

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

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

**Разработка технологического процесса механической обработки башмака
рессоры**
тема

Руководитель

подпись, дата

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

Е.М. Желтобрюхов.
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А.В. Тюкпиеков
инициалы, фамилия

Абакан, 2023 г.

Продолжение титульного листа БР по теме: разработка технологического процесса механической обработки башмака рессоры.

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 иностранном языке
наименование раздела

подпись, дата

Н.В. Чезыбаева
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

М.М. Сагалакова
инициалы, фамилия

Студенту Тюкпиекову Александру Владимировичу,

фамилия, имя, отчество

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

Тема выпускной квалификационной работы Разработка технологического
процесса механической обработки башмака рессоры

Утверждена приказом по институту № 229 от 14.04.2023 г.

Руководитель ВКР Е.М. Желтобрюхов, канд. техн. наук, доцент кафедры
ЭМиАТ, ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1. Чертеж детали Башмак рессоры;

2. Годовая программа N = 100 шт _____

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 фрезерное – 1 лист ф. А1; 5. Технико-

экономические показатели -1 лист ф.А1.

Руководитель ВКР

подпись

Е.М. Желтобрюхов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

А.В. Тюкпиеков

инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	7
1.1. Анализ служебного назначения	7
1.2. Анализ технологичности детали	8
1.3. Анализ технических требований.....	9
1.4. Обоснование выбора метода получения заготовки	10
1.5. Составление маршрута механической обработки.....	12
1.6. Расчёт и назначение припусков	14
1.7. Расчёт режимов резания.....	18
1.8. Нормирование технологического процесса на универсальных станках	21
1.9. Разработка технологического процесса для ЧПУ	24
1.9.1. Выбор оборудования.....	24
1.9.2. Разработка маршрута механической обработки на станке с ЧПУ	26
1.10. Нормирование технологического процесса на станках с ЧПУ	28
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	30
2.1. Проектирование станочного приспособления	30
2.1.1. Техническое задание.....	30
2.1.2. Описание работы приспособления.....	30
2.1.3. Расчёт приспособления на точность	31
2.1.4. Расчёт сил зажима	32
2.2. Проектирование контрольного приспособления	33
2.2.1. Техническое задание	33
2.2.2. Описание конструкции приспособления	33
2.2.3. Расчёт приспособления на точность	33
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	35
3.1. Выбор технологического оборудования.....	35
3.3. Организация транспортной системы.....	36
3.5. Организация системы инструментообеспечения.....	37
3.6. Организация системы ремонтного и технического обслуживания	38
3.7. Расчет себестоимости детали.....	38
3.8. Техничко-экономические показатели	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	45

					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>Гюкжиеков</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>			5	45	
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>			Содержание ХТИ – филиал СФУ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>					
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>					

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день машиностроение является неотъемлемой частью существования каждого человека. Большую часть машиностроительного производства занимает механическая обработка заготовок и сборка деталей и узлов. То есть эти процессы составляют основную часть общей трудоёмкости изготовления машин и механизмов.

На сегодняшний день современное производство уже невозможно представить без использования ЭВМ; с их помощью значительно сокращается срок (время) технологической подготовки производства. Множество рутинных операций заменяются электронными вычислениями.

Важное значение для современного машиностроения также имеет внедрение станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Эти линии обеспечивают автоматизацию процесса обработки и быструю перестройку станка с одной детали на другую. На этих станках с высокой точностью могут обрабатываться детали весьма сложной конфигурации. Время настройки почти не зависит от сложности обрабатываемой детали. Применение станков с ЧПУ позволяет автоматизировать мелкосерийное производство, получить экономию заработной платы благодаря сокращению времени обработки и внедрению многостаночного обслуживания, уменьшению затрат на инструмент, специальные приспособления, электроэнергию, текущий ремонт.

В выпускной работе выполнена разработка технологического процесса механической обработки детали на универсальных станках и на станках, оснащённых системой ЧПУ. В организационно-экономической части рассмотрены вопросы по организации участка под изготовление детали корпус коромысла, а также проведен экономический анализ сравнения 2-ух различных вариантов обработки детали.

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Тюкшиков			Введение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Желтобрюхов					6	45
<i>Консульт.</i>		Желтобрюхов				ХТИ – филиал СФУ		
<i>Н. Контр.</i>		Сагалакова						
<i>Зав. Каф.</i>		Торопов						

1. Технологическая часть

1.1. Анализ служебного назначения

“Башмак рессоры” входит в конструкцию задней балансирующей подвески.

