$ – показатель шероховатости поверхности.

Составим таблицу шероховатости поверхностей (таблица 1.3)

Таблица 1.3 – Шероховатость поверхностей детали

$Ш_i$	n_i	$\Sigma Ш_i \cdot n_i$
1,25	5	6,25
3,2	10	32
6,3	1	6,3
10	1	10

Таким образом, деталь технологична.

5. Коэффициент обрабатываемости $K_{об}$.

$$K_{об} = \frac{N_{оп}}{N_{об}} = \frac{50}{80} = 0,625 > 0,5 \quad (1.5)$$

Следовательно, деталь технологична.

1.6 Расчет и назначение припусков

Для достижения максимальной производительности оборудования и уменьшения брака необходимо максимально точно рассчитывать припуски на механическую обработку.

Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен нормативным методом по соответствующим справочным таблицам и ГОСТам или определен на основе расчетно-аналитического метода.

Расчетно-аналитический метод базируется на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса обработки поверхности.

Для наиболее важных поверхностей данных деталей припуски рассчитаем по формулам.

1.6.1 Расчет припусков на обработку поверхности в размер 220_{0,185}

Заготовка – отливка, получена литьем в песчаные формы. Материал заготовки – сплав АК12М2 ГОСТ 1583-93. Деталь относится к классу корпусных.

Рассчитаем припуск на обработку поверхности основания. Технологический маршрут обработки состоит из двух переходов: предварительного и окончательного фрезерования.

На операции необходимо обеспечить размер 220_{0,185} и шероховатость Ra 3,2. Расчет сведем в таблицу 1.6.1.

Таблица 1.6.1 – Припуски на механическую обработку

Технологические переходы обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск мкм	Расчетный размер мм	Допуск, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мкм	
	Rz	T	Δ	ε				D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
220 _{0,185}											
Заготовка	100	0	143,5	-		220,9	1280	220,9	222,2	-	-
фрезерование:											
предварительное	40	-	60	250	993,5	219,9	600	219,9	220,5	1280	2273,5
окончательное	10	-		15	73,6	219,82	185	219,815	220	70	220
										1350	2500

Значение Rz и T, характеризующее качество поверхности литых заготовок, составляет 600 мкм. Для предварительного и окончательного фрезерования находим Rz 40 и Rz 10.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:

$$\rho = \rho_{кор} \quad (1.17)$$

$$\rho_{кор} = \Delta \cdot L = 0.7 \cdot 205 = 143.5 \text{ мкм}$$

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

БР-15.03.05-2023 ПЗ

Остаточная пространственная погрешность после предварительного фрезерования:

Остаточная пространственная погрешность после предварительного растачивания:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 143,5 = 8,61 \text{ мкм}$$

погрешность установки при предварительном фрезеровании:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2} \quad (1.18)$$

Погрешность базирования не возникает, так как конструкторская и технологическая базы совпадают.

Погрешность закрепления заготовки $\varepsilon_3 = 0,25 \text{ мм}$

$$\varepsilon_1 = 250 \text{ мкм}$$

Остаточная погрешность установки при предварительном фрезеровании:

$$\varepsilon_1 = 0,06 \cdot \varepsilon_1 = 0,06 \cdot 250 = 15 \text{ мкм}$$

Определим минимальный припуск:

$$z_{\min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_1 \quad (1.19)$$

При предварительном фрезеровании:

$$z_2 = 600 + 143,5 + 250 = 993,5 \text{ мкм}$$

При окончательном фрезеровании:

$$z_1 = 40 + 8,61 + 15 = 63,61 \text{ мкм}$$

Определим номинальный припуск:

$$z_{\text{ном}} = z_{0\min} + B_3 - B_D = 993,5 + 640 - 185 = 1448,2 \text{ мкм}$$

$$d_{\text{ном}} = d_{\text{ном}} + z_{\text{ном}} = 220 + 1,45 = 221,45 \text{ мм}$$

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

1.6.2 Расчёт припусков под растачивание отверстия Ø80H7^{+0,03}

Таблица 1.6.2 – Припуски на механическую обработку

Технолог. переходы	Эл-ты припуска, мкм				Расч. прип, z_{min} мкм	Расч. разм, D_p , мм	Допуск T , мкм	Пред. знач. размера, мм		Пред. знач. припусков, мкм	
	R_z	h	Δ_{Σ}	ε				D_{min}	D_{max}	z_{min}	z_{max}
Заготовка	300	300	105	-		77,97	2000	76	78	-	-
Черновое растачивание	$(R_z+h)=100$		5,25	236	1716	79,69	400	79,3	79,7	1700	3300
Чистовое растачивание	$(R_z+h)=50$		4,2	12	236	79,92	160	79,76	79,92	220	460
Тонкое растачивание	$(R_z+h)=20$		-	-	108,4	80,03	30	80	80,03	110	240

Базирование детали производим также по нижней плоскости, и двум отверстиям Ø12.

