

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

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Проектирование технологического процесса механической обработки корпуса редуктора вращения

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

Выпускник _____
подпись, дата

Абакан, 2020 г.

Продолжение титульного листа БР по теме: проектирование технологического процесса механической обработки корпуса редуктора вращения.

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

Нормоконтролер

подпись, дата

М.М. Сагалакова

инициалы, фамилия

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

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

Кафедра «Автомобильный Транспорт и Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.М.Желтобрюхов
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

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

Студенту Ондар Алсу Орлан кызы

фамилия, имя, отчество

Группа 26-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Тема выпускной квалификационной работы: Проектирование технологического процесса механической обработки корпуса редуктора вращения

Утверждена приказом по институту № 261 от 11.04.2019 г.

Руководитель ВКР Е.М. Желтобрюхов, 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 = 100 шт.

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

Перечень графического материала 1. Чертеж детали - 1 лист ф. А1;
2.Базовый технологический процесс – 2 листа ф. А1; 3. Технологический процесс на станке с ЧПУ – 1 лист ф. А1; 4. Приспособление зажимное – 1 лист ф. А1; 5. Приспособление контрольное – 1 лист ф. А1; 6. Технико-экономические показатели – 1 лист ф. А1

Руководитель ВКР

подпись

Е.М. Желтобрюхов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

А.О. Ондар

инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 2020 г.

РЕФЕРАТ

Данная работа содержит проектирование технологического процесса корпуса редуктора вращения.

В технологической части проанализировано служебное назначение корпуса, сделан анализ технологичности и технических требований, выбран способ получения заготовки, произведен расчет и выбор припусков на механическую обработку, расчет и выбор режимов резания, нормирование технологического процесса обработки картера, определено необходимое количество технологического оборудования.

В конструкторской части спроектировано специальное зажимное приспособление для установки заготовки на универсальном горизонтально-расточном станке 2620А на операции растачивания отверстий Ø72 и 150. Так же спроектировано специальное контрольное приспособление для проверки соосности наружной цилиндрической поверхности Ø 190 и внутренней цилиндрической поверхности Ø150.

В экономической части сделан расчёт целесообразности внедрения станков с ЧПУ в производство. Проведен расчет стоимости ОПФ, расчет заработной платы рабочих и расчет себестоимости изготовления корпуса по спроектированному и базовому вариантам.

В графической части работы выполнены чертеж корпуса, карты технологического процесса обработки корпуса на универсальном оборудовании и на станках с ЧПУ, чертежи зажимного и контрольного приспособлений. Вынесены основные технико-экономические показатели.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	БР-15.03.05-2020 ПЗ		
Разраб.	Ондар						
Пров.	Желтобрюхов						
Т.Контр.	Желтобрюхов						
Н. Контр.	Сагалакова						
Утв	Желтобрюхов						
Реферат					Литера	Лист	Листов
					у		
					ХТИ – филиал СФУ Кафедра АТиМ Гр.26-1		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Технологическая часть.....	4
1.1. Анализ служебного назначения.....	4
1.2. Анализ технологичности.....	4
1.3. Экономическое обоснование выбора заготовки	5
1.4. Маршрут обработки.....	7
1.5. Расчет припусков	9
1.6. Расчет режимов резания	14
1.7. Нормирование технологического процесса	18
1.8. Разработка технологического процесса для ЧПУ	23
1.9. Описание обрабатывающего центра.....	23
1.10. Разработка маршрута механической обработки.....	25
1.11. Нормирование технологического процесса на станках с ЧПУ	26
2. Конструкторская часть	28
2.1. Проектирование зажимного приспособления.....	28
2.1.1. Техническое задание на проектирование зажимного приспособления....	28
2.1.2. Расчет сил зажима	28
2.1.3. Описание работы приспособления	29
2.2. Проектирование контрольного приспособления	30
2.2.1. Техническое задание на проектирование контрольного приспособления	30
2.2.2. Описание приспособления	31
2.2.3. Расчет на точность	31
3. Экономическая часть	32
3.1. Выбор необходимого оборудования участка	32
3.2. Перечень технологического оборудования.....	32
3.3. Определение занимаемой площади цеха и ее стоимости под оборудование ..	34
3.4. Расчет себестоимости детали	35
3.5. Технико-экономические показатели.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	44