Рама тележки через балансирующее устройство (башмак) опирается через рессоры на оси тележки. Балансирующее устройство образуется башмаком и кронштейном балансира, создавая не жёсткое крепление и передавая крутящий момент.

“Башмак рессоры” промежуточное звено между рамой и рессорой (рисунок 1). Основная область применения в автомобилестроении, в данном случае при производстве автомобиля «КАМАЗ».

Деталь “Башмак” относится к подклассу “корпусные детали”, она изготавливается из материала СЧ20 ГОСТ 1412-89, масса детали m_d 28кг.



Рисунок 1 – Башмак рессоры

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Тюкпиеков			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Желтобрюхов				7	45
Консульт.		Желтобрюхов			ХТИ – филиал СФУ		
Н. Контр.		Сагалакова					
Зав. Каф.		Торопов					
Технологическая часть							

1.2. Анализ технологичности детали

Деталь изготавливается из СЧ20, в ее состав не входят труднодоступные дорогостоящие элементы. Она представляет собой отливку коробчатой формы из высокопрочного чугуна СЧ20. Оливка довольно проста по конфигурации, но требует применения стержневой формовки для образования внутренних полостей. Кроме того, в опоке должен быть предусмотрен сложный разъем в виду наличия у детали выступов на боковой поверхности. К материалу детали не предъявляются требования по термической обработке.

Самые высокие требования, предъявляемые к детали - 8 квалитет, и заданная точность может обеспечиваться на серийном выпускаемом оборудовании нормальной точности.

Конструкция данной детали не допускает обработки плоскостей “на проход”, так как деталь имеет сложную конфигурацию. Отверстия можно обрабатывать одновременно на многошпиндельных станках с учётом расстояния между осями этих отверстий.

Это значительно уменьшит время, затрачиваемое на обработку отверстий на обычном станке. Форма отверстий позволяет растачивать их на проход с одной или двух сторон.

С внутренней стороны отверстия необходима подрезка торцов, потому что они служат для деталей механизма опорными плоскостями. Конструкция детали не предусматривает глухих отверстий.

В детали имеется обрабатываемое отверстие, расположенное под углом к оси X. В конструкции не имеется внутренней резьбы большого диаметра. Для изготовления детали “Башмак рессоры” рабочий должен быть квалифицирован по 3-4 разрядам.

Проведём количественную оценку технологичности конструкции детали по следующим показателям [5, с. 107]

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ	8
Изм.		№ документа				

Стоимость заготовки определяется по формуле:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_{II} \cdot k_M \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000} \quad (1.4)$$

Где: C_i – базовая стоимость тонны отливок, руб./тонну;

k_T – коэффициент, учитывающий класс точности отливки;

k_C – коэффициент, учитывающий сложность отливки;

k_B – коэффициент, учитывающий массу отливки;

k_{II} – коэффициент, учитывающий тип производства;

k_M – коэффициент, учитывающий марку материала.

$S_{отх}$ – стоимость тонны отходов (стружки), руб/тонну;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг.

Данные для расчета и результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Сравнение способов получения заготовки

Способ получения отливки	Значения исходных данных и коэффициентов									Стоимость заготовки, руб.
	C_i , руб.	k_T	k_C	k_B	k_{II}	k_M	$S_{отх}$, руб.	Q , кг	q , кг	
Песчано-глинистые формы по 1 классу точности	70000	1,05	0,89	0,96	0,9	5,10	14000	30,16	28	8663,3
Песчано-глинистые формы по 2 классу точности	70000	1	0,89	0,96	0,9	5,10	14000	30,16	28	8249,3

$$S_{заг1} = \left(\frac{70000}{1000} \cdot 30,16 \cdot 1,05 \cdot 0,89 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \cdot 5,10 \right) - (30,16 - 28) \cdot \frac{14000}{1000} = 8663,3 \text{ руб.}$$

$$S_{заг2} = \left(\frac{70000}{1000} \cdot 30,16 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \cdot 5,10 \right) - (30,16 - 28) \cdot \frac{14000}{1000} = 8249,3 \text{ руб.}$$

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_3 = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot N = (8663,3 - 8249,3) \cdot 2500 = 1035000 \text{ руб.} \quad (1.5)$$

Приведённые расчёты показывают, что более экономичным является вариант получения заготовки литьем в песчано-глинистые формы по 2-му классу точности, поэтому принимаем этот вариант к дальнейшей разработке.