Погрешность закрепления в приспособлении с эксцентриковым зажимом $\varepsilon_3 = 200$ мкм.

Погрешность установки составит $\varepsilon_y = 236$ мкм.

Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании:

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{инд} \quad (1.20)$$

Так как черновое и чистовое растачивание производится за одну установку, то $\varepsilon_{инд} = 0$.

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 236 = 12 \text{ мкм}$$

Пространственное отклонение Δ_{Σ} для заготовки $P_K = 0,4 \cdot 262 = 105$ мкм;

$$\Delta_{\Sigma} = 105 \text{ мкм};$$

Величина остаточного пространственного отклонения после чернового фрезерования вычисляется:

При черновом растачивании $k_y = 0,05$, тогда

$$\Delta_{\Sigma \text{ ост}} = 0,05 \cdot 105 = 5,25 \text{ мкм}$$

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

Величина остаточного пространственного отклонения после чистового растачивания: $k_y = 0,04$,

$$\Delta_{\Sigma_{ост}} = 0,04 \cdot 105 = 4,2 \text{ мкм}$$

Рассчитываем величину припуска по формуле:

$$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad (1.21)$$

Для чернового растачивания:

$$2z_{1\min} = 2(300 + 300 + \sqrt{105^2 + 236^2}) = 1716 \text{ мкм}$$

Для чистового растачивания:

$$2z_{2\min} = 2(100 + 5,25 + \sqrt{4,2^2 + 12^2}) = 236 \text{ мкм}$$

Для тонкого растачивания:

$$2z_{2\min} = 2(50 + 4,2) = 108,4 \text{ мкм}$$

Расчётный размер определяется путём отнимания от расчётного размера следующего за ним смежного перехода расчётного припуска z_{imin} .

Наибольшие предельные размеры определяются путём прибавления допуска к наименьшему предельному размеру.

Предельные значение припусков z_{max} записываются как разность наименьших предельных размеров и z_{min} как разность наибольших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

Полученные данные сводим в таблицу 1.6.2.

На остальные поверхности назначаем припуски и допуски по соответствующим таблицам и записываем их значения в таблицу 1.6.3.

Таблица 1.6.3 – Припуски на остальные поверхности

размер	припуск	допуск
222,2	2,2	3,2
Ø80	3,3	2
Ø62	3	1,6

$$S_2 = 0,25 \text{ мм / об}$$

Подачи при чистовом растачивании $S_3 = 0,1 \text{ мм / об}$

Скорость резания определяем по эмпирической формуле [8, с. 124]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^x \cdot S^y} K_v \quad (1.22)$$

где: $C_v=485$; $x=0,12$; $y=0,25$; $m=0,28$ - коэффициенты.

$T=60$ - период стойкости инструмента

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 0,36;$$

$$K_{mv} = 0,8; \quad K_{nv} = 0,9; \quad K_{uv} = 0,5;$$

$$V_1 = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 1,7^{0,12} \cdot 0,7^{0,25}} \cdot 0,36 = 56,93 \text{ м / мин}$$

$$V_2 = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 0,24^{0,12} \cdot 0,25^{0,25}} \cdot 0,36 = 92,94 \text{ м / мин}$$

$$V_3 = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 0,1^{0,12} \cdot 0,1^{0,25}} \cdot 0,36 = 130,24 \text{ м / мин}$$

Определяем числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad (1.23)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 56,93}{3,14 \cdot 80} = 226,63 \text{ об / мин}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 92,94}{3,14 \cdot 80} = 369,99 \text{ об / мин}$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 130,24}{3,14 \cdot 80} = 518,47 \text{ об / мин.}$$

