

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

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.М. Желтобрюхов
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

«Разработка технологического процесса механической обработки крышки корпуса коробки скоростей Т4.37А.103-3»

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

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

Выпускник _____ Н.Н. Оленина
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан, 2022 г.

Студенту Олениной Наталье Николаевне

фамилия, имя, отчество

Группа 28-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Тема выпускной квалификационной работы: Разработка технологического процесса механической обработки крышки корпуса коробки скоростей Т4.37А.103-3

Утверждена приказом по институту № 220 от 18.04.2022 г.

Руководитель ВКР В.В. Платонов, канд. техн. наук, доцент кафедры АТиМ, 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. Технологический процесс на станке с ЧПУ – 3 листа ф. А1;

3. Приспособление зажимное №1 – 1 лист ф. А1; 4. Приспособление зажимное №2 – 1 лист ф. А1; 5. Техничко - экономические показатели – 1 лист ф. А1

Руководитель ВКР

подпись

В.В. Платонов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

Н.Н. Оленина

инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 2022 г.

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологического процесса механической обработки крышки корпуса коробки скоростей

Т4.37А.103-3» содержит 54 страниц текстового документа, 14 таблиц, 7 приложений, 33 использованных источников, 7 листов графического материала.

В данной работе спроектирован технологический процесс изготовления крышки корпуса коробки скоростей с применением горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра ИС800ПФ4 с ЧПУ в условиях серийного производства.

В технологической части было проанализировано служебное назначение крышки корпуса коробки скоростей, 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 крышки корпуса коробки скоростей.

В конструкторской части были спроектированы зажимные приспособления для обработки крышки корпуса и базовых поверхностей КПП на горизонтально-фрезерном обрабатывающем центре 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 крышки корпуса коробки скоростей, карты технологического процесса обработки детали по спроектированному и базовому вариантам, чертежи зажимных приспособлений. Вынесены основные технико-экономические показатели.

					ESSAY		
Изм.	Листы	Тема работы	Имя	Дата	the topic "Development of the technological process		
Разраб.	Оленина	of mechanical processing of the			Лит.	Лист	Листов
Пров.	Платонов	cover of the gearbox housing			Т4.37А.103-3" con-	5	
					Essay		
Н. Контр.	Сагалакова				ХТИ – филиал СФУ		
Уте.	Желтобрюхов						

tains 54 pages of a text document, 14 tables, 7 applications, 33 used sources, 7 sheets of graphic material.

In this paper, a technological process for manufacturing a gearbox housing cover using a horizontal milling machining center IS800PF4 with CNC under serial production conditions is designed.

In the technological part, the official purpose of the cover of the gearbox housing was analyzed, the drawing of the part was analyzed, the technical requirements and manufacturability were analyzed, the method for obtaining the workpiece was selected, the development of the technological process of machining was made, the calculation and selection of machining allowances were made, the calculation of modes was made cutting and standardization of the technological process of processing the cover of the gearbox housing.

In the design part, clamping fixtures were designed for processing the housing cover and base surfaces of the gearbox on the horizontal milling machining center IS800PF4.

In the economic part, the calculation of the cost of fixed assets and depreciation was made. The payroll has been calculated. Calculation of costs for the maintenance and repair of equipment. The calculation of the area and the calculation of the number of workers.

In the graphical part of the work, the following were made: a drawing of the cover of the gearbox housing, maps of the technological process for processing the part according to the designed and basic options, drawings of clamping devices. The main technical and economic indicators are presented.

					ВВЕДЕНИЕ			
Изм.	Лист	Повышение эффективности машиностроительного производства на со-	Лист	Дата				
Разраб.	Оленина	времяном этапе определяется повышением качества изделия, снижением тру-	Лит.	Лист	Листов			
Пров.	Платонов			6	6			
					Введение			
Н. Контр.	Сагалакова						ХТИ – филиал СФУ	
Утв.	Желтобрюхов							

доемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления. Решение этих задач обеспечивается:

- применением средств комплексной механизации и автоматизации проектирования, технологической подготовки производства и изготовления изделий;
- применением высокопроизводительного оборудования, работающего на оптимальных режимах и специальной быстродействующей оснастки, обеспечивающей его работу;
- широкого внедрения методов технико – экономического анализа производственных процессов с целью их оптимизации;
- применением ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих защиту жизнедеятельности человека и окружающей среды.

В выпускной квалификационной работе поставлена задача разработки крышки корпуса коробки скоростей с применением горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра ИС800ПФ4 с ЧПУ в условиях серийного производства.

При этом необходимо на основе основных тенденций развития современного машиностроения разработать процесс производства, обеспечивающий годовую программу выпуска изделия N = 200 шт. с требуемым качеством и минимальными затратами на его изготовление. При разработке дипломного проекта активно используются системы автоматизированного проектирования «Компас Автопроект» и «Томск», что позволяет сократить время выполнения работы и достичь наиболее точного и технически грамотного выполнения дипломного проекта.

Реферат.....4

Введение.....6

1. Технологическая часть.....8

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Оленина					
Пров.		Платонов					
Н. Контр.		Сагалакова					
Утв.		Желтобрюхов					
Содержание					Лит.	Лист	Листов
						7	
					ХТИ – филиал СФУ		

1.1	Служебное назначение деталей.....	9
1.2	Анализ чертежа детали.....	9
1.3	Анализ технических требований на деталь.....	10
1.4	Анализ технологичности.....	11
1.5	Выбор способа получения заготовки.....	14
1.6	Выбор варианта технологического процесса механической обработки.....	15
1.7.	Расчёт и выбор припусков.....	18
1.7.1.	Расчёт припусков под зенкерование и развертывание отв. $\varnothing 20^{+0,045}$..	18
1.7.2.	Расчёт припусков под растачивание отверстия в размер $\varnothing 18^{+0,035}$	20
1.8.	Расчёт режимов резания.....	23
1.9.	Нормирование технологического процесса.....	30
2.	Конструкторская часть.....	36
2.1.	Проектирование зажимного приспособления.....	37
2.2.	Проектирование зажимного приспособления	39
3.	Экономическая часть.....	42
3.1.	Расчёт стоимости основных фондов и амортизации.....	43
3.2.	Расчёт фонда заработной платы.....	44
3.3.	Расчёт затрат на содержание и ремонт оборудования.....	45
3.4.	Расчет площадей.....	47
3.5.	Расчет количества рабочих.....	48
	Заключение.....	50
	Список использованных источников.....	49
	Приложения.....	54

1. Технологическая часть

1.1. Служебное назначение деталей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Оленина			Лит.	Лист	Листов
Пров.		Платонов				8	
Н. Контр.		Сагалакова			ХТИ – филиал СФУ		Лист
Изм.	Лист	Жендубров	Подпись	Дата			9

Технологическая
часть

Крышка корпуса коробки передач используется в коробке перемены передач трактора трелевочника Т-147. Крышка является базовой деталью, в которую монтируют валики блокировки переключения передач со стопорами и валики переключения передач с вилками, соединяемые между собой с требуемой точностью относительного положения. Крышка коробки передач должна обеспечить постоянство точности относительного положения деталей и механизмов, как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации, а также плавность их работы и отсутствие вибраций. Крышка коробки передач предохраняет механизмы редуктора от попадания пыли и грязи, которые могут привести к поломке или уменьшению срока эксплуатации деталей КПП.

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. Поля допусков на чертеже не указаны. Предельные отклонения соответствуют квалитетам и полям допусков ЕСДП. Шероховатость поверхностей указана.

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

Марка материала: СЧ20. Химический состав материала по ГОСТ 1412-85:

- 1) углерод от 3,3% до 3,5%;
- 2) кремний от 1,4% до 2,4%;
- 3) марганец от 0,7% до 1%;
- 4) сера до 0,15%;
- 5) фосфор до 0,2%.

Вид термообработки на чертеже не указан. Для СЧ20 твёрдость по Бри-неллю равна HB170. Плотность материала $7,1 \text{ г/см}^3$. Прочность при сжатии $\sigma_{сж} = 700 \text{ МПа}$; при растяжении $\sigma_p = 98 \text{ МПа}$.

Применяемые защитные и декоративные покрытия: наружные необра-ботанные поверхности: по ГОСТ 6572-82 система 4 эмаль АС-182 ГОСТ 23343-78 или ПФ-188 ГОСТ 24784-81 красная V.U1; внутренние необработанные по-верхности: по ГОСТ 6572-82 система 6 грунтовка ГФ-0119 ГОСТ 23343-78 или ГФ-0195 ТУ-6-10-2091-87 V 6/1 У2.

Масса детали равна $m = 15,94 \text{ кг}$.

1.3. Анализ технических требований на деталь

Материал детали: СЧ20 – серый чугуи с пределом прочности на растяже-ние $\sigma_p = 98 \text{ МПа}$, на сжатие $\sigma_{сж} = 700 \text{ МПа}$.