1.5. Составление маршрута механической обработки

При выборе технологических баз руководствуются рядом общих положений. При обработке заготовок, полученных методом литья или штамповкой, необрабатываемые поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции. У заготовок не подверженных полной обработке, в качестве технологических баз на первой операции используют поверхности, которые вообще не обрабатываются. Это обеспечивает наименьшее смещение обрабатываемых поверхностей относительно не обрабатываемых. При прочих равных условиях наибольшая точность достигается при использовании на всех операциях одних и тех же баз, то есть при соблюдении принципа единства баз. Желательно совмещать технологические базы с измерительными базами. При совмещении технологических и измерительных баз погрешность базирования равна нулю.

Сведем полученный маршрут механической обработки в таблицу 3.

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ	12
Изм.		№ документа				

Таблица 3 - Технологический маршрут обработки

Операции	Технологические переходы	Оборудование
005 Фрезерная	А. Установить заготовку. База отв. ф100 и торец: 1. Фрезеровать поверхность ушек в размер 114 (предварительно) 2. Фрезеровать поверхность ушек в размер 113 (окончательно)	Вертикально фрезерный станок 6P12
010 Расточная	А. Установить заготовку. База поверхность ушек: 1. Подрезать торец ф220 2. Расточить отв. Ф165 3. Расточить отв. Ф125 Б. Переустановить заготовку повернув на 180 градусов. База поверхность ушек 4. Подрезать торец Ф160 5. Расточить отв. Ф132 6. Расточить отв. Ф145 (предварительно) 7. Расточить отв. Ф145 (окончательно) 8. Расточить отв. Ф100 (предварительно) 9. Расточить отв. Ф100 (окончательно)	Горизонтально-расточной 2B622
015 Сверлильная	А. Установить заготовку. База отв. Ф165 и торец Ф220: 1. Сверлить 2 отв. под резьбу М20 на проход. 2. Развернуть 2 отв. Ф22 3. Цековать 2 отверстия Ф60 на глубину 5 Б Переустановить заготовку повернув на 180 градусов 4. Нарезать резьбу М20 в 2-х отв. 5. Сверлить 8 отв. под резьбу М8 6. Зенковать 8 отв. в размер 1,6*45 7. Нарезать резьбу М8 в 8-ми отв.	Радиально сверлильный 2M55
020 Сверлильная	А. Установить заготовку в приспособление. База отв. Ф145 торец Ф160 1. Сверлить 1 отверстие ф8 под углом 18°	Вертикально-сверлильный станок 2Н135
025 Фрезерная	А. Установить заготовку в приспособление. База 2 отв. Ф22 и торец цековки. 1. Фрезеровать поверхность под углом 1°7' в размер 91	Вертикально фрезерный станок 6P12
030 Сверлильная	А. Установить заготовку в База отв. ф100 и торец 1. Сверлить отв. Ф15 в размер 14,2 2. Развернуть отв. Ф15 в размер Ф15 3. Зенковать отв. Ф15 отверстие ф15 под углом 30° 5. Сверлить 4 отв. Ф12*25	Радиально сверлильный 2M55

размеры: $d_{\min I} = d_{\max I} - \delta_i$, $d_{\min 3} = 64,9 - 1 = 93,9$ мм.; $d_{\min 1} = 99,5 - 0,22 = 99,28$ мм.; $d_{\min 2} = 100,07 - 0,07 = 100$ мм.

Предельные значения припуска.

$$2Z_{\max I} = d_{\min I} - d_{\min I - 1};$$

$$Z_{\min I} = d_{\max I} - d_{\max I - 1};$$

$$2Z_{\max I} = 99,28 - 93,9 = 5,38 \text{ мм.},$$

$$Z_{\max 2} = 100 - 99,28 = 0,72 \text{ мм.},$$

$$2Z_{\min 1} = 99,5 - 94,9 = 4,6 \text{ мм.},$$

$$Z_{\min 2} = 100,07 - 99,5 = 0,57 \text{ мм.},$$

Необходимо проверить правильность расчётов по формулам:

$$Z_{\max 2} - 2Z_{\min 2} = 0,72 - 0,57 = 0,15 \text{ мм.},$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 0,22 - 0,07 = 0,15 \text{ мм.};$$

$$2Z_{\max I} - 2Z_{\min I} = 5,38 - 4,6 = 0,78 \text{ мм.},$$

$$\delta_3 - \delta_1 = 1 - 0,22 = 0,78 \text{ мм.}$$

Результаты проверки совпали, следовательно, расчёты выполнены, верно, сведем полученные данные в таблицу 4