Округляем полученные значения до стандартных:

$$n_{1np} = 250 \text{ об/мин;}$$

$$n_{2np} = 400 \text{ об/мин;}$$

$$n_{3np} = 630 \text{ об/мин;}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

БР-15.03.05-2023 ПЗ

Пересчитываем скорости резания:

$$V_{1np} = \frac{\pi D n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 250}{1000} = 62,8 \text{ мм / мин}$$

$$V_{2np} = \frac{\pi D n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 400}{1000} = 100,48 \text{ мм / мин}$$

$$V_{3np} = \frac{\pi D n_3}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 630}{1000} = 158,26 \text{ мм / мин}$$

Определяем силы резания по формуле:

$$P_{x,y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.24)$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (1.25)$$

Тангенциальная составляющая P_z

$$C_p = 40; x = 1,0; y = 0,75; n = 0;$$

$$K_p = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 1,305.$$

$$P_{z1} = 10 \cdot 40 \cdot 1,7^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 62,8^0 \cdot 1,305 = 679,1 \text{ Н}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot 40 \cdot 0,24^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 100,48^0 \cdot 1,305 = 44,3 \text{ Н}$$

$$P_{z3} = 10 \cdot 40 \cdot 0,1^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 158,26^0 \cdot 1,305 = 9,3 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле [4, с.271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (1.26)$$

$$N_1 = \frac{679,1 \cdot 62,8}{1020 \cdot 60} = 0,7 \text{ кВт};$$

С учетом К.П.Д. станка $\eta=0,8$ требуемую мощность обеспечит станок модели 2Е78П, для которого $N_{дв.} = 3,7$ кВт.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

БР-15.03.05-2023 ПЗ

1.7.2 Расчет режимов резания на фрезерование в размер 220_{-0,185}

На операции происходит черновое и чистовое фрезерование плоскости картера в размер 220_{-0,185} на вертикально-фрезерном станке 6Т12, с обеспечением шероховатости поверхности Ra 3,2. Деталь устанавливается в специальное приспособление. Обработку проводят торцевой фрезой Ø180, оснащенной ножами из инструментальной быстрорежущей стали P6M5 с числом зубьев $z = 24$ по ГОСТ 9304-69.

Скорость резания при фрезеровании определяется по формуле [28, с. 252]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (1.27)$$

где $C_v=155$, $m=0,2$, $x=0,1$, $y=0,4$, $u=0,15$, $q=0,25$, $p=0,1$ – коэффициенты и показатели степени, учитывающие влияние условий обработки и обрабатываемого материала, приняты по данным [28];

$D=180$ мм – диаметр фрезы;

$T=240$ мин – стойкость фрезы;

$t=1$ мм – глубина резания;

$s=0,1$ мм – подача на зуб фрезы;

$B=300$ мм – ширина фрезерования;

$z=24$ – число зубьев фрезы;

$K_v=K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно влияние обрабатываемого материала, состояния поверхности заготовки и применяемого инструментального материала на изменение скорости резания. ($K_{M_v}=0,8$, $K_{n_v}=0,9$, $K_{u_v}=1,0$)

$$V = (155 \cdot 180^{0,25}) / (240^{0,2} \cdot 1^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 300^{0,15} \cdot 24^{0,1}) = 106 \text{ м/мин}$$

Определим частоту вращения шпинделя станка

$$n = 1000 \cdot 106 / (3,14 \cdot 180) = 187 \text{ об/мин}$$

Корректируя по паспорту станка, принимаем $n = 160$ об/мин,
Пересчитываем скорости резания:

$$V = 3,14 \cdot 180 \cdot 160 / 1000 = 90,4 \text{ м/мин}$$

Сила резания определяется по формуле [стр. 282, 28]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \quad (1.29)$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