БР-15.03.05-2020 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Содержание	Литера	Лист	Листов
Разраб.	Ондар					у		
Пров.	Желтобрюхов							
Т.Контр.	Желтобрюхов							
Н. Контр.	Сагалакова							
Утв	Борисенко							

ХТИ – филиал СФУ
Кафедра АТиМ
Гр.26-1

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение в своем развитии прошло не маленький путь. От скромного накопления опыта по механической обработке и сборке машин до создания научно обоснованных положений, разработанных на базе теоретических исследований научно проведенных экспериментов и обобщения передового опыта машиностроительных заводов; от простых, на сегодняшний взгляд, станков и агрегатов, которыми приходилось управлять человеку, до полностью автоматического управления посредством ЧПУ огромнейшими станками, целыми конвейерными линиями и т.п.

Эффективность производства и его рост в техническом плане во многом зависят от научно-технического прогресса, от эволюции оборудования, машин, станков и аппаратов и от всевозможного внедрения методов технико-экономического анализа.

Рост эффективности машиностроительного производства на современном этапе определяется, как правило, повышением качества изделий, снижением трудоемкости, 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.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	БР-15.03.05-2020 ПЗ		
Разраб.	Ондар						
Пров.	Желтобрюхов						
Т.Контр.	Желтобрюхов						
Н. Контр.	Сагалакова						
Утв	Желтобрюхов						
Введение					Литера	Лист	Листов
					у		
					ХТИ – филиал СФУ Кафедра АТиМ Гр.26-1		

1. Технологическая часть

1.1. Анализ служебного назначения

Корпус редуктора вращения служит в механизме элементом, в котором устанавливаются рабочие органы, а их положение относительно друг друга и корпуса влияет на работоспособность, надежность и долговечность редуктора. Также корпус предназначен для защиты механизма от попадания в него грязи, пыли и других посторонних предметов, которые могут привести к поломке узла и сборки. Корпус изготавливают из чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412-85. Это серый чугун, содержащий в своей структуре графит пластинчатой формы. Его применяют при литье средней прочности с перлитной основной массой для изготовления ответственных отливок с толщиной стенок до 30 мм. Он обладает хорошими механическими и литейными свойствами:

$$\sigma_b = 196 \text{ МПа}; \quad \sigma_i = 397 \text{ МПа}; \quad \delta = 1\%; \quad HB = 190$$

и имеет следующий химический состав (%):

углерод	кремний	марганец	фосфор	сера
3,4-3,6	1,7-2,1	0,5-0,7	не более 0,3	не более 0,15-0,2

1.2. Анализ технологичности

С точки зрения обработки деталь имеет следующий недостаток:

- глухие резьбовые отверстия усложняют отвод стружки и тепла из зоны резания;

В остальном деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов резания, имеет хорошие базовые поверхности.

Проведем количественную оценку технологичности конструкции детали по следующим показателям:

1. Коэффициент использования материала.

$$\kappa_m = \frac{m_{дет}}{m_{заг}} > 0,75, \quad (1.1)$$

где $m_{дет}$ - масса готовой детали, $m_{заг}$ - масса заготовки.

					БР-15.03.05-2020 ПЗ
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
Разраб.	Ондар				
Пров.	Желтобрюхов				
Т.Контр.	Желтобрюхов				
Н. Контр.	Сагалакова				
Утв	Желтобрюхов				
Технологическая часть ⁴					Литера Лист Листов
					у
					ХТИ – филиал СФУ Кафедра АТиМ Гр.26-1

$$\kappa_m = \frac{42}{43.5} = 0.9 > 0.75$$

2. Коэффициент обрабатываемости.

$$\kappa_o = \frac{N_{on}}{N_{ob}} > 0.5, \quad (1.2)$$

где N_{on} - количество обрабатываемых поверхностей, N_{ob} - общее количество поверхностей.

$$\kappa_o = \frac{6}{11} = 0.54 > 0.5$$

Деталь технологична.

1.3. Экономическое обоснование выбора заготовки

Исходные данные:

материал детали – СЧ20;

масса детали - 42 кг;

тип производства – мелкосерийное;

годовая программа - 100 шт.