Таблица 4 - Расчёт припусков на обработку отверстия $\Phi 100$

Технологические переходы	Элементы припуска				$2Z_{\min}$ (мкм)	D_p (мм)	Δ (мкм)	Предельные размеры (мм)		Предельные припуски (мкм)	
	R_z	h	ρ	ε				max	min	$2 Z_{\max}$	$2 Z_{\min}$
Отливка	700	10 0	1574	-	-	94,89	1000	93,9	94,9	-	-
Растачивание черновое	50		787	-	360,4	99,47	220	99,28	99,5	4,6	5,38
Растачивание чистовое	R_a 12,5		-	-	180,4	100	0,07	100,07	100	0,79	0,5

1.7. Расчёт режимов резания

Режимы резания имеют решающее значение в обработке металлов, так как от них зависит качество поверхности, расход инструмента, время обработки и многое другое.

Для снижения себестоимости продукции необходимо стремиться применять оптимальные значения режимов резания, которые рассчитывают по эмпирическим зависимостям или выбирают по нормативам.

Расчёт режимов резания проведём аналитическим методом для сверлильной операции 015 (второй переход).

Определяю глубину сверления t по формуле:

$$t = 0.5 \times d, \quad (1.14)$$

Где: d - диаметр сверления [11, с. 276]

$$t = 0,5 \times 22 = 11 \text{ мм.}$$

Подачу S определяю [11, с. 277, таб. 25] $S=0,35 \text{ мм/об.}$

Скорость резания определяется по формуле [11, с. 276]:

$$V_{\text{рез}} = (C_v \times d^q \times K_v) / (T^m \times S^y), \quad (1.15)$$

Где: C_v - коэффициент, q , m , y - показатели степеней, K_v - общий поправочный коэффициент, T - период стойкости.

$$K_v = K_{mv} \times K_{uv} \times K_{Lv}, \quad (1.16)$$

Где: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемый материал, K_{uv} - коэффициент на инструментальный материал, K_{Lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления. [11, с.276]

$$K_{mv} = (190/HV)^{n_v}, \quad (1.17)$$

Где: HV - фактический параметр, показатель степени $n_v = 1,3$ [11, с. 262, таб. 1]

$$K_{mv} = (190/185)^{1,3} = 1,03$$

$$K_{uv} = 0,83 \text{ [11, с. 263, таб. 6]}$$

$$K_{Lv} = 0,75 \text{ [11, с. 280, таб. 31]}$$

$$K_v = 0,75 \times 0,83 \times 1,03 = 0,64$$

Таблица 6 - Режимы резания

№ операции	№ перехода	Размер		Число проходов i	Глубина Резания t	ПодачаS		Число оборотов n	Скорость Резания V
		D,B	L			мм/зуб	мм/об		
005 Фрезерная	1	160	370	1	2	0,18		200	100,48
	2	160	370	1	1	0,18		200	100,48
010 Расточная	1	220	3	1	2		0,15	300	138,16
	2	165	15	1	2,2		0,15	300	155,43
	3	125	4	1	2		0,25	300	117,75
	4	160	3	1	2		0,2	200	150,72
	5	132	9	1	2		0,2	300	124,35
	6	145	16	1	2		0,25	300	143,42
	7	145	16	1	1		0,15	250	113,82
	8	100	168	1	2		0,2	300	94,2
	9	100	168	1	1,4		0,15	250	78,5
015 Сверлильная	1	20	150	2	10		0,73	200	12,56
	2	22	46	2	11		0,76	250	17,27
	3	60	5	2	30		1,4	150	28,26
	4	20	46	2	10		0,73	200	12,56
	5	8	15	8	4		0,27	300	7,54
	6	11,2	1,6	8	5,6		0,45	250	8,8
	7	8	15	8	4		0,27	250	6,28
020 Сверлильная	1	8	100	1	4		0,27	300	7,54
025 Фрезерная	1	90	370	1	3	0,18		200	100,48
030 Сверлильная	1	14,2	30	1	7,1		0,6	250	11,15
	2	15	30	1	7,5		0,6	250	11,8
	3	17	1,5	1	8,5		0,66	200	10,7
	4	12	25	4	6		0,45	250	9,42

1.9. Разработка технологического процесса для ЧПУ

1.9.1. Выбор оборудования

При применении станков с ЧПУ необходимо наиболее полно использовать технологические возможности этого оборудования. Для каждого станка имеется определенный комплект инструмента. Следует проверить возможность обработки детали с его применением.