	5	13,5	20	1	0,25		0,36	530	20
	6	6	22	1	3		0,36	300	20
	7	8	22	1	0,5		1	10	0,36
35	1	18	61	1	2	0,1		250	115
	2	36	1	1	1		0,36	300	20
	3	18	2	1	2		0,36	300	20
40	1	25	25	1	2	200		200	106,76
	2	28	60	1	1,5	200		200	133,450
	3	20	20	1	1,5	200		200	103,86
	4	20	20	1	1,5	200		200	105
45	1	10	8	1	5		0,36	300	20
	2	10,5	8	1	0,25		0,36	530	20
	3	8,5	22	1	4,25		0,36	300	20
	4	18	18	1	9		0,35	320	20
	5	19	18	1	1		1	10	0,36
	6	13	10	1	6,5		0,36	300	20
	7	32	1,5	1	9,5		0,36	300	20
	8	16	8	1	3		1	10	0,36
50	1	18	12	1	9		0,35	200	20
	2	19	12	1	1		1	63	0,36
	3	18	12	1	9		0,5	200	20
	4	19	12	1	1		1	63	0,36
	5	8	5	1	4		0,5	320	20
	6	10	5	1	1		1	63	0,36
55	1	8	18	1	1		1	75	0,36

1.8 Техническое нормирование техпроцесса

Технические нормы времени на производстве устанавливаются расчетно-аналитическим методом, по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_O + T_B + T_{OB} + T_{OT}; \quad (1.31)$$

где: T_O - основное время.

T_{BC} - вспомогательное время, состоит из затрат времени на отдельные приемы

$$T_{BC} = T_{YC} + T_{ZO} + T_{YII} + T_{IZ},$$

где: T_{YC} - время на снятие и установку детали.

T_{ZO} - время на закрепление и открепление детали.

T_{YII} - время на управление станком.

T_{IZ} - время на измерение и контроль детали.

T_{OB} - время на обслуживание рабочего места. Складывается из времени на техническое обслуживание T_{tex} и времени на организационное обслуживание $T_{орг}$.

T_{OT} - время перерывов на отдых и личные надобности.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

БР-15.03.05-2023 ПЗ

1.10 Выбор оборудования

Проанализировав нормирование, примем следующее универсальное оборудование

для операций 05 и 10 – один станок 6Т12 с $T_{ум-к} = 6,75$ мин;

для операций 15, 30, 35, 45, 50, 55- один станок 2М55 с $T_{ум-к} = 24,97$ мин;

для операции 20 и 25 – один станок 2Е78П с $T_{ум-к} = 8,47$ мин;

для операции 40 – один станок 6Р82Г с $T_{ум-к} = 2,06$ мин;

Для технологического процесса с применением станков с ЧПУ примем один обрабатывающий центр ФС85МФ3 с $T_{ум-к} = 29,18$ мин;

Время обработки программы деталей определим по формуле

$$T_N = \frac{T_{шт.маx} \cdot N}{F_d \cdot 60} = \frac{24,97 \cdot 300}{4029 \cdot 60} = 0,03 \text{ года}$$

где $T_{шт.маx}$ –наибольшая продолжительность операции, мин,

N – годовая программа выпуска деталей, 300 шт,

F_d – годовой действительный фонд времени, 4029 ч.

При обработке на станках с ЧПУ примем 1 станок

$$T_N = \frac{T_{шт.маx} \cdot N}{F_d \cdot 60} = \frac{29,18 \cdot 300}{4029 \cdot 60} = 0,036 \text{ года}$$

Так как оборудование, оснащенное ЧПУ, сложнее универсального, приведем его некоторые характеристики (таблица 1.10) [15].

Описание фрезерного обрабатывающего центра ФС85МФ3

С помощью вертикального фрезерного центра осуществляют черновую, получистовую и чистовую обработку плоских и фасонных поверхностей заготовок. Благодаря системе ЧПУ, сервоприводам и автоматической системе смены инструмента возможна обработка деталей сложной криволинейной формы (диск, плита, рычаг, корпусная деталь, пресс-форма, штамп, матрица и др.) из обычных и высокопрочных сталей, чугуна, цветных металлов, легких сплавов и пластмасс.

На станке можно производить:

- фрезерование одновременно по трем координатам;
- сверление, зенкерование, развертывание, растачивание отверстий;
- нарезание резьбы.