Наиболее точными поверхностями являются:

1) 2 отверстия Ю-Ю₁ $\varnothing 18^{+0,035}$, квалитет отверстий Н8, шероховатость от-верстий Ra 0,8;

2) 2 отверстия Ц $\varnothing 20^{+0,045}$, квалитет отверстий Н8, шероховатость отвер-стий Ra 1,6;

3) 2 отверстия У под штифты $\varnothing 12,2^{+0,035}$, квалитет отверстий Н8, шерохо-ватость отверстий Ra 3,2;

Отверстия У используются для базирования детали во время её обработ-ки.

Неплоскостность поверхностей М и П не более 0,16 мм. Непараллель-ность поверхностей М и П не более 0,16 мм. Относительно плоскости М непа-раллельность осей С и осей отверстий Т и Ц не более 0,16 мм, оси отверстия Щ не более 0,4 мм. Неперпендикулярность осей С к оси У не более 0,16 мм на длине 200 мм. Относительно осей С перпендикулярность оси отверстия Ц не более 0,16 мм, оси отверстия Щ не более 0,4 мм. Несоосность отверстий Ю-Ю₁.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					10

Неперпендикулярность осей Ш к плоскости М не более 0,16 мм на длине 100 мм. Смещение от номинального расположения осей отверстий Э и Э₁ не более 0,2 мм, Ц₂ и Т₃ не более 0,5 мм. Смещение осей отверстий Ц₁, Т₁, Ю₂ и Т₄ относительно соответствующих осей отверстий Ц, Т, Ю и Т₂ не более 0,2 мм. Допуск пересечения осей отверстий Т₄ и Т₂ относительно оси Т не более 0,15 мм, Щ и Ш относительно оси отверстия Ц не более 0,25 мм. Данные требования обеспечиваются оснасткой и точностью станка.

Твёрдость по Бринеллю равна HB170.

Неуказанные литейные радиусы 3-5мм, литейные уклоны по ГОСТ 3212-80. Точность отливки 10-0-0-10 ГОСТ 26645-85. На поверхности отверстий Ю-Ю₁ раковины не допускаются. На обработанных поверхностях, кроме оговоренных, допускаются раковины наибольшим измерением до 4 мм, глубиной до 3 мм в количестве до 5 штук на деталь, не выходящие на кромки детали и отверстий.

Покрытие: наружные необработанные поверхности: по ГОСТ 6572-82 система 4 эмаль АС-182 ГОСТ 23343-78 или ПФ-188 ГОСТ 24784-81 красная V.U1; внутренние необработанные поверхности: по ГОСТ 6572-82 система 6 грунтовка ГФ-0119 ГОСТ 23343-78 или ГФ-0195 ТУ-6-10-2091-87 V 6/1 У2.

1.4. Анализ технологичности

Деталь достаточно технологична, т.к. все отверстия сквозные и позволяют вести обработку на проход. Она также имеет хорошие базовые поверхности, которые могут служить базами на дальнейших операциях механической обработки, что позволяет обеспечить принцип постоянства баз. Обрабатываемые поверхности с точки зрения обеспечения точности и шероховатости не представляет технологических трудностей.

Не технологичным является получение 4-х глубоких отверстий малого диаметра и высокой точности расположения.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						11

Чертеж выполнен грамотно с соблюдением всех требований ГОСТ и ЕСКД.

Проведем количественную оценку технологичности конструкции детали по следующим показателям:

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

$$K_{им} = \frac{G_{дет}}{G_{заг}} = \frac{15,94}{19,925} = 0,8;$$

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

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

2. Коэффициент точности $K_{тн}$.

$$K_{тн} = 1 - \frac{1}{T_{ср}},$$

$$T_{ср} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i},$$

где T_i – квалитет точности размера i -той поверхности,

Составим таблицу точности поверхностей.

Таблица 1.4.1

Точность повехностей

T_i	n_i	$\sum T_i \cdot n_i$
8	8	64
11	8	88
13	5	65
14	25	350
15	13	195

$$T_{ср} = \frac{64 + 88 + 65 + 350 + 195}{8 + 8 + 5 + 25 + 13} = 12,9$$

$$K_{ТИ} = 1 - \frac{1}{12,9} = 0,92$$

Деталь технологична по этому показателю.

3. Коэффициент шероховатости $K_{Ш}$.

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{CP}}$$

Где: $Ш_{CP} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i}$,

$Ш_i$ – показатель шероховатости поверхности

Составим таблицу шероховатости поверхностей.

Таблица 1.4.2

Шероховатость поверхностей

$Ш_i$	n_i	$\sum Ш_i \cdot n_i$
0,8	2	1,6
1,6	2	3,2
3,2	5	16
6,3	38	239,4
12,5	17	212,5

$$Ш_{cp} = \frac{1,6 + 3,2 + 16 + 239,4 + 212,5}{2 + 2 + 5 + 38 + 17} = 7,386;$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{7,386} = 0,865 \text{ , т.е. деталь технологична.}$$

Проведенный анализ и количественная оценка показателей показывают, что деталь в целом является технологичной.

1.5. Выбор способа получения заготовки.

Материалом заготовки крышки является серый чугун марки СЧ 20 ГОСТ 1412-85. Крышка – тело коробчатого типа, простой формы. Отливку по III-ему классу точности получаем литьем в землю с ручной формовку опоки по деревянным моделям. Отливку по II-ому классу точности получаем литьём в землю с машинной формовкой опоки по металлическим моделям. Способ получения заготовки принят такой же, как и на заводе, так как он является оптимальным.

Так как масса детали известна из чертежа детали, то можно определить массу заготовки по формуле:

$$m_{заг} = m_{дет} \cdot k_p = 15,94 \cdot 1,4 = 22,316 \text{ кг. (по 3-ему классу точности);}$$

$$m_{заг} = m_{дет} \cdot k_p = 15,94 \cdot 1,3 = 20,722 \text{ кг. (по 2-ому классу точности);}$$

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:

$$\varepsilon_y = \frac{L_{\max.заг} - L_{\max.дет}}{L_{\max.заг}} \cdot 100\% = \frac{385 - 382}{385} \cdot 100\% = 0,78\%$$

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

Стоимость одной тонны отливок:	$C_i = 337 \cdot 110 = 37070 \text{ р.};$
Масса заготовки по 3-ему классу точности:	$Q_{заг3} = 22,316 \text{ кг};$
Коэффициент точности (3-й класс):	$K_{Т3} = 1;$
Коэффициент сложности:	$K_c = 1,18;$
Коэффициент материала:	$K_M = 1,06;$
Коэффициент весовой:	$K_B = 0,79;$
Коэффициент серийности:	$K_{П} = 1,15;$
Масса детали:	$Q_d = 15,94 \text{ кг};$
Стоимость одной тонны отходов:	$C_{отх} = 2400 \text{ р.};$
Масса заготовки по 2-му классу точности:	$Q_{заг2} = 20,722 \text{ кг};$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						14

Коэффициент точности (2-й класс):

$$K_{T2} = 1,05;$$

Стоимость одной тонны отливок (2-й класс):

$$C_i = 1,05 \cdot 37070 = 38923,5 \text{ р.};$$

Определим себестоимость изготовления детали по третьему классу точности:

$$\begin{aligned} C_{заг3} &= \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{заг3} \cdot K_{m3} \cdot K_c \cdot K_m \cdot K_v \cdot K_n \right) - (Q_{заг3} - Q_{дет}) \cdot \frac{C_{отх}}{1000} = \\ &= \left(\frac{37070}{1000} \cdot 22,316 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 0,79 \cdot 1,06 \cdot 1,15 \right) - (22,316 - 15,94) \cdot \frac{2400}{1000} = 924,75 \text{ р.} \end{aligned}$$

Изготовление заготовки по третьему классу точности обойдется предприятию в 924,75 р.

Определим себестоимость изготовления детали по второму классу точности:

$$\begin{aligned} C_{заг2} &= \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_{заг2} \cdot K_{m2} \cdot K_c \cdot K_m \cdot K_v \cdot K_n \right) - (Q_{заг2} - Q_{дет}) \cdot \frac{C_{отх}}{1000} = \\ &= \left(\frac{38923,5}{1000} \cdot 20,722 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 0,79 \cdot 1,06 \cdot 1,15 \right) - (20,722 - 15,94) \cdot \frac{2400}{1000} = 950,90 \text{ р.} \end{aligned}$$

Изготовление заготовки по второму классу точности обойдется предприятию в 950,90 р.

Вывод: годовая экономия в денежном выражении составляет:

$$\Delta C = C_{заг2} - C_{заг3} = 950,90 \cdot 200 - 924,75 \cdot 200 = 5230 \text{ р.}$$

Изготовление деталей по третьему классу точности на 5230 р. дешевле, чем по второму.

1.6. Разработка технологического процесса механической обработки.