Наибольший эффект достигается при использовании станков с ЧПУ для решения наиболее сложных технологических задач, например для обработки деталей сложного профиля, в случае высокой концентрации переходов обработки, исключения слесарных работ и сложных приспособлений.

На станках с ЧПУ нецелесообразно обрабатывать детали с числом ступеней меньше трех и детали, время установки и выверки которых велико.

Для наибольшего экономического эффекта от внедрения станков с ЧПУ, они должны быть заняты обработкой деталей одного наименования в год.

Для обработки башмака рессоры выбираем вертикальный обрабатывающий центр ФС85МФ3 (рисунок 2) российского производства Тверского станкостроительного завода.



Рисунок 2 - Вертикальный обрабатывающий центр ФС85МФ3

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ	24
Изм.		№ документа				

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.

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

1.9.2. Разработка маршрута механической обработки на станке с ЧПУ

При разработке маршрута для станка с ЧПУ основным является принцип соблюдение единства и постоянства баз.

Наиболее удобной поверхностью под базу, с точки зрения соблюдения данных принципов, представляются плоскость ушек и отверстие Ф100.

Сведем полученный маршрут механической обработки на станке с ЧПУ в таблицу 9.

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ	26
Изм.		№ документа				

1.10. Нормирование технологического процесса на станках с ЧПУ

Основное время по переходам будет аналогичным техпроцессу на универсальных станках. Вспомогательное время будет отличаться, так как станок имеет автоматическую смену инструмента, числовое программное управление и прочие факторы. Составим таблицу 10 – Нормирование технологического процесса на станках с ЧПУ.

Таблица 10 - Нормирование технологического процесса на оборудовании с ЧПУ

переход	T _о	T _в	T _{тех}	T _{орг}	T _{отд}	T _{шт}	T _{шт.к}
005 Фрезерно-сверлильно- расточная							
1 Фрезеровать пов. Ушек в р-р 114	0,8	0,62					
2 Фрезеровать пов. Ушек в р-р 113	0,8						
Переустановить		0,16					
3 Фрезеровать торец ф220 в р-р 211	0,9	2,18					
4 Расточить отв. Ф165 в размер 165	0,67						
5 Расточить отв. Ф125 в размер 125	0,24						
6 Сверлить 8 отв. ф8 в размер ф6.5	2,01						
7 Зенковать 8 отв. в размер 1,6х45	0,14						
8 Нарезать резьбу М8-6Н в 8 отв.	2,25						
9 Сверлить 2 отв. под резьбу М20 в размер 18,2 на проход	2,2						
10 Нарезать резьбу М20 в 2-х верхних отверстиях	0,68						
Поворот на 180°		0,05	0,18	0,09	0,36	29,93	30,47
11 Фрезеровать торец ф160 в р-р 208	0,7	0,93					
12 Расточить отверстие ф132	0,18						
13 Расточить отверстие ф145 в размер 144	0,24						
14 Расточить отверстие ф145 в размер 145	0,24						
15 Расточить отверстие ф100 в размер 99	3,76						
16 Расточить отверстие ф100 в размер 100	3,76						
17 Развернуть 2 отв. Ф22 в размер Ф22	0,52						
18 Цековать 2 отв. Ф22 в размер Ф60	0,1						
Переустановить		0,16					
19 Фрезеровать поверхность в размер 91 и 77,86	1,01	0,4					

Повернуть на 1°7		0,05					
20 Сверлить 1 отв. ф15 в размер 14,2	0,48	0,7					
21 Развернуть 1 отв. Ф15 в размер 15	0,42						
22 Зенковать 1 отв. под углом 30°	0,25						
23 Сверлить 4 отв. Ø12x25	1,04						
Переустановить		0,16					
24 Сверлить 1 отв. Ф8 под углом	0,8	0,1					

Время обработки программы деталей на ЧПУ определим по формуле:

$$T_N = \frac{T_{шт.мах} \cdot N}{F_d \cdot 60} = \frac{30,47 \cdot 100}{4029 \cdot 60} = 0,0126 \text{ года}$$

Где: $T_{шт.мах}$ – наибольшая продолжительность операции, мин;

N – годовая программа выпуска деталей, 1000 шт;

F_d – годовой действительный фонд времени работы оборудования, 4029 ч.