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения.

Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные. Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки.

Данная деталь является отливкой III класса точности, III группы сложности.

Самым оптимальным способом получения заготовки для данной детали из материала СЧ20 ГОСТ 1412-85 является литье в песчано-глинистые формы.

Для мелкосерийного производства из материала СЧ20 ГОСТ 1412-85 отливку можно получить литьем в земляные формы или в кокиль. Проведем сравнительный экономический анализ этих двух способов.

Стоимость заготовок, получаемых литьем, можно с достаточной точностью определить по формуле [3]:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_N \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{omx}}{1000} \quad (1.3)$$

где C_i , - базовая стоимость 1 тонны заготовок, руб;

κ_m , κ_c , κ_e , κ_M , κ_n – коэффициенты класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок соответственно;

Q - масса заготовки, кг;

q - масса готовой детали, кг;

S_{omx} - цена одной тонны отходов., руб.

Необходимые для расчетов данные сведем в таблицу.

Таблица 1.1 – Данные для сравнения двух способов литья

Вид литья	C_i	κ_m	κ_c	κ_e	κ_M	κ_n	Q	q	S_{omx}
Кокиль	42500	1,05	1	0,8	1,04	0,76	43.5	42	5000
Песч. формы	38500	1,05	1	0,8	1,04	0,76	43.5	42	5000

Подставим исходные данные в формулу и получим результат: $S_{заг1} = 1219$ руб, $S_{заг2} = 1104$ руб.

Как видим из расчетов, для нашего случая более приемлемо литье в обычные земляные формы. Формовочная смесь при этом состоит из кварцевого песка, глины и специальных добавок. Литейная форма изготавливается путем уплотнения формовочной смеси по модели при помощи формовочной машины. Отверстия Ø150⁺¹ и Ø72 отливаем с помощью стержней. Металл из печи выпускают в ковши, а затем разливают по формам до тех пор, пока металл не заполнит выпоры и прибыли. После полного затвердевания и достаточного охлаждения отливки выбивают из форм и из них выбивают стержни. Затем отливки необходимо освободить от литников, выпоров и прибылей и удалить с поверхности отливки пригоревшую формовочную смесь.

Литье в кокиль из-за высокой трудоемкости изготовления кокилей, их ограниченной стойкости, трудности изготовления сложной по конфигурации отливки большой массы в мелкосерийном производстве не используем.

Экономический эффект:

$$\mathcal{E} = \left(S_{заг\text{ кок}} - S_{заг\text{ н-г}} \right) \cdot N = 11500 \text{ руб.}$$