Дополнительная установка 4-ой контролируемой оси - поворотного стола значительно расширяет диапазон технологических возможностей центра.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

БР-15.03.05-2023 ПЗ



Рисунок 2 – Вертикальный обрабатывающий центр ФC85MФ3

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

Таблица 1.10 Технические характеристики

Характеристика	Значение
Размер стола (Д x Ш), мм	1000x500
Промежуток (мм) x Ширина (мм)x Количество Т-образных пазов (шт)	100x18x5
Наибольшая нагрузка на стол, кг	650
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны, мм	550
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	150~700
Класс точности станка	Н
X/Y/Z Перемещение, мм	850/500/550
X/Y/Z/A Скорость быстрых перемещений, м/мин	36/36/36
Скорость рабочей подачи, мм/мин	1~15000
Точность позиционирования, мкм	±4
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	25/10
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	40~12000
Конус шпинделя (7:24)	ISO40
Тип магазина	манипулятор
Емкость магазина инструмента, шт	24
Максимальный диаметр/длина сменного инструмента, мм	ф150(80)/L300
Макс. масса инструмента, кг	8
Время смены инструмента, сек	2,5
Охлаждение шпинделя	холодильник масла
Система ЧПУ	SIEMENS 828D
Потребляемая мощность станка, кВт	47,5
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	2450x2230x2620
Масса нетто, кг	6 200

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-15.03.05-2023 ПЗ

Лист

2 Конструкторская часть

Для расточной операций 020, выполняемой на вертикально – расточном станке модели 2Е78П, требуется спроектировать расточное приспособление, которое позволит произвести растачивание на проход отверстия $\varnothing 80^{(+0,03)}$, обеспечив при этом необходимую точность и жесткость технологической системы. Базирование осуществляется по предварительно обработанным отверстиям $\varnothing 12$. Силы резания $P_z=679,1$. Режущий инструмент – расточной резец ГОСТ 18062-72.

Также требуется разработать контрольное приспособление, которое позволит контролировать параллельность поверхности Б относительно поверхности Б₁, получаемых на операциях 005 и 010. Точность 0,08 на длину 210 мм.

2.1 Проектирование расточного приспособления

2.1.1 Техническое задание

Требуется спроектировать зажимное приспособление, для вертикально-расточной операции 020, на которой происходит растачивание ступенчатого отверстий $\varnothing 80H7^{(+0,03)}$ и $\varnothing 90H11^{(+0,22)}$. Обработка ведется на вертикально-расточном станке модели 2Е78П, при базировании детали по основанию двум отверстиям $\varnothing 12$.

2.1.2 Описание работы приспособления

Приспособление устанавливается по направляющим шпонкам в Т-образный паз стола расточного станка и крепится при помощи 4-х болтов. Деталь базирuem по двум установочным штифтам, и устанавливаем по обработанной поверхности на опорные пластики приспособления. Закрепление детали осуществляется при помощи 2-х прихватов, которые при помощи опор связаны с корпусом приспособления, а при помощи вилок со штоком пневмоцилиндров, которые в свою очередь связаны с корпусом приспособления при помощи опор.

В разжатом состоянии прихваты под действием возвратной пружины пневмоцилиндра откидываются, что позволяет без дополнительных усилий снимать или устанавливать деталь.

При закреплении детали прихваты, перемещаясь вдоль хода поршня пневмоцилиндра, поворачиваются относительно опоры, таким образом, устанавливаясь в положение «зажима».

					БР-15.03.05-2023 000.00.00.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кузьмин			Конструкторская часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Желтобрюхов						
Консульт.		Желтобрюхов						
Н. Контр.		Сагалакова						
Зав. Каф.		Торопов						
						ХТИ – филиал СФУ Группа29-1		

2.1.3 Расчет необходимой силы зажима

Сила зажима W прижимает заготовку к опорам, при этом одна сила резания P_z , действует в направлении перпендикулярном силе зажима W .

Величину силы зажима определяем из соотношения [1, с. 251]:

$$P_2 \leq (W + P_1) \cdot f_2 + W \cdot f_1 \quad (2.1)$$

где: $f_1=f_2=0,1$ - коэффициент трения между поверхностями установочных и зажимных элементов приспособлений и заготовки.

С учетом коэффициента запаса прочности

$$K=1,4-2,6 \quad (2.2)$$

$$W = \frac{KP_2 \cdot P_1 f_1}{f_1 + f_2} = \frac{1,4 \cdot 679,1}{0,1 + 0,1} = 4753,7 \text{ Н.}$$

Так как принимаем для закрепления 2 прихвата, следовательно:
 $W = 2376,85 \text{ Н.}$

Для определения силы Q механизированного привода (пневмоцилиндра), составим расчетную схему и запишем уравнение равновесия рычага относительно оси O :