2. Конструкторская часть

2.1. Проектирование станочного приспособления

2.1.1. Техническое задание

Спроектировать приспособление для фрезерования верхней наклонной поверхности детали под углом $1^{\circ}7'$. Обработка ведётся на Вертикально-фрезерном станке 6Р12,.

2.1.2. Описание работы приспособления

Деталь устанавливается в приспособление по двум отверстиям на 2 установочных пальца упираясь в торец цековки. Они служат для базирования заготовки при обработке. Зажим детали производится прижатием двумя гайками по средствам резьбового соединения. Для снятия детали, необходимо открутить две гайки и вытащить деталь.

В корпусе (плите) приспособления предусмотрены отверстия для установки и закрепления приспособления на столе станка. Базирование на станке осуществляется межосевым расстояние между отверстиями, предусмотренными на основании нижней плиты.

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Тюкпиеков			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Желтобрюхов				30	45
<i>Консульт.</i>		Желтобрюхов			ХТИ – филиал СФУ		
<i>Н. Контр.</i>		Сагалакова					
<i>Зав. Каф.</i>		Торопов					
Конструкторская часть							

2.2. Проектирование контрольного приспособления

2.2.1. Техническое задание

Требуется спроектировать контрольное приспособление для контроля осевого биения относительно отверстия ф100 мм (база «Д»).

2.2.2. Описание конструкции приспособления

Для контроля торцевого биения ось отверстия необходимо материализовать. Для этого в отверстие детали устанавливаем разжимная оправка. В отверстие разжимной оправки вставляется разжимной конус. Внутри конуса зафиксирована ось, вращающаяся на подшипнике скольжения. На ось надевается рычаг и фиксируется. После чего на рычаг устанавливается индикатор. Создаётся предварительный натяг индикатора и установка его значения на ноль.

Контроль совершается поворотом рычага с индикатором вокруг своей оси на 360 градусов и снятие максимальных и минимальных показаний торцевого биения.

2.2.3. Расчёт приспособления на точность

При измерении возникает ряд погрешностей, которые необходимо учесть для правильной настройки. Для определения пригодности приспособления необходимо рассчитать общую погрешность приспособления по формуле

$$\varepsilon_{np} = \delta - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{III}^2 + \varepsilon_{изм}^2 + (k_{T2} \omega)^2} \quad (2.4)$$

Где: $\delta = 80$ мкм – допуск выдерживаемого параметра;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках;

3. Экономическая часть

3.1. Выбор технологического оборудования

Для обработки башмака рессоры нами было разработано два технологических процесса. В базовом варианте универсальном оборудовании таблица 11.

Таблица 11: Перечень универсального технологического оборудования

Оборудование	Кол-во	Мощность, кВт	Единица ремонтной сложности R _м	Размеры оборудования	Стоимость ед. оборудования руб.
Вертикально-фрезерный 6P12	1	7	23	1,75*2,3	1 023 000
Вертикально-сверлильный 2Н135	1	4,0	21	0,82*1,3	450 000
Горизонтально расточной 2622	1	7,5	21	5,5*3,2	1 620 000
Радиально сверлильный 2М55	1	5,5	26	2,7*1,5	1 097 000
ИТОГО	4	24			4 190 000

Таблица 12: Перечень оборудования с ЧПУ

Оборудование	Кол-во	Мощность, кВт	Единица ремонтной сложности R _м	Занимаемая площадь, м ²	Стоимость ед. оборудования, руб
Вертикально фрезерный обрабатывающий центр ФС85МФ3	1	25	41	2,45*2,23	4 300 000
ИТОГО	1	25	41	5,46	4 300 000

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Организационно – Экономическая часть			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>		<i>Тюкшиков</i>								35	45	
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>						ХТИ – филиал СФУ				
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>										
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>										
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>										

3.4. Организация технического контроля

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

Требования, предъявляемые при контроле, должны соответствовать техническим условиям на приемку деталей. Правильность размеров деталей после обработки проверяется измерительными инструментами общего назначения, калибрами, пробками, специальными приспособлениями. Контрольные пункты в любом цехе размещают с обслуживанием по ходу технологического процесса.

3.5. Организация системы инструментообеспечения

Система инструментообеспечения предназначена для обслуживания всего технологического оборудования завода заранее подготовленными инструментами, а также для контроля за их правильной эксплуатацией.