1.4. Маршрут обработки

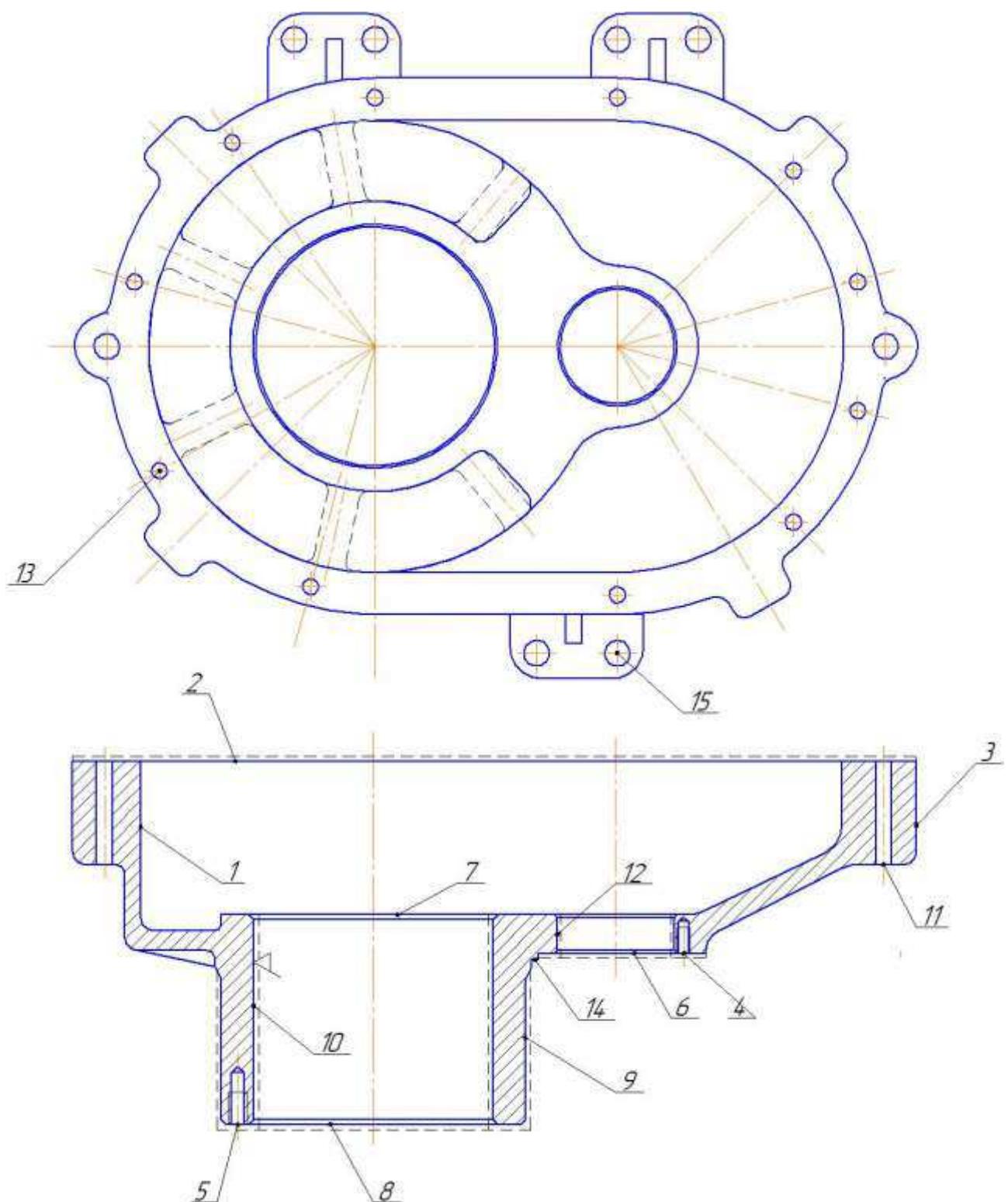


Рис.1.- Эскиз детали

05 Фрезерная

А. Установить и закрепить заготовку.

1. Фрезеровать торец 2 предварительно и окончательно

2. Фрезеровать торец 7 предварительно и окончательно

База – поверхность 9 и отверстие 12 Ø72

Станок – вертикальный консольно-фрезерный 6Р12, режущий инструмент – фреза торцевая ВК6 ГОСТ 5808-77, приспособление – специальное.

10 Сверлильная

А. Установить и закрепить заготовку.

1. Сверлить 2 отверстия 11 Ø16^{+0,008} на проход

2. Развернуть 2 отверстия 11 до Ø16^{+0,018}

3. Сверлить 6 отверстий 15 на проход

4. Сверлить 11 отверстий 13 Ø8,5 под резьбу М10 на глубину 28±2

5. Нарезать резьбу в 11 отверстиях 13 М10-7Н

Б. Снять заготовку.

База – поверхность 9 и отверстие 12 Ø72

Станок – радиально-сверлильный 2А55, режущий инструмент - сверло спиральное Ø16, Ø8,5 Р6М5, зенковка 2353-0133 ГОСТ 14953-80,, развертка с коническим хвостовиком ГОСТ 1672-80, приспособление – кондуктор.

20 Токарная

А. Установить и закрепить заготовку.

1. Подрезать торец 8 предварительно и окончательно, выдерживая размер Ø130

2. Точить наружную поверхность 9 предварительно и окончательно, выдерживая размеры Ø190-0,435

3. Растворить фаску

База – плоскость 2 и 2 отверстия 11

Станок – токарно-винторезный 16К20, режущий инструмент - резец подрезной ВК6 ГОСТ 18880-73, резец проходной ВК6 ГОСТ 18879-73 приспособление – планшайба специальная.

30 Растворная

А. Установить и закрепить заготовку.