Маршрут обработки выбирают исходя из технических требований рабочего чертежа детали и принятой заготовки. Приступая к разработке технологического маршрута, необходимо в первую очередь наметить план обработки, структуру операций. Маршрут обработки составляем, следуя методическим указаниям к дипломному проекту.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Маршрут обработки крышки корпуса коробки передач Т4.37А.103-3

Операция	Содержание или наименование операции	Оборудование
000	Заготовительная	
005	<ol style="list-style-type: none"> 1. Черновое фрезерование пов. М. 2. Чистовое фрезерование пов. М. 3. Фрезеровать 2 паза. 4. Центровать 15 отв. 5. Сверлить 12 отв. $\varnothing 13^{+0,43}$ на проход. 6. Сверлить отв. $\varnothing 13^{+0,12}$ на проход. 7. Сверлить 2 отв. $\varnothing 11,5$ под развертывание. 8. Развернуть 2 отв. $\varnothing 12$ предварительно. 9. Развернуть 2 отв. $\varnothing 12$ окончательно. 10. Зенковать 2 фаски $2 \times 45^\circ$ в отв. $\varnothing 12^{+0,235}_{+0,200}$. 11. Черновое фрезерование пов. П 12. Чистовое фрезерование пов. П. 13. Центровать 4 отв. 14. Сверлить 4 отв. $\varnothing 10,2$ на проход. 15. Черновое фрезерование пов. П. 16. Чистовое фрезерование пов. П. 17. Центровать 4 отв. 18. Сверлить 4 отв. $\varnothing 10,2$ на проход. 19. Нарезать резьбу на 4 отв. М12-6Н. 20. Центровать 2 отв. 21. Сверлить 2 отв. $\varnothing 17,25$ глубиной 125 мм. 22. Центровать 2 отв. 23. Сверлить 2 отв. $\varnothing 17,25$ глубиной 125 мм. 24. Зенковать 2 отв. $\varnothing 17,8$ на проход. 25. Развернуть 2 отв. $\varnothing 18$ на проход. 26. Зенковать 2 отв. $\varnothing 24$ на проход. 27. Центровать отв. 28. Сверлить отв. $\varnothing 19,25$ глубиной 125 мм. 29. Центровать 2 отв. 30. Сверлить 2 отв. $\varnothing 19,25$ глубиной 125 мм. 	Горизонтально-фрезерный ИС800ПФ4 с ЧПУ

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						16

Продолжение таблицы 1.6	
31.	Зенкеровать 2 отв. Ø19,8 на проход.
32.	Развернуть 2 отв. Ø20 на проход.
33.	Цековать 2 отв. Ø32 на глубину 9.
34.	Цековать 2 отв. Ø30 на глубину 15.
35.	Фрезеровать плоскость.
36.	Цековать 2 отв. Ø24 на глубину 3.
37.	Центровать отв.
38.	Сверлить отв. Ø9,5.
39.	Рассверлить отв. Ø9,5 до Ø11 глубиной 20 мм.
40.	Нарезать резьбу К1/4".
41.	Центровать отв.
42.	Сверлить отв. Ø10,2.
43.	Цековать отв. Ø26 глубиной 3.
44.	Нарезать резьбу М12-6Н.
45.	Центровать 2 отв.
46.	Сверлить 2 отв. Ø6,7.
47.	Сверлить 2 отв. Ø13,5.
48.	Сверлить 2 отв. Ø7,5.
49.	Цековать бобышку Ø30 выдерживая размер 26 мм.
50.	Центровать отв.
51.	Сверлить 2 отв. Ø10,2.
52.	Нарезать резьбу М12-6Н.
53.	Рассверлить отв. Ø13 до Ø13,5, выдерживая размер 9±0,75.
54.	Рассверлить отв. Ø13,5 до Ø14,5 до выхода в отв. Т.
55.	Нарезать резьбу К3/8".
56.	Расцековать 12 отв. Ø24 ^{+0,84} на глубину 5.

На основании составленного маршрута обработки крышки корпуса коробки передач, приступаем к детальной проработке его операций. Для этого заносим составленный маршрут в базу данных САПР «Компас – Автопроект», учитывая операции и входящие в них операционные переходы. В дальнейшем при помощи этой САПР будут произведены расчёты режимов резания по каждому из переходов, трудовое нормирование, выбор мерительного и режущего инструмента и т.д.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						17

1.7. Расчёт и выбор 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 определён на основе расчетно-аналитического метода.

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

Расчёт припусков производим по методическим указаниям [33].

Таблица 1.7.1

Расчёт припусков под зенкерование и развертывание отв. $\varnothing 20^{+0,045}$

Технолог. переходы	Эл-ты припуска, мкм				Расч. прип., $2z_{min}$ мкм	Расч. разм., D_p , мм	Допуск T , мкм	Пред. знач. размера, мм		Пред. нач. Припусков, мкм	
	R_z	h	Δ_Σ	ε				D_{min}	D_{max}	$2z_{min}$	$2z_{max}$
Сверление	$R_z+h=45$	126	174	-	19,446	210	19,24	19,45	-	-	
Зенкерование	$R_z+h=30$	6,3	8,7	344	19,927	140	19,79	19,93	340	690	
Развертывание	$R_z+h=15$	0,25	0,35	73	20,045	45	20	20,045	70	255	

Погрешность базирования по нижней плоскости, и двум отверстиям $\varnothing 12$.

$$\varepsilon_{\bar{o}} = S_{min} + TД_e + TД_a; \quad (1.7.1)$$

Выбираем посадку с зазором $\varnothing 12,2 \frac{H8^{+0,035}}{f7^{-0,016}}$, следовательно, для данной

посадки допуск на размер отверстия ($TД_a$) будет равен 35 мкм; на размер пальца ($TД_e$) – 18 мкм; минимальный зазор (S_{min}) будет равен 16 мкм;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						18

Получаем погрешность базирования по двум установочным пальцам равную:

$$\varepsilon_{\bar{0}} = 16 + 18 + 35 = 69 \text{ мкм};$$

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

Определяем погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\bar{0}}^2 + \varepsilon_3^2}; \quad (1.7.2)$$

$$\varepsilon_y = 174 \text{ мкм.}$$

Остаточная погрешность установки при чистовом фрезеровании:

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{инд}; \quad (1.7.3)$$

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

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 174 = 8,7 \text{ мкм};$$

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

Пространственное отклонение Δ_{Σ} для заготовки определяем по табл.35[33].

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y l)^2 + C_0^2}; \quad (1.7.4)$$

где $\Delta_y = 1 \text{ мкм}$ – увод сверла;

$l = 125 \text{ мм}$ – глубина сверления;

$C_0 = 20 \text{ мкм}$ – смещение оси отв.

$$\Delta_{\Sigma} = 126 \text{ мкм};$$

Величина остаточного пространственного отклонения после чистового зенкерования вычисляется:

При чистовом зенкеровании $k_y = 0,05$, тогда

$$\Delta_{\Sigma \text{ ост}} = 0,05 \cdot 126 = 6,3 \text{ мкм};$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Величина остаточного пространственного отклонения после точного развертывания: $k_y = 0,04$,

$$\Delta_{\Sigma_{ост}} = 0,04 \cdot 5,75 = 0,25 \text{ мкм};$$

Рассчитываем величину припуска по формуле:

$$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad (1.7.5)$$

Для зенкерования:

$$2z_{1\min} = 2(45 + \sqrt{126^2 + 8,7^2}) = 344 \text{ мкм};$$

Для развертывания:

$$2z_{2\min} = 2(30 + \sqrt{6,3^2 + 0,35^2}) = 73 \text{ мкм};$$

Рассчитанные данные сводим в таблицу 1.7.1.

Далее рассчитываем припуски для растачивания отверстия $\varnothing 18^{+0,035}$.

Таблица 1.7.2

Расчёт припусков под растачивание отверстия в размер $\varnothing 18^{+0,035}$

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}
Сверление	$(R_z+h)=45$		126	174	-	17,446	180	17,27	17,45	-	-
Зенкерование	$(R_z+h)=30$		6,3	8,7	344	17,927	140	17,79	17,93	340	660
Развертывание	$(R_z+h)=15$		0,25	0,35	73	18,035	35	18	18,035	70	245

Базирование детали производим также как и в предыдущем случае по нижней плоскости, и двум отверстиям $\varnothing 12$.

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

Погрешность установки составит $\varepsilon_y = 174$ мкм.

Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании:

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{инд};$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						20

Так как черновое и чистовое фрезерование производится в одной установке, то $\varepsilon_{инд} = 0$.

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 174 = 8,7 \text{ мкм};$$

Пространственное отклонение Δ_{Σ} для заготовки остается таким же как и в предыдущем случае

$$\Delta_{\Sigma} = 126 \text{ мкм};$$

Величина остаточного пространственного отклонения после зенкерования вычисляется:

При зенкерования $k_y = 0,05$, тогда

$$\Delta_{\Sigma \text{ ост}} = 0,05 \cdot 126 = 6,3 \text{ мкм};$$

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

$$\Delta_{\Sigma \text{ ост}} = 0,04 \cdot 6,3 = 0,25 \text{ мкм};$$

Рассчитываем величину припуска по формуле:

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

Для зенкерования:

$$2z_{1\min} = 2(45 + \sqrt{126^2 + 8,7^2}) = 344 \text{ мкм};$$

Для развертывания:

$$2z_{2\min} = 2(60 + \sqrt{6,3^2 + 0,35^2}) = 73 \text{ мкм};$$

Полученные данные сводим в таблицу 1.7.2

Для остальных поверхностей крышки и корпуса редуктора значения припусков выбираем по справочным таблицам [34].