Используя установленные нормы расхода инструмента, определяют потребность участка в инструменте и составляют годовую программу-заявку на все потребные виды инструмента. Годовая потребность распределяется по кварталам, а затем, в процессе текущей работы составляются заявки на инструмент ежемесячно. После установления потребности цеху выдается лимитная карта или лимитная книжка, в которой записаны наименования требуемого инструмента, получаемого с центрального инструментального склада завода. Инструмент выдается во временное пользование.

					БР-15.03.05.-2023 ПЗ	
Изм.		№ документа				37

В нашем случае в них входит: стоимость производственного здания, стоимость оборудования, стоимость транспорта; инструмент и инвентарь, используемые на данном участке.

Стоимость транспорта рассчитывается как 3 % от стоимости технологического оборудования для универсальных станков и как 1 % - для станков с ЧПУ. Стоимость инструмента рассчитывается как 1 % от стоимости технологического оборудования. Стоимость инвентаря рассчитывается как 0,5 % от суммарной стоимости технологического оборудования и здания.

Амортизацию ОПФ, приходящуюся на одну деталь, определим по формуле

$$A_{\text{дет}} = \frac{A_{\text{г}} \cdot T_{\text{N}}}{N} \quad (3.4)$$

T_{N} - время обработки программы деталей

N - годовая программа выпуска, 100 шт.

Таблица 13: Основные производственные фонды при использовании универсального оборудования

ОПФ	Кол-во	Стоимость единицы ОПФ, руб	Суммарная стоимость, руб	Норма амортизации, %	Годовые амортизац. отчисления, руб	Амортизац. отчисления на деталь, руб
1. Здание	68,9 м ²	75 000	5 167 500	3	155 025	10,54
2. Оборудование	4 шт		4 190 000	12	502 800	34,19
3. Транспорт			125 700	8	10 056	0,68
4. Инструмент			41 900	15	6 285	0,43
5. Инвентарь			46 787,5	15	7 018,1	0,48
ИТОГО			9 571 887,5		681 184,1	46,32

Таблица 14: Основные производственные фонды при использовании оборудования с ЧПУ

ОПФ	Кол-во	Стоимость единицы ОПФ, руб	Суммарная стоимость, руб	Норма амортизации, %	Годовые амортизац. отчисления, руб	Амортизац. отчисления на деталь, руб
1. Здание	13,7 м ²	75 000	1 027 500	3	30823	2,09
2. Оборудование	1 шт		4 300 000	12	516 000	35,09
3. Транспорт			43 000	8	3440	0,23
4. Инструмент			43 000	15	6450	0,44
5. Инвентарь			26637,5	15	3995,6	0,27
ИТОГО			5 440 137,5		560708,6	38,12

Затраты на силовую электроэнергию рассчитываются по формуле

$$\mathcal{E} = (N \cdot k_{\text{N}} \cdot k_{\text{B}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{w}} / \eta) \cdot T_{\text{шт. max}} \cdot \mathcal{C}_{\mathcal{E}} \quad (3.5)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной работе был спроектирован технологический процесс изготовления башмака рессоры массой 28 кг с годовой программой выпуска 100 шт.

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 и специальный режущий инструмент.

Для обработки поверхности под углом $1^{\circ}7'$ на вертикально-фрезерном станке 6Р12 было спроектировано специальное зажимное приспособление с винтовым зажимом.

Для контроля осевого биения торца относительно отверстия $\Phi 100$ мм было спроектировано специальное контрольное приспособление с индикаторной головкой.

Экономический расчет позволил судить об эффективности внедрения в производство разработанного технологического процесса, что подтверждается технико-экономическими показателями.

					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>Тюкпиеков</i>			Заключение	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>					43	45
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>				ХТИ – филиал СФУ		
<i>Н.онтр. Н.</i>		<i>Сагалакова</i>						
<i>Зав. Каф.ф.</i>		<i>Торопов</i>						

CONCLUSION

The Bachelor's Thesis under consideration deals with the technological process of manufacturing a spring saddle weighing 28 kg with an annual production program of 100 pcs.

The engineering part of the project provides calculations on the processing allowances, cutting modes and timing for all operations of the basic technological process and the designed one.

To reduce the processing time, high-performance CNC equipment and high-speed technological equipment have been proposed; standard and special cutting tools have been rationally implemented. For surface treatment at an angle of 1°7' on a vertical milling machine 6P12, a special clamping device with a screw clamp has been designed.

To control the axial runout of the end face relative to the hole of $\Phi 100$ mm, a special control device with an indicator head has been developed.