1. Растворить отверстие 12 Ø72 предварительно и окончательно, выдерживая размеры Ø72^{+0,046}

2. Подрезать торец 6

3. Снять фаску со стороны торца 7

4. Растворить отверстие 10 Ø150^{+0,1} предварительно и окончательно, выдерживая размеры между осями 150

5. Снять фаску со стороны торца 7

Б. Снять заготовку.

База – плоскость 2 и 2 отверстия 11.

Станок – горизонтально-расточкой 2620А, оправка расточная, резец расточной ВК6 ГОСТ 9795-73, приспособление – специальное.

40 Сверлильная

А. Установить заготовку

1. Сверлить 6 отверстий 5 Ø8,5

2. Сверлить 4 отверстия 4 Ø8,5

3. Зенковать фаски в отверстиях 5, выдерживая размер 1x45

4. Зенковать фаски в отверстиях 4, выдерживая размер 1x45

5. Нарезать резьбу M10-7H в отверстиях 5

6. Нарезать резьбу M10-7H в отверстиях 4

Б. Снять деталь.

База – плоскость 2 и 2 отверстия 11

Станок – радиально-сверлильный 2А55, режущий инструмент - сверло спиральное Ø8,5 ГОСТ 22735-77, зенковка 2353-0133 ГОСТ 14953-80, метчик 2624-0138 ГОСТ 3266-81, приспособление – кондуктор.

1.5. Расчет припусков

Припуск - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали.

Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков.

Расчет припусков на отверстие Ø 150H9 (^{+0,1})

Запишем составленный технологический маршрут обработки этой поверхности в расчетную таблицу (остальные данные заполняем по ходу расчета)

Таблица 1.2 – Припуски на обработку

Технологические переходы обработки поверхности Ø 150H9 (^{+0,1})	Элементы припуска, мкм.				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм.	Расчетный размер D_p , мм.	Допуск T, мм.	Предельный размер, мм.		Предельный припуск, мм.	
	Rz	h	Δ	ε				D_{min}	D_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
0. Заготовка	400	138,95			148,25	5	1000	148,158	148,255		

1. растачивание черновое	100							
2. растачивание чистовое	50	50	0,33	8,38	131	662,54	1182	
Итого:						150,1	149,437	
						140	400	
						150	149,34	
						150,1	149,437	
						1,84	0,66	1,182
						3,78	1,2	2,58

Суммарное пространственное отклонение для заготовки данного типа определяется по формуле :

$$\Delta = \sqrt{\Delta_k^2 + C_0^2} = 138.95 \text{ мкм}, \quad (1.4)$$

Где погрешность коробления:

$$\Delta_k = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2} = \sqrt{(0.7 \cdot 150)^2 + (0.7 \cdot 130)^2} = 138.95; \quad (1.5)$$

Отклонение реального расположения оси от номинального:

$$C_0 = 0.1$$

Для чернового и чистового растачивания учитываем коэффициент уточнения 0,06 и 0,04 соответственно.

Погрешность установки:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.6)$$

где $\varepsilon_0 = 0$ – погрешность базирования (табл. 1.4 [2]);

$\varepsilon_3 = 760$ – погрешность закрепления (табл. 1.5 [2]);

Расчетный припуск:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\sum i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]; \quad (1.7)$$

$$2Z_{\min 1} = 2 \left[400 + \sqrt{138.95^2 + 131^2} \right] = 1182 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot \left[(100+100) + \sqrt{8.38^2 + 131^2} \right] = 662.54 \text{мкм};$$

Для получения расчетного размера необходимо рассчитать нормативные припуски прибавлением допуска на припуск к расчетному.

Расчет припусков на наружную цилиндрическую поверхность

$\emptyset 190H9(-0.115)$

Запишем составленный технологический маршрут обработки этой поверхности в расчетную таблицу (остальные данные заполняем по ходу расчета).