Полученные значения сводим в таблицу 1.7.3.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					21

Припуски на механическую обработку

Операция	Содержание или наименование операции	Припуск, мм
005	1. Черновое фрезерование пов. М.	3,8 ^{+0,68}
	2. Чистовое фрезерование пов. М.	1,2 ^{+0,43}
	3. Фрезеровать 2 паза.	4 ⁺¹
	4. Центровать 15 отв.	—
	5. Сверлить 12 отв. Ø13 ^{+0,43} на проход.	—
	6. Сверлить отв. Ø13 ^{+0,12} на проход.	—
	7. Сверлить 2 отв. Ø11,5 под развертывание.	—
	8. Развернуть 2 отв. Ø12 предварительно.	0,25 ^{+0,02}
	9. Развернуть 2 отв. Ø12 окончательно.	0,1 ^{+0,017}
	10. Зенковать 2 фаски 2x45° в отв. Ø12 ^{+0,235} _{+0,200} .	2 ^{+0,2}
	11. Черновое фрезерование пов. П.	3 ^{+0,68}
	12. Чистовое фрезерование пов. П.	1 ^{+0,4}
	13. Центровать 4 отв.	—
	14. Сверлить 4 отв. Ø10,2 на проход.	—
	15. Нарезать резьбу на 4 отв. М12-6Н.	0,9 ^{+0,005}
	16. Центровать 2 отв.	—
	17. Сверлить 2 отв. Ø17,25 глубиной 125 мм.	—
	18. Центровать 2 отв.	—
	19. Сверлить 2 отв. Ø17,25 глубиной 125 мм.	—
	20. Зенкеровать 2 отв. Ø17,8 на проход.	0,275 ^{+0,07}
	21. Развернуть 2 отв. Ø18 на проход.	0,1 ^{+0,017}
	22. Зенкеровать 2 отв. Ø24 на проход.	2 ^{+0,06}
	23. Центровать отв.	—
	24. Сверлить отв. Ø19,25 глубиной 125 мм.	—
	25. Центровать 2 отв.	—
	26. Сверлить 2 отв. Ø19,25 глубиной 125 мм.	—
	27. Зенкеровать 2 отв. Ø19,8 на проход.	0,275 ^{+0,07}
	28. Развернуть 2 отв. Ø20 на проход.	0,1 ^{+0,017}
	29. Цековать 2 отв. Ø32 на глубину 9.	6 ^{+0,025}
	30. Цековать 2 отв. Ø30 на глубину 15.	6 ^{+0,016}
	31. Фрезеровать плоскость.	3 ^{+0,9}
	32. Цековать 2 отв. Ø24 на глубину 3.	2 ^{0,06}
	33. Центровать отв.	—
	34. Сверлить отв. Ø9,5.	—
	35. Рассверлить отв. Ø9,5 до Ø11 глубиной 20 мм.	0,75 ^{+0,12}
	36. Нарезать резьбу К1/4".	1,286 ^{+0,005}
	37. Центровать отв.	—
	38. Сверлить отв. Ø10,2.	—
	39. Цековать отв. Ø26 глубиной 3.	3 ^{+0,25}
	40. Нарезать резьбу М12-6Н.	0,9 ^{+0,005}
	41. Центровать 2 отв.	—

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Продолжение таблицы 1.7.3	
42. Сверлить 2 отв. Ø6,7.	–
43. Сверлить 2 отв. Ø13,5.	–
44. Сверлить 2 отв. Ø7,5.	–
45. Цековать бобышку Ø30 выдерживая размер 26 мм.	3 ^{+0,25}
46. Центровать отв.	–
47. Сверлить 2 отв. Ø10,2.	–
48. Нарезать резьбу M12-6H.	0,9 ^{+0,005}
49. Рассверлить отв. Ø13 до Ø13,5, выдерживая размер 9.	0,25 ^{+0,06}
50. Рассверлить отв. Ø13,5 до Ø14,5 до выхода в отв. Т.	0,5 ^{+0,12}
51. Нарезать резьбу K3/8".	
52. Цековать 12 отв. Ø24 на глубину 5.	5 ^{+0,3}

1.8. 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.

Сверление, зенкерование и развертывание отверстия Ц.

Сверление: $t = 9,625$ мм;

Зенкерование: $t = 0,25$ мм;

Тонкое растачивание: $t=0,1$ мм.

Определяем скорость резания.

При сверлении

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

При зенкеровании и развертывании

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v; \quad (1.8.2)$$

Подача: $S_1 = 0,16$ мм/об – сверление;

$S_2 = 0,7$ мм/об – зенкерование;

$S_3=2$ мм/об – развертывание.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						23

При сверлении

$T_1 = 60 \text{ мин}$

$C_v = 17,1$

$q = 0,25$

$y = 0,40$

$m = 0,125$

$K_{mv} = 0,96$

$K_{nv} = 1,0$

$K_{iv} = 0,7$

$K_v=0,67$

При зенкеровании

$T_2 = 30 \text{ мин}$

$C_v = 18,8$

$q = 0,2$

$x = 0,1$

$y = 0,4$

$m = 0,125$

$K_{mv} = 0,96$

$K_{nv} = 1,0$

$K_{iv} = 1,0$

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv};$

$K_v=0,96$

При развертывании

$T_3 = 60 \text{ мин}$

$C_v = 15,6$

$q = 0,2$

$x = 0,1$

$y = 0,5$

$m = 0,3$

$K_{mv} = 0,96$

$K_{nv} = 1,0$

$K_{iv} = 1,0$

$K_v=0,96$

(1.8.3)

$$V_1 = \frac{17,1 \cdot 19,25^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,16^{0,4}} \cdot 0,675 = 24,162 \text{ м / мин};$$

$$V_2 = \frac{18,8 \cdot 19,8^{0,2}}{30^{0,125} \cdot 0,25^{0,1} \cdot 0,7^{0,4}} \cdot 0,96 = 28 \text{ м / мин};$$

$$V_3 = \frac{15,6 \cdot 20^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 0,1^{0,1} \cdot 2^{0,4}} \cdot 0,96 = 7,85 \text{ м / мин};$$

Определяем числа оборотов шпинделя:

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

$n_1 = 498 \text{ об/мин};$

$n_2 = 450 \text{ об/мин};$

$n_3 = 125 \text{ об/мин}.$

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

$n_{прин1} = 315 \text{ об/мин};$

$n_{прин2} = 250 \text{ об/мин};$

$n_{прин3} = 125 \text{ об/мин};$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					24

Определяем действительную скорость резания:

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

$$v_1 = \frac{\pi \cdot 19,25 \cdot 315}{1000} = 19,05;$$

$$v_2 = \frac{\pi \cdot 19,8 \cdot 250}{1000} = 15,551;$$

$$v_3 = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 125}{1000} = 7,854;$$

Определяем силы резания.

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при сверлении};$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при зенкерованиях};$$

По таблице 32 выбираем значение коэффициентов:

при сверлении:

$$C_p = 42,7$$

$$q = 1,0$$

$$y = 0,8$$

при зенкерованиях:

$$C_p = 23,5$$

$$x = 1,2$$

$$y = 0,4$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = 1,02$$

$$P_0 = 10 \cdot 42,7 \cdot 19,25^{1,0} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 1,02 = 1936 \text{ Н};$$

$$P_0 = 10 \cdot 23,5 \cdot 0,3^{1,2} \cdot 0,7^{0,4} \cdot 1,02 = 48 \text{ Н};$$

Определяем крутящие моменты.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при сверлении};$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при зенкерованиях};$$

По таблице 32 выбираем значение коэффициентов:

при сверлении:

$$C_m = 0,021$$

$$q = 2,0$$

$$y = 0,8$$

при зенкерованиях:

$$C_m = 0,085$$

$$x = 0,75$$

$$y = 0,8$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					25

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 19,25^{2,0} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 1,02 = 18,32 H;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,085 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 0,7^{0,8} \cdot 1,02 = 0,25 H$$

Определяем мощность резания.

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}; \quad (1.8.6)$$

$$N_1 = \frac{18,32 \cdot 315}{9750} = 0,6 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{0,25 \cdot 250}{9750} = 0,0065 \text{ кВт};$$

Сверление, зенкерование и развертывание отверстия Ю-Ю₁.

Сверление: t = 8,625 мм;

Зенкерование: t = 0,25 мм;

Тонкое растачивание: t=0,1 мм.

Определяем скорость резания.