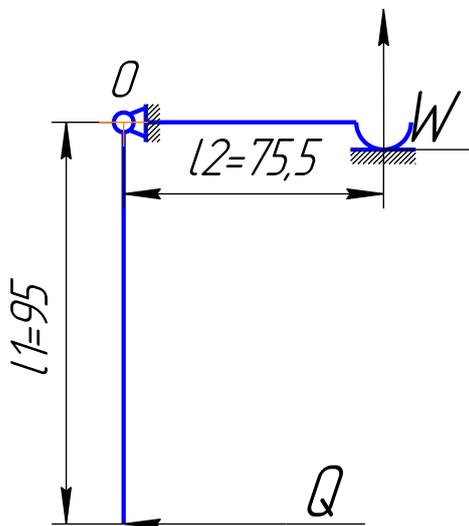


Рисунок 2.1 – Расчетная схема сил приспособления

$$\Sigma M_0 = Q \cdot l_1 - W \cdot l_2 \quad (2.3)$$

с учетом трения в пневмоцилиндре: $\eta = 0,9$

$$Q = \frac{W \cdot l_2}{l_1} \eta = \frac{2376,85 \cdot 75,5}{95} \cdot 0,9 = 1700 \text{ Н}$$

2.1.4 Определение диаметра пневмоцилиндра

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} - Q_1 \quad (2.4)$$

где: $p=0,39$ Мпа- давление в пневмосети;

$\eta=0,9$ - КПД, учитывающий трение в пневмоцилиндре;

$Q_1=10\%Q=209$ Н.- сила сопротивления пружины в конце рабочего хода поршня[1, с. 304].

$$D = \sqrt{\frac{4(Q+Q_1)}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4(1700+209)}{3,14 \cdot 0,39 \cdot 10^6 \cdot 0,9}} = 0,042 = 42 \text{ мм} \quad (2.5)$$

принимаем пневмоцилиндр с $D=50$ мм. по ГОСТ 15608-81.

2.1.5 Расчет высоты установочной части пальца

$$H \leq \frac{L+l+0,5D}{D+l} \sqrt{2(D+l)\Delta_{\min}} = \frac{237+40+0,5 \cdot 12}{12+237} \sqrt{2 \cdot (12+237) \cdot 0,028} = 4,24 \text{ мм} \quad (2.6)$$

где: $L=237$ мм.- расстояние между установочными пальцами;

$l=40$ мм.- расстояние от оси пальца до боковой поверхности заготовки

$D=12$ мм.- диаметр установочного пальца;

$\Delta_{\min}=0,028$ мм.- зазор между пальцем и отверстием заготовки.

Чтобы определить погрешность приспособления, надо учитывать метод обработки, тип приспособления, конструкцию инструмента и способ его связи со станком.

Для расчёта точности изготовления приспособления можно воспользоваться уравнением:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k \sqrt{(k_1 \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{изн}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_2 \omega)^2}; \quad (2.7)$$

Погрешность базирования $\varepsilon_{\delta} = 27$ мкм;

Погрешность закрепления $\varepsilon_3 = 100$ мкм;

Погрешность износа установочных элементов приспособления составит $\varepsilon_{изн} = 50$ мкм;

Погрешность установки приспособления $\varepsilon_{уст} = 70$ мкм- зазор между направляющей шпонкой и пазом стола;

Погрешность смещения режущего инструмента $\varepsilon_n = 0$, так как отсутствуют направляющие элементы приспособления.

Экономическая точность обработки $\omega = 2,5$ мкм.

$\delta = 80$ мкм. – допуск перпендикулярности оси пальца относительно плоскости.

Принимаем $k = 1,2$; $k_1 = 0,8$ и $k_2 = 0,6$ - поправочные коэффициенты.

$$\varepsilon_{np} \leq 80 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 27)^2 + 100^2 + 0 + 50^2 + (0,6 \cdot 2,5)^2} = 70 \text{ мкм} = 0,07 \text{ мм}$$

Таким образом, погрешность приспособления составляет 0,07 мм, учитывая данный расчет, можно сделать вывод о правильно выбранной конструкции приспособления, так как оно обеспечивает необходимую точность обработки и силы зажима детали.

2.2 Проектирование контрольного приспособления

2.2.1 Техническое задание

Разработать контрольное приспособление, которое позволит контролировать параллельность поверхности Б относительно поверхности Б₁, получаемых на операциях 005 и 010. Точность 0,08 на длину 210 мм.