Таблица 1.3 – Припуски на обработку

Технологические переходы обработки поверхности $\emptyset 190H9 (-0.115)$	Элементы припуска, мкм.				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ мкм.	Расчетный размер D_p , мм.	Допуск T , мм.	Предельный размер, мм.		Предельный припуск, мм.	
	Rz	h	Δ	ε				D_{min}	D_{max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
0. Заготовка		400									
1. Точение черновое	50	100	50	100	0,35	8,83	147,17	131	131	149,437	148,255
2. Точение чистовое								428,9	1095	189,885	190,313
Итого:								115	460	190	149,437
										1,51	0,42
											3,695
											2,7

Суммарное пространственное отклонение для заготовки данного типа определяется по формуле :

$$\Delta = \sqrt{\Delta_k^2 + C_0^2} = 147,17 \text{мкм},$$

Где погрешность коробления:

$$\Delta_{\kappa} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_{\kappa} \cdot l)^2} = \sqrt{(0.7 \cdot 150)^2 + (0.7 \cdot 130)^2} = 147,17;$$

Отклонение реального расположения оси от номинального:

$$C_0 = 0.1.$$

Для чернового и чистового растачивания учитываем коэффициент уточнения 0,06 и 0,04 соответственно.

Погрешность установки:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}$$

где $E_0 = 0$ – погрешность базирования (табл. 1.4 [2]);

$E_3 = 760$ – погрешность закрепления (табл. 1.5 [2]);

Расчетный припуск:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\sum i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right];$$

$$2Z_{\min 1} = 2 \left[400 + \sqrt{147,17^2 + 131^2} \right] = 1194 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min 2} = 2 \left[(100 + 100) + \sqrt{8.83^2 + 131^2} \right] = 662.2 \text{ мкм};$$

Для получения расчетного размера необходимо рассчитать нормативные припуски прибавлением допуска на припуск к расчетному.

Расчет припусков на торцевую поверхность 504

Таблица 1.4 – Припуски на обработку

Технологиче ские переходы обработки поверхности $330_{-0,68}$	Элементы припуска, мкм				Рас чет ны й при пус к	Расче тный разм ер L_p , мм.	Допу ск T , мм.	Предель ный размер, мм.		Предель ный припуск , мм.		
	Rz	h	Δ	ε				Z_{min} мк м.	L_{min}	L_{max}	Z_{min}	Z_{max}
0. Заготовка			400									
1. фрезерование черновое	25	50			0,81	20,25	337,5	—	937,5	226,16	226,16	226,16
2. фрезерование чистовое	25	25			200	200	—		320	225,21	225,21	225,21
Итого:									115	290	1150	225,73
									224,88	225,21	226,16	228,11
									225	225,73	228,11	—
									1,26	0,32	0,94	—
									3,105	0,725	2,38	—

При черновом фрезеровании $E_\delta = 200$ мкм, при чистовом $E_y = 200$, т.к. обработка идет от одной и той же базы.

На оставшиеся обрабатываемые поверхности припуски выбираем по таблицам [2].

Таблица 1.5 – Припуски на обработку по ГОСТу

Размер	Припуск		Межпереходный размер
	Принятый	Расчетный	
504	0,95	0,94	500 ± 2
	0,5	0,32	
$\varnothing 150H9 (^{+0,1})$	1,2	1,18	$\varnothing 149,5^{+0,22}$
	0,4	0,66	$\varnothing 149,8^{+0,087}$

$\emptyset 72^{(+0,046)}$	1.2		$\emptyset 71,5^{+0,19}$
	0.4		$\emptyset 71,8^{+0,074}$
$\emptyset 190H9^{(+0,1)}$	1.1	1.09	$\emptyset 189,5^{+0,12}$
	0,4	0.42	$\emptyset 189,8^{+0,084}$
$\emptyset 190^{(+0,17)}$	1,36		$\emptyset 189,5^{+0,29}$
	0,37		$\emptyset 189,8^{+0,10}$
$\emptyset 190$	0.95		$\emptyset 189,5^{+0,12}$
	0,5		$\emptyset 189,8^{+0,084}$
$110 \pm 0,435$	0,95		$110 \pm 0,5$

1.6. Расчет режимов резания

1. Черновое растачивание отв. $\emptyset 150H9^{(+0,1)}$

Инструмент – резец расточной с пластинами из твердого сплава ВК6 ГОСТ 9795-73, $\phi = 90^\circ$.

Скорость резания при растачивании:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_V \quad (1.8) [2]$$

$C_V = 292$ - постоянная величина, зависящая от