При сверлении

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

При зенкеровании и развертывании

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v;$$

Подача: S₁ = 0,16 мм/об – сверление; S₂ = 0,7 мм/об – зенкерование;

S₃=2 мм/об – развертывание.

При сверлении

T₁ = 60 мин

C_v = 17,1

q = 0,25

y = 0,40

m = 0,125

K_{mv} = 0,96

K_{nv} = 1,0

K_{tv} = 0,7

При зенкеровании

T₂ = 30 мин

C_v = 18,8

q = 0,2

x = 0,1

y = 0,4

m = 0,125

K_{mv} = 0,96

K_{nv} = 1,0

K_{tv} = 1,0

При развертывании

T₃ = 60 мин

C_v = 15,6

q = 0,2

x = 0,1

y = 0,5

m = 0,3

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					26

$$K_{mv} = 0,96$$

$$K_{nv} = 1,0$$

$$K_{tv} = 1,0$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{tv};$$

$$K_v = 0,67$$

$$K_v = 0,96$$

$$K_v = 0,96$$

$$V_1 = \frac{17,1 \cdot 17,25^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,16^{0,4}} \cdot 0,675 = 23,35 \text{ м/мин};$$

$$V_2 = \frac{18,8 \cdot 17,8^{0,2}}{30^{0,125} \cdot 0,25^{0,1} \cdot 0,7^{0,4}} \cdot 0,96 = 27 \text{ м/мин};$$

$$V_3 = \frac{15,6 \cdot 20^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 0,1^{0,1} \cdot 2^{0,4}} \cdot 0,96 = 7,5 \text{ м/мин};$$

Определяем числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D};$$

$$n_1 = 542 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = 483 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = 133 \text{ об/мин}.$$

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

$$n_{прин1} = 315 \text{ об/мин};$$

$$n_{прин2} = 250 \text{ об/мин};$$

$$n_{прин3} = 125 \text{ об/мин};$$

Определяем действительную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$$

$$v_1 = \frac{\pi \cdot 17,25 \cdot 315}{1000} = 17,071;$$

$$v_2 = \frac{\pi \cdot 17,8 \cdot 250}{1000} = 13,98;$$

$$v_3 = \frac{\pi \cdot 18 \cdot 125}{1000} = 7,069;$$

Определяем силы резания.

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при сверлении};$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					27

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при зенкеровании;}$$

По таблице 32 выбираем значение коэффициентов:

при сверлении:

$$C_p = 42,7$$

$$q = 1,0$$

$$y = 0,8$$

при зенкеровании:

$$C_p = 23,5$$

$$x = 1,2$$

$$y = 0,4$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = 1,02$$

$$P_0 = 10 \cdot 42,7 \cdot 17,25^{1,0} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 1,02 = 1735 \text{ H}; \quad P_0 = 10 \cdot 23,5 \cdot 0,25^{1,2} \cdot 0,7^{0,4} \cdot 1,02 = 48 \text{ H};$$

Определяем крутящие моменты.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при сверлении;}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \text{ – при зенкеровании;}$$

По таблице 32 выбираем значение коэффициентов:

при сверлении:

$$C_m = 0,021$$

$$q = 2,0$$

$$y = 0,8$$

при зенкеровании:

$$C_m = 0,085$$

$$x = 0,75$$

$$y = 0,8$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 17,25^{2,0} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 1,02 = 15 \text{ H};$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,085 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 0,7^{0,8} \cdot 1,02 = 0,25 \text{ H};$$

Определяем мощность резания.

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750};$$

$$N_1 = \frac{15 \cdot 315}{9750} = 0,5 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{0,25 \cdot 250}{9750} = 0,006 \text{ кВт};$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						28

Для оставшихся поверхностей назначаем режимы резания при помощи САПР технологических процессов компании «Аскон» - «Компас автопроект».

Все полученные данные сводим в таблицу 1.8.

Таблица 1.8

Таблица по режимам резания

Переходы	Глубина резания t , мм	Подача, мм/об	V , м/мин	n , об/мин	T_0 , мин
1. Черновое фрезерование пов. М.	3,8	1,6	78,54	125	4,92
2. Чистовое фрезерование пов. М.	1,2	0,78	10,531	160	7,952
3. Фрезеровать 2 паза.	4	0,315	4,021	80	3,2
4. Центровать 15 отв.	2	0,063	6,283	500	2,664
5. Сверлить 12 отв. $\varnothing 13^{+0,43}$ на проход.	6,5	0,125	16,336	400	4,152
6. Сверлить отв. $\varnothing 13^{+0,12}$ на проход.	6,5	0,125	16,336	400	1,25
7. Сверлить 2 отв. $\varnothing 11,5$ под развертывание.	5,75	0,125	14,451	400	0,884
8. Развернуть 2 отв. $\varnothing 12$ предварительно.	0,25	0,16	7,54	200	1,438
9. Развернуть 2 отв. $\varnothing 12$ окончательно.	0,1	0,18	9,582	250	1,022
10. Зенковать 2 фаски $2 \times 45^\circ$ в отв. $\varnothing 12^{+0,235}_{+0,200}$.	2	0,2	16,032	315	0,064
11. Черновое фрезерование пов. П.	3	1,6	62,832	125	0,85
12. Чистовое фрезерование пов. П.	1	0,63	100,53	200	1,36
13. Центровать 4 отв.	2	0,063	6,283	500	0,888
14. Сверлить 4 отв. $\varnothing 10,2$ на проход.	5,1	0,125	16,022	500	1,532
15. Нарезать резьбу на 4 отв. М12-6Н.	0,9	1,75	1,9	50	0,617
16. Центровать 2 отв.	5	0,125	15,708	500	0,4
17. Сверлить 2 отв. $\varnothing 17,25$ глубиной 125 мм.	8,625	0,16	17,071	315	6,032
18. Центровать 2 отв.	5	0,125	15,708	500	0,4
19. Сверлить 2 отв. $\varnothing 17,25$ глубиной 125 мм.	8,625	0,16	17,071	315	1,724
20. Зенкеровать 2 отв. $\varnothing 17,8$ на проход.	0,275	0,7	13,98	250	3,314
21. Развернуть 2 отв. $\varnothing 18$ на проход.	0,1	2	7,069	125	2,416
22. Зенкеровать 2 отв. $\varnothing 24$ на проход.	2	0,7	15,08	200	0,472
23. Центровать отв.	5	0,125	15,708	500	0,2
24. Сверлить отв. $\varnothing 19,25$ глубиной 125 мм.	9,625	0,16	19,05	315	5,238
25. Центровать 2 отв.	5	0,125	15,708	500	0,4
26. Сверлить 2 отв. $\varnothing 19,25$ глубиной 125 мм.	9,625	0,16	19,05	315	5,238
27. Зенкеровать 2 отв. $\varnothing 19,8$ на проход.	0,275	0,7	15,551	250	2,442
28. Развернуть 2 отв. $\varnothing 20$ на проход.	0,1	2	7,854	125	2,04
29. Цековать 2 отв. $\varnothing 32$ на глубину 9.	6	0,25	20,106	200	0,48
30. Цековать 2 отв. $\varnothing 30$ на глубину 15.	6	0,25	18,85	200	0,72
31. Фрезеровать плоскость.	3	0,63	100,53	160	1,1
32. Цековать 2 отв. $\varnothing 24$ на глубину 3.	2	0,2	18,85	25	0,24
33. Центровать отв.	2	0,063	6,283	500	0,222
34. Сверлить отв. $\varnothing 9,5$.	4,75	0,315	14,923	500	0,807

						Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 1.8					
35. Рассверлить отв. Ø9,5 до Ø11	0,75	0,7	21,771	630	0,054
36. Нарезать резьбу К1/4".	1,286	1,411	2,134	50	0,6
37. Центровать отв.	4	0,063	6,283	500	0,222
38. Сверлить отв. Ø10,2.	5,1	0,125	16,022	500	0,336
39. Цековать отв. Ø26 глубиной 3.	3	0,2	20,42	250	0,12
40. Нарезать резьбу М12-6Н.	0,9	1,75	1,9	50	0,24
41. Центровать 2 отв.	2	0,063	6,283	500	0,888
42. Сверлить 2 отв. Ø6,7.	3,35	0,2	16,839	800	0,3
43. Сверлить 2 отв. Ø13,5.	6,75	0,2	21,206	500	1,4
44. Сверлить 2 отв. Ø7,5.	3,75	0,2	18,85	800	0,124
45. Цековать бобышку Ø30.	3	0,2	39,27	250	0,12
46. Центровать отв.	2	0,063	6,283	500	0,222
47. Сверлить 2 отв. Ø10,2.	5,1	0,125	16,022	500	0,32
48. Нарезать резьбу М12-6Н.	0,9	1,75	1,9	50	0,48
49. Рассверлить отв. Ø13 до Ø13,5.	0,25	0,7	26,719	630	0,12
50. Рассверлить отв. Ø13,5 до Ø14,5.	0,5	0,7	28,698	630	0,039
51. Нарезать резьбу К3/8".		1,411	2,4	50	0,482
52. Цековать 12 отв. Ø24 на глубину 5.	5	0,2	18,85	250	1,92

1.9. Нормирование технологического процесса

Технические нормы времени в единичном производстве устанавливаются расчетно-аналитическим методом, по формуле [11, с. 50]:

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

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:

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

где: $L_{рх}$ – длина рабочего хода, мм;

$L_{вр}$ – длина врезания инструмента в мм;

$L_{пр}$ – длина перебега инструмента в мм;

i – число проходов инструмента;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

s – подача инструмента, мм/об.

						Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оперативное время рассчитывается по формуле:

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

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

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

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

где: $T_{уст}$ – время на снятие и установку детали;

$T_{упр}$ – время на управление станком;

$T_{изм}$ – время на измерение и контроль детали.

Время на обслуживание рабочего места определяется по формуле:

$$T_{обсл} = (4\% - 6\%) \cdot T_{оп};$$

Время на отдых определяется выражением:

$$T_{отд} = (4\% - 5\%) \cdot T_{оп}.$$

Проведем подробное нормирование переходов первого установа:

Определяем основное время на выполнение отдельных переходов [11, с. 71]:

$$1. T_{осн} = \frac{L_{рх} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{980 + 4}{125 \cdot 1,6} \cdot 1 = 5,15 \text{ мин};$$

$$L_{рх} = 980 \text{ мм};$$

$$n = 125 \text{ об/мин};$$

$$L_{вр} = 2 \text{ мм};$$

$$s = 1,6 \text{ мм/об.}$$

$$L_{пр} = 2 \text{ мм};$$

$$2. T_{осн} = \frac{L_{рх} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{980 + 4}{160 \cdot 0,78} \cdot 1 = 7,885 \text{ мин};$$

$$L_{рх} = 980 \text{ мм};$$

$$n = 160 \text{ об/мин};$$

$$L_{вр} = 2 \text{ мм};$$

$$s = 0,78 \text{ мм/об.}$$

$$L_{пр} = 2 \text{ мм};$$

$$3. T_{осн} = \frac{L_{рх} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{40 + 0}{80 \cdot 0,315} \cdot 2 = 3,2 \text{ мин};$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$L_{px} = 40 \text{ мм};$

$n = 80 \text{ об/мин};$

$L_{вр} = 0 \text{ мм};$

$s = 0,315 \text{ мм/об.}$

$L_{пр} = 0 \text{ мм};$

$$4. T_{осн} = \frac{L_{px} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{5 + 0,6}{500 \cdot 0,063} \cdot 15 = 2,664 \text{ мин};$$

$L_{px} = 980 \text{ мм};$

$n = 500 \text{ об/мин};$

$L_{вр} = 0,6 \text{ мм};$

$s = 0,063 \text{ мм/об.}$

$L_{пр} = 0 \text{ мм};$

$$5. T_{осн} = \frac{L_{px} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{13 + 2}{400 \cdot 0,125} \cdot 13 = 4,152 \text{ мин};$$

$L_{px} = 980 \text{ мм};$

$n = 400 \text{ об/мин};$

$L_{вр} = 0 \text{ мм};$

$s = 0,125 \text{ мм/об.}$

$L_{пр} = 2 \text{ мм};$

$$6. T_{осн} = \frac{L_{px} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{55 + 2}{400 \cdot 0,125} \cdot 1 = 1,14 \text{ мин};$$

$L_{px} = 980 \text{ мм};$

$n = 400 \text{ об/мин};$

$L_{вр} = 0 \text{ мм};$

$s = 0,125 \text{ мм/об.}$

$L_{пр} = 2 \text{ мм};$

$$7. T_{осн} = \frac{L_{px} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{13 + 2}{400 \cdot 0,125} \cdot 2 = 0,6 \text{ мин};$$

$L_{px} = 13 \text{ мм};$

$n = 400 \text{ об/мин};$

$L_{вр} = 0 \text{ мм};$

$s = 0,125 \text{ мм/об}$

$L_{пр} = 2 \text{ мм};$

$$8. T_{осн} = \frac{L_{px} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{13 + 10}{200 \cdot 0,16} \cdot 2 = 1,438 \text{ мин};$$

$L_{px} = 13 \text{ мм};$

$n = 200 \text{ об/мин};$

$L_{вр} = 5 \text{ мм};$

$s = 0,16 \text{ мм/об.}$

$L_{пр} = 5 \text{ мм};$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					32

$$9. T_{осн} = \frac{L_{px} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{13 + 10}{250 \cdot 0,18} \cdot 2 = 1,022 \text{ мин};$$

$$L_{px} = 13 \text{ мм};$$

$$n = 250 \text{ об/мин};$$

$$L_{вр} = 5 \text{ мм};$$

$$s = 0,18 \text{ мм/об.}$$

$$L_{пр} = 5 \text{ мм};$$

$$10. T_{осн} = \frac{L_{px} + L_{вр} + L_{пр}}{n \cdot s} \cdot i = \frac{2 + 0}{315 \cdot 0,2} \cdot 2 = 0,064 \text{ мин};$$

$$L_{px} = 2 \text{ мм};$$

$$n = 315 \text{ об/мин};$$

$$L_{вр} = 0 \text{ мм};$$

$$s = 0,2 \text{ мм/об.}$$

$$L_{пр} = 0 \text{ мм};$$

$$\Sigma T_{осн} = 4,92 + 7,885 + 3,2 + 2,664 + 4,152 + 1,14 + 0,6 + 1,438 + 1,022 + 0,064 = 27,085 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время:

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

Определяем оперативное время:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп} = 27,085 + 3,04 = 30,125 \text{ мин};$$

Определяем время на техническое обслуживание рабочего места:

$$T_{обсл} = 0,05 \cdot 30,125 = 1,506 \text{ мин};$$

Определяем время на отдых:

$$T_{отд} = 0,04 \cdot 30,125 = 1,205 \text{ мин.}$$

Тогда штучное время на этой операции:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд} = 27,085 + 3,04 + 1,506 + 1,205 = 32,836$$

мин.

Нормирование остальных операций и переходов проводим при помощи САПР ТП компании Аскон «Компас - Автопроект».

Полученные результаты сводим в табл. 1.9.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Нормирования технологического процесса
обработки крышки корпуса коробки передач

№ опера- ции	Наименование	Переход	T_o	$T_{вс}$	$T_{оп}$	$a_{обсл}$	$a_{отд}$	$T_{ит}$
1	Фрезерная	1	4,92	3,04	30,125	5	4	32,836
		2	7,885					
		3	3,2					
		4	2,664					
		5	4,152					
		6	1,14					
		7	0,6					
		8	1,438					
		9	1,022					
		10	0,064					
2	Фрезерная	1	0,85	6,82	10,707	5	4	11,671
		2	1,36					
		3	0,888					
		4	1,532					
		5	0,617					
3	Фрезерная	1	0,4	13,61	46,448	5	4	50,628
		2	6,032					
		3	0,4					
		4	1,724					
		5	3,314					
		6	2,416					
		7	0,472					
		8	0,2					
		9	2,619					
		10	0,4					
		11	5,238					
		12	2,442					
		13	2,04					
		14	0,48					
		15	0,72					
		16	1,1					
		17	0,24					
		18	0,222					
		19	0,807					
		20	0,054					
		21	0,6					
		22	0,222					
		23	0,336					
		24	0,12					
		25	0,24					

Продолжение таблицы 1.9								
4	Фрезерная	1	0,888	2,82	5,532	5	4	6,03
		2	0,3					
		3	1,4					
		4	0,124					
5	Фрезерная	1	0,12	4,51	8,213	5	4	8,952
		2	0,222					
		3	0,32					
		4	0,48					
		5	0,12					
		6	0,039					
		7	0,482					
		8	1,92					

$$T_{\text{шт.общ.}} = T_{\text{шт1}} + T_{\text{шт2}} + T_{\text{шт3}} + T_{\text{шт4}} + T_{\text{шт5}} = 110,117 \text{ мин.}$$

2. Конструкторская часть

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Оленина			Конструкторская часть	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Платонов					36	
Н. Контр.		Сагалакова				ХТИ – филиал СФУ		
Утв.		Желтобрюхов						

2.1. Проектирование зажимного приспособления

Задание: спроектировать зажимное приспособление для обработки крышки корпуса КПП на горизонтально-фрезерном обрабатывающем центре ИС800ПФ4(4 осевого). Деталь при обработке базируется по двум отверстиям $\varnothing 12,2^{+0,035}$ и основанию. При обработке возникает максимальная сила при фрезеровке поверхности $P_z=3164$ Н, которая действует на деталь с крутящим моментом $M_{кр}=316,4$ Н·м.

Описание приспособления.

Приспособление устанавливается по специальной направляющей шпонке в пазы стола станка, крепится при помощи четырех крепёжных болтов. Деталь устанавливается на плиту 4 по двум установочным пальцам, один из которых срезанный. Закрепление детали осуществляется при помощи двух прихватов 16, которые притягиваются болтами 7 и гайками 10.