Основу приспособления составляет плита, на которой установлены четыре стойки. На стойках закреплены штанги, по которым перемещаются салазки, с закрепленных в них индикатором.

Схема приспособления показана на листе БР-15.03.05-2023001.00.00.000 СБ

2.2.2 Расчет приспособления на точность

При измерении возникает ряд погрешностей, которые необходимо учесть при правильной настройке.

Погрешность базирования ε_B возникает из-за не параллельности штанг относительно плиты.

$$\varepsilon_B = 0,015$$

Погрешность закрепления $\varepsilon_3 = 0$, т.к. закрепления не производим.

Погрешность установки приспособления на столе $\varepsilon_y = 0$, т.к. она не влияет на контролируемый размер.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

БР-15.03.05-2023 ПЗ

Погрешность от изнашивания $\varepsilon_{II} = 10$ мкм,
 $K_T = 1,2$; $K_{T1} = 0,8$; $K_{T2} = 0,8$

$$\varepsilon_{PP} = 100 - 1,2 \sqrt{15^2 + 10^2 + (0,8 \cdot 10)^2} = 16,6 \text{ мкм}$$

Таким образом погрешность приспособления составляет 0,016 мм.

Учитывая данный расчет, можно сделать вывод о правильно выбранной конструкции приспособления, так как оно обеспечивает необходимую точность при контроле детали.

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

3 Экономическая часть

3.1 Выбор технологического оборудования

Для обработки картера нами было разработано два технологических процесса. В базовом варианте производим обработку детали на универсальном оборудовании (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Перечень универсального оборудования

Тип оборудования	Кол-во	Мощность, кВт	Единицы ремонтной сложности R _м	Занимаемая площадь, м ²	Стоимость единицы обор, руб	Суммарная стоимость, руб
Вертикально-фрезерный 6Т13	1	7,5	22	27,3	1 450 000	1 450 000
Горизонтально-фрезерный 6Р82	1	7,5	22	27,3	1 367000	1 367000
Радиально-сверлильный 2М55	1	5,5	21	2,7	1 524000	1 524000
Вертикально-расточной 2Е78П	1	4,5	24	11,18	3 072000	3 072000
Итого	5	25	88	68,48		7413 000

Для повышения производительности в проектируемом технологическом процессе применили оборудование, оснащенное числовым программным управлением (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Перечень оборудования с ЧПУ

Тип оборудования	Кол-во	Мощность, кВт	Единица ремонтной сложности R _м	Занимаемая площадь, м ²	Стоимость единицы оборудования, руб	Суммарная стоимость, руб
Фрезерный обрабатывающий центр ФС85МФ3	1	47,5	44	13,66	4270000	4270000
ИТОГО	1	47,5		13,66		4270000

					БР-15.03.05-2023 000.00.00.000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Кузьмин				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Желтобрюхов						
Консульт.	Желтобрюхов				ХТИ – филиал СФУ		
Н. Контр.	Сагалакова						
Зав. Каф.	Торопов						
					Экономическая часть		

3.2 Определение занимаемой площади

Площадь, занимаемую оборудованием, определим по формуле

$$S = f \cdot k_f \quad (3.1)$$

где f_{Σ} – суммарная площадь станков в плане;

$k_f = 2,5$ - коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь проходов, проездов, мест складирования заготовок и т.д.

Для обработки картера нам потребуется 5 универсальных станков с общей площадью $68,48 \text{ м}^2$.

$$S_{yn} = 68,48 \cdot 2,5 = 171,2 \text{ м}^2$$

При обработке на станках с ЧПУ требуется 1 станок.

$$S_{\text{ЧПУ}} = 47,5 \cdot 2,5 = 119 \text{ м}^2.$$

3.3 Организация транспортной системы

Организация работы транспортной системы предприятия в целом включает в себя расчет грузооборота, грузопотоков и выбор транспортных средств. В нашем случае транспортная система не входит в состав участка и, поэтому произведем только выбор межоперационного транспорта и транспорта по доставке заготовок на участок и отправки с него.

Детали, обрабатываемые на участке, относятся к мелким металлическим твердым деталям с плоской базой, транспортируемым поштучно. Для таких деталей в качестве межоперационного транспорта целесообразно применять обычные тележки. Установку детали на станок будет осуществлять рабочий вручную [5].