The economic calculation has made it possible to observe the effectiveness of the introduction of the developed technological process into production; it is verified by technical and economic indicators.

					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>Тюкпиеков</i>			CONCLUSION	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>					44	45
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>				ХТИ – филиал СФУ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>						
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>						

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М., Машиностроение, 1985г.
2. Краткий справочник конструктора-станкостроителя. М.: Машиностроение, 1968.
3. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. М.: Экономика, 1988.
4. Общетехнический справочник. Под ред. Е.А. Скороходова, М.: Машиностроение, 1990.
5. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – Л.: Машиностроение, 2004. – 656с.
6. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2013 – 1846с.
7. Харламов Г. А., Тарапанов А. С. Припуски на механическую обработку: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
8. Болотин, Х. Л. Станочное приспособления / Х. Л. Болотин, Ф. П. Костромин. – М.: Машиностроение, 2003 – 315 с.
9. Великанов, К. М. Экономика и организация производства в дипломных проектах / К.М. Великанов. – Л.: Машиностроение, 2003 – 256 с.
10. Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск.: Высшая школа, 2007 – 255 с.
11. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений / В. А. Горохов. – Минск.: Высшая школа, 2003 – 312 с.
12. Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А. К. Горошкин. – М.: Машиностроение 2011 – 303 с.
13. Гамрат-Курек, Л. И. Экономическое обоснование дипломных проектов: учебное пособие для ВУЗов / Л. И. Гамрат-Курек. – М.: Высшая школа, 2005 – 156 с.
14. Долматовский, Г. А. Справочник технолога по обработке металлов резанием / Г.А. Долматовский. – М.: Машиностроение, 2014 354 с.
15. Допуски и посадки: справочник: В 2 т. / В. Д. Мягков. – Л.: Машиностроение, 2013 – 1026 с.

					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>Тюкпиеков</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Желтобрюхов</i>				45	45
<i>Консульт.</i>		<i>Желтобрюхов</i>			Список использованных источников ХТИ – филиал СФУ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сагалакова</i>					
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Торопов</i>					

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»

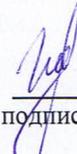
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 А.С. Горопов
подпись инициалы, фамилия
« 19 » 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Разработка технологического процесса механической обработки башмака
рессоры
тема

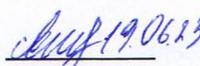
Руководитель

 16.06.23
подпись, дата

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

Е.М. Желтобрюхов.
инициалы, фамилия

Выпускник

 19.06.23
подпись, дата

А.В. Тюкпиеков
инициалы, фамилия

Абакан, 2023 г.

Студенту Тюкпиекову Александру Владимировичу,

фамилия, имя, отчество

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

Тема выпускной квалификационной работы Разработка технологического
процесса механической обработки башмака рессоры

Утверждена приказом по институту № 7 от 22.03.2023 г.

Руководитель ВКР Е.М. Желтобрюхов, канд. техн. наук, доцент кафедры
ЭМиАТ, ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1. Чертеж детали Башмак рессоры;

2. Годовая программа N = 100 шт _____

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 фрезерное – 1 лист ф. А1; 5. Техничко-
экономические показатели -1 лист ф.А1.

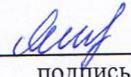
Руководитель ВКР



подпись

Е.М. Желтобрюхов
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению



подпись

А.В. Тюкпиеков
инициалы и фамилия студента

« 22 » 03 _____ 2023 г.

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

« 22 » 03 2023 г.

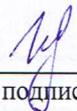
**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Продолжение титульного листа БР по теме: разработка технологического процесса механической обработки башмака рессоры.

Консультанты по разделам:

Технологическая часть

наименование раздела

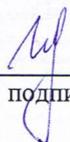
 16.06.23
подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов

инициалы, фамилия

Конструкторская часть

наименование раздела

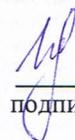
 16.06.23
подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов

инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть

наименование раздела

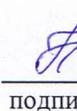
 16.06.23
подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов.

инициалы, фамилия

Заключение на иностранном языке

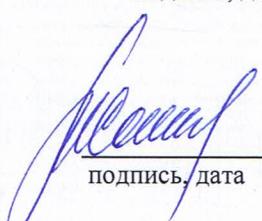
наименование раздела

 16.06.23
подпись, дата

Н.В. Чезыбаева

инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

М.М. Сагалакова

инициалы, фамилия