Плита 4 и возможность поворота с углом деления 90° , положение фиксируется фиксатором 1. Плита 4 прижимается к опорной плите 3 четырьмя осями, монтируемыми в боковых стенках, с резьбовым элементом.

Все части приспособления собираются по штифтам 19 и закрепляются винтами 9.

Расчет сил зажима и выбор диаметра болтов.

При фрезеровании на деталь со стороны торцевой фрезы действует сила $P_z = 3164$ Н, стремящаяся повернуть деталь вокруг собственной оси, с крутящим моментом $M_{кр} = 316,4$ Нм.

Сила зажима W должна обеспечивать надёжный контакт заготовки с опорами. Определим силу зажима [10]:

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

K – коэффициент запаса, который определяется по формуле:

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

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;
 $K_1 = 1$ – при чистовых базах;
 $K_2 = 1$ – затупление инструмента;
 $K_3 = 1,2$ – учитывает ударные нагрузки на инструмент;
 $K_4 = 1$ – стабильность силового привода;
 $K_5 = 1$ – характеризует силовые зажимы;
 $K_6 = 1,5$ – положение опорных точек при смещении заготовки.

$$K = 2,7;$$

$$Q = 3164 \cdot 2,7 = 8543 \text{ Н.}$$

Определим минимальный диаметр болта из уравнения [стр. 294, 10]:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8543}{\pi \cdot 125}} = 10(\text{мм}); \quad (2.1.3)$$

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 $d = M12$. Количество прихватов – 2.

Расчет приспособления на точность.

К обработанной поверхности предъявляются следующие требования:

1) межцентровое расстояние $85 \pm 0,15$ мм; 2) Расстояние от базировочной поверхности до отверстия $130_{-0,17}$.

Первое требование обеспечивается настройками станка и инструмента на размер и на его выполнение не оказывает влияния применяемое приспособление. На выполнение второго требования значительное влияние будет оказывать приспособление, поэтому для оценки возможности применения проектируемого приспособления на данной операции необходимо рассчитать общую погрешность приспособления. Для её определения используем методику, предложенную в [1]. Общая погрешность приспособления определяется по формуле:

						Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

где: - погрешность базирования $\varepsilon_B = 69$ мкм;

- погрешность закрепления $\varepsilon_3 = 120$ мкм;

- погрешность установки приспособления на станке $\varepsilon_Y = 20$ мкм, так как установка приспособления на столе станка по направляющей шпонке;

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

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

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

$$k_T = 1,1; \quad k_{T1} = 0,8; \quad k_{T2} = 0,6.$$

$$\varepsilon_{np} = 170 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 69)^2 + 120^2 + 20^2 + 0 + 10^2 + (0,6 \cdot 100)^2} = 10 \text{ мкм};$$

Таким образом, погрешность приспособления составляет 0,01 мм, что составляет 1/20 допуска на регламентируемые размеры и таким образом, обеспечивает возможность применения приспособления на операции.

2.2. Проектирование зажимного приспособления

Задание: спроектировать зажимное приспособление для обработки базовых поверхностей крышки корпуса КПП на горизонтально-фрезерном обрабатывающем центре ИС800ПФ4. Деталь при обработке базируется по фланцу и двум боковым поверхностям. При обработке возникает максимальная сила при фрезеровке поверхности $P_Z = 3164$ Н, которая действует на деталь с крутящим моментом $M_{кр} = 316,4$ Н·м.

Описание приспособления.

Приспособление устанавливается по специальной направляющей шпонке в пазы стола станка, крепится при помощи четырех крепёжных болтов. Деталь устанавливается на опоры 12, 13 и 11. Закрепление детали осуществляется при помощи двух прижимов 3.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

На плите 3 монтируются стойки, фиксируемые болтами 10 с шайбами 14, с опорами и прижимами. Опоры 13 служат для настройки положения заготовки.

Стойки с плитой собираются по штифтам 17.

Расчет сил зажима и выбор диаметра болтов.

При фрезеровании на деталь со стороны торцевой фрезы действует сила $P_z = 3164$ Н, стремящаяся повернуть деталь вокруг собственной оси, с крутящим моментом $M_{кр} = 316,4$ Нм.

Сила зажима W должна обеспечивать надёжный контакт заготовки с опорами. Определим силу зажима [10]:

$$Q = P \cdot K;$$

K – коэффициент запаса, который определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6;$$

$K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1$ – при чистовых базах;

$K_2 = 1$ – затупление инструмента;

$K_3 = 1,2$ – учитывает ударные нагрузки на инструмент;

$K_4 = 1$ – стабильность силового привода;

$K_5 = 1$ – характеризует силовые зажимы;

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

$$K = 2,7;$$

$$Q = 3164 \cdot 2,7 = 8543 \text{ Н.}$$

Определим минимальный диаметр болта из уравнения [стр. 294, 10]:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8543}{\pi \cdot 125}} = 18(\text{мм});$$

где, d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм;

Q – сила действующая вдоль оси болта, Н;

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Принимаем резьбу с наружным диаметром $d=M20$. Количество прижимов – 2.

Расчет приспособления на точность.

К обработанной поверхности предъявляются следующие требования:
Расстояние от базирующей поверхности до обработ. поверхности $13_{-0,43}$.

Первое требование обеспечивается настройками станка и инструмента на размер и на его выполнение не оказывает влияния применяемое приспособление. На выполнение второго требования значительное влияние будет оказывать приспособление, поэтому для оценки возможности применения проектируемого приспособления на данной операции необходимо рассчитать общую погрешность приспособления. Для её определения используем методику, предложенную в [1]. Общая погрешность приспособления определяется по формуле:

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

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

- погрешность закрепления $\varepsilon_3 = 120$ мкм;

- погрешность установки приспособления на станке $\varepsilon_y = 20$ мкм, так как установка приспособления на столе станка по направляющей шпонке;

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

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

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

$$k_T = 1,1; \quad k_{T1} = 0,8; \quad k_{T2} = 0,6.$$

$$\varepsilon_{np} = 430 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 150)^2 + 120^2 + 20^2 + 0 + 10^2 + (0,6 \cdot 100)^2} = 160 \text{ мкм};$$

Таким образом, погрешность приспособления составляет 0,26 мм, что составляет 1/3 допуска на регламентируемые размеры и таким образом, обеспечивает возможность применения приспособления на операции.

						Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Экономическая часть

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Оленина			Лит.	Лист	Листов
Пров.		Платонов				42	
Н. Контр.		Сагалакова			ХТИ – филиал СФУ		
Утв.		Желтобрюхов					

3.1 Расчет стоимости основных фондов и амортизации

В экономической части выпускной квалификационной работы рассчитывают технико-экономические показатели. Для этого, прежде всего, определяется себестоимость годового выпуска деталей.

Таблица 3.1.

Калькуляция

№ п\п	Наименование статей	Себестоимость годового выпуска продукции, руб.
1	Сырье и основные материалы за вычетом отходов	184950
2	Возвратные отходы (вычитаются)	–
3	Основная зарплата основных рабочих	27847,70
4	Дополнительная заработная плата основных рабочих	2645,55
5	Отчисления на социальное страхование основных рабочих	9473,80
6	РСЭО	21721,21
7	Цеховые расходы	8351,31
8	Общезаводские расходы	3341,72
9	Производственная себестоимость	258331,29
10	Внепроизводственные расходы	–
11	Полная себестоимость	258331,29

Затраты по статье «Сырье и основные материалы» определяются по формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^n S_{ЗАГi} \cdot N_i; \quad (3.1)$$

где: $S_{ЗАГi}$ – стоимость заготовки детали i -ого вида; N_i – количество деталей i -ого вида в годовом производственном плане; n – количество видов (наименований) деталей в плане.

$$Z_M = \sum_{i=1}^n S_{ЗАГi} \cdot N_i = 924,75 \cdot 200 = 184950p.$$

3.2 Расчет фонда заработной платы

Для определения основной заработной платы основных рабочих необходимо составить, прежде всего, ведомость годовой тарифной заработной платы.