Для доставки заготовок из заготовительного цеха, для их транспортировки на склад используется автономный электротранспорт – электрокары. Они относятся к экологически чистому транспорту, поскольку их питание осуществляется от аккумуляторных батарей.

3.4 Организация технического контроля

Система контроля качества изделий предназначена для своевременного определения с требуемой точностью параметров качества изделий механосборочного производства.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

БР-15.03.05-2023 ПЗ

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе был спроектирован технологический процесс изготовления картера коробки передач весом 6,5 кг.

В технологической части были проведены расчеты припусков на обработку, режимов резания и норм времени на все операции базового технологического процесса и спроектированного.

Для сокращения времени на обработку было применено высокопроизводительное оборудование с ЧПУ, быстродействующая технологическая оснастка, рационально использовался стандартный режущий инструмент.

Для обработки с одной установки посадочного отверстия под подшипник на вертикально-расточном станке 2Е78П, мною было спроектировано специальное зажимное приспособление с пневматическим зажимом.

Для контроля параллельности торцевых поверхностей предназначенных для дальнейшего сопряжения с коробкой передач было спроектировано специальное контрольное приспособление с подвижной индикаторной головкой.

Экономический расчет показал, что обработка на станках с ЧПУ экономически выгодней и снизит себестоимость механической обработки на 25 % в сравнении с применением универсального оборудования. К тому же точность обработки на станках с ЧПУ выше.

При этом, приведенная годовая экономия (экономический эффект на программу) составит 394 300 руб.

					БР-15.03.05-2023 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Кузьмин</i>			Заключение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>					41	43
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>				ХТИ – филиал СФУ Группа29-1		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>						
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>						

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – Л.: Машиностроение, 2004. – 656с.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2013 – 1846с.
3. Болотин, Х. Л. Станочное приспособления / Х. Л. Болотин, Ф. П. Костромин. – М.: Машиностроение, 2003 – 315 с.
5. Горбачевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. – Минск.: Высшая школа, 2007 – 255 с.
6. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений / В. А. Горохов. – Минск.: Высшая школа, 2003 – 312 с.
7. Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А. К. Горошкин. – М.: Машиностроение 2011 – 303 с.
9. Долматовский, Г. А. Справочник технолога по обработке металлов резанием / Г.А. Долматовский. – М.: Машиностроение, 2014 354 с.
10. Допуски и посадки: справочник: В 2 т. / В. Д. Мягков. – Л.: Машиностроение, 2013 – 1026 с.
12. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений / В. С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 2003 – 273 с.
15. Нормирование труда и сметы: учебник для техникумов. / Сост. К. Г. Романов и др. – М.: Стройиздат, 2008 – 165 с.
16. Общетехнический справочник / Сост. Е. А. Скороходов, В. П. Законников, А.Б. Пакнис и др. – М.: Машиностроение, 2010 – 511 с.
17. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках / М.: Экономика, 2008 – 65 с.

					БР-15.03.05-2023 ПЗ													
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Список ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ						<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>					
<i>Разраб.</i>		<i>Кузьмин</i>															42	43
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>									ХТИ – филиал СФУ Группа29-1							
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>																
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>																
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>																

ПРИЛОЖЕНИЕ

					БР-15.03.05-2023 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Кузьмин</i>			Приложение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>					43	43
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>						
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>						
						ХТИ – филиал СФУ Группа29-1		

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

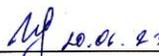
Кафедра «Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»

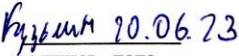
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 А.С. Торопов
подпись инициалы, фамилия
« 20 » 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Разработка технологического процесса переднего картера коробки передач

Руководитель  20.06.23 к.т.н., доцент Е.М. Желтобрюхов
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник  20.06.23 Д.С. Кузьмин
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан, 2023

Продолжение титульного листа БР по теме Разработка
технологического процесса переднего картера коробки передач

Консультанты по
разделам:

Технологическая часть
наименование раздела


подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов
инициалы, фамилия

Конструкторская часть
наименование раздела


подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов
инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть
наименование раздела


подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов
инициалы, фамилия

Заключение на английском языке
наименование раздела


подпись, дата

Н.В. Чезыбаева
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

М.М. Сагалакова
инициалы, фамилия

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

« 14 » 04 2023 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