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 заработной платы ($Z_{\text{Т}}$) рабочие получают доплаты, надбавки и премии, сумма которых может быть учтена через процент от тарифного заработка ($k_{\text{д}}$). С учетом этого, районного северного коэффициентов ($k_{\text{р}}$) и ($k_{\text{с}}$), соответственно, рассчитывается фонд основной заработной платы:

$$Z_{\text{ЗО}} = Z_{\text{Т}} \cdot (1 + k_{\text{д}}) \cdot (1 + k_{\text{р}}) \cdot (1 + k_{\text{с}}); \quad (3.2)$$

Величину коэффициента, учитывающего доплаты, надбавки и премии можно принять равным 0,8 (80%). Районный и северный коэффициенты можно принять в размере 0,3 (30%), т.е. таким, какой установлен на территории Хакасии.

$$\begin{aligned} Z_{\text{ЗО}} &= Z_{\text{Т}} \cdot (1 + k_{\text{д}}) \cdot (1 + k_{\text{р}}) \cdot (1 + k_{\text{с}}) = 9154,40 \cdot (1+0,8) \cdot (1+0,3) \cdot (1+0,3) \\ &= \underline{27847,70\text{р.}} \end{aligned}$$

Помимо основной заработной платы основным рабочим и другим категориям работников выплачивается дополнительная заработная плата ($Z_{\text{ЗД}}$), учитывающая оплату отпусков, выполнение государственных обязанностей и др. Ее величину следует определить с учетом доли, которую она составляет от основной заработной платы на базовом предприятии. Дополнительная заработная плата может быть принята в размере 8% от основной.

$$Z_{\text{ЗД}} = Z_{\text{ЗО}} \cdot 0,08 = \underline{2227,82\text{р.}}$$

Полный годовой фонд заработной платы основных рабочих составляет:

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$З_{ЗП} = З_{ЗО} + З_{ЗД} = 27847,70 + 2227,82 = 30075,52р.$$

Отчисления на социальное страхование в виде единого социального налога в настоящее время на предприятии ОАО «АОМЗ» составляют 31,5% от заработной платы.

$$О_{соц} = З_{ЗП} \cdot 0,315 = 30075,52 \cdot 0,315 = \underline{9473,80р.} \quad (3.3)$$

3.3 Расчет затрат на содержание и ремонт оборудования

Затраты (расходы) на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО), цеховые расходы и общезаводские расходы рассчитываются исходя из основной заработной платы основных рабочих. Их суммарное значение равно 120% от основной заработной платы. Эта сумма распределяется следующим образом:

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

$З_{ЗО} \cdot 120\%$.

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

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.

Производственная себестоимость – сумма всех предыдущих строк.

Внепроизводственные расходы обычно также рассчитываются в % от основной заработной платы основных рабочих, или от производственной себестоимости. Их величину принять в размере от 0 до 15% от производственной себестоимости.

Полная себестоимость – сумма строк 9 и 10 таблицы 3.1.

После составления калькуляции себестоимости производства деталей заполняется таблица технико-экономических показателей участка.

В этой таблице годовой выпуск продукции и производительность труда в натуральном выражении отражаются только при планировании выпуска одного вида деталей.

Производительность труда на одного рабочего определяется как отношение объема выпуска к численности основных и вспомогательных рабочих, входящих в состав участка.

Технико-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.	258331,29	306944,25
2	Площадь участка	м ²	49,5	—
3	Количество рабочих мест	шт.	1	2
4	Численность:			
	Основных рабочих	чел.	2	4

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Продолжение таблицы 3.5				
	Вспомогательных рабочих	чел.	—	—
5	Производительность труда на одного рабочего	руб./чел.	129165,65	76736,06

Производительность труда на одного рабочего:

$$P_{тр} = \frac{C_{вып}}{Ч_{осн}} = \frac{258331,29}{2} = 129165,65 \text{ р./чел.};$$

3.4. Расчет площадей

Для планировки необходимо рассчитать потребные площади под металлорежущий станок.

Ширина магистрального проезда для движения электрокаров, автопогрузчиков и уборочных машин - не менее 4 метров.

Проведем расчет площадей, занятых металлорежущими станками с учетом нормированных дополнительных производственных площадей по формуле [14]

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

где f_i – площадь станка;

k_i – коэффициент, учитывающий дополнительно занимаемую производственную площадь (проходы, проезды, и т.п.), значения коэффициентов приняты по [8], расчеты сведены в табл. 3.2

На участке механической обработки расположен 1 станок.

Характеристики установленных металлорежущих станков

						Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.6

Наименование и модель станка	Кол-во станков	Габариты станка, мм		Площадь станка, м ²	Коэф-т учета доп.полнит.площади	Общая площадь, занятая станком, м ²
		длина	ширина			
Вертикально – фрезерный 65А60	1	3500	4200	14,7	3	44,1

3.5. Расчет количества рабочих

На механической обработки детали крышки корпуса коробки скоростей, включающем 1 станок, будет работать 1 станочник. Так как производство работает в две смены, общее число основных рабочих составит 2 человека.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной выпускной квалификационной работе спроектирован процесс изготовления крышки корпуса коробки скоростей с применением горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра ИС800ПФ4 с ЧПУ в условиях серийного производства.

При проектировании были рассмотрены различные варианты технологического процесса механической обработки крышки корпуса и принят оптимальный вариант, обеспечивающий минимальные затраты на производство деталей при выполнении заданной программы выпуска и обеспечении требуемых характеристик качества изделия.

Применение, быстродействующей автоматизированной технологической оснастки, рациональное использование стандартного и специального режущего инструмента, оптимальная структура технологического процесса, рациональная планировка оборудования обеспечили высокую эффективность разработанных технологических процессов механической обработки крышки корпуса по сравнению с аналогичными производствами, что подтверждается следующими показателями:

Стоимость ОПФ	604999,9 руб.
Производительность на одного работающего	258408,5 руб.
Фондоотдача	3,8 руб.
Среднемесячная з/пл работающего	5837,59 руб.
Себестоимость одного изделия	1162,84 руб.

Ожидаемый экономический эффект при внедрении процесса изготовления крышки корпуса коробки скоростей с применением горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра ИС800ПФ4 с ЧПУ в условиях серийного производства с годовой программой выпуска 2000 шт. составляет 21000 руб.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Оленина			Лит.	Лист	Листов
Пров.		Платонов				49	
					ХТИ – филиал СФУ		
Н. Контр.		Сагалакова					
Утв.		Желтобрюхов					

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Оленина			СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАН- НЫХ ИСТОЧНИКОВ	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Платонов					50	
Н. Контр.		Сагалакова				ХТИ – филиал СФУ		
Утв.		Желтобрюхов						

Список использованных источников

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1984.
2. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. М.: Машиностроение, 1973.
3. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. М.: Машиностроение, 1976.
4. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. М.: Издательство стандартов, 1992.
5. Безопасность труда при холодной обработке металлов. Под ред. Б.А. Поволоцкого, М.Н. Цыганова М.: Машиностроение, 1982.
6. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. М.: Машиностроение, 1973.
7. Великанов К.М. Экономика и организация производства в дипломных проектах. Л.: Машиностроение, 1983.
8. Горбачевич А.Ф.; Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск.: Высшая школа, 1983.
9. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. Минск.: Высшая школа, 1986.
10. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение 1979.
11. Гамрат-Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов. Учебное пособие для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1985.
12. Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. М.: Машиностроение, 1972.
13. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х т. Под ред. В.Д. Мягкова. Л.: Машиностроение, 1979.
14. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Высшая школа, 1969.

15. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. М.: Машиностроение, 1983.
16. Кирсанов Г.Н. и др. Руководство по курсовому проектированию металлорезающих инструментов: Учебное пособие. М. – Машиностроение, 1986.
17. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. М.: Машиностроение, 1990.
18. Методические указания по расчету заземления электроустановок Абакан, 1980.
19. Общемашиностроительные нормативы времени на сборочные и сварочные работы. М.: Экономика, 1988.
20. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Под ред. А.А. Панова, М.: Машиностроение, 1988.
21. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. М.: Экономика, 1988.
22. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справочник. В 2-х т. А.Д. Локтев и др. М.: Машиностроение, 1991.
23. Охрана труда в машиностроении. Под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова, М.: Машиностроение, 1983.
24. Охрана окружающей среды: Учебн. для техн. спец. ВУЗов. Под ред. С.В. Белова. М.: Высшая школа, 1991.
25. Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении. М., Машиностроение, 1990г.
26. Справочник конструктора-инструментальщика: под общ. Ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1994
27. Справочник металлиста. В 5-и т. Под ред. А.Н. Малова, М., Машиностроение, 1977г.
28. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М., Машиностроение, 1985г.

29. Станочные приспособления. Справочник. В 2-х т. Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. М.: Машиностроение, 1984.
30. Справочник контролера машиностроительного завода. Под ред. А.И. Якушева. М.: Машиностроение, 1980.
31. Технология машиностроения (специальная часть) Б.Л. Беспалов, Л.А. Глейзер, И.М. Колесов и др. М.: Машиностроение, 1973.
32. Якобсон М.О. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1967.
33. Горст Ю. В. Расчёт припусков на механическую обработку расчётно-аналитическим методом. Метод. указания. Абакан: ХТИ, 2000.

Приложения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Оленина			Приложения	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Платонов					54	
Н. Контр.		Сагалакова				ХТИ – филиал СФУ		
Утв.		Желтобрюхов						

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

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



Е.М. Желтобрюхов

подпись

инициалы, фамилия

« 14 » 16 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

«Разработка технологического процесса механической обработки крышки
корпуса коробки скоростей Т4.37А.103-3»

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

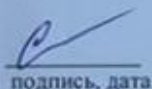
Руководитель


подпись, дата

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

В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

Н.Н. Оленина
инициалы, фамилия

Абакан, 2022 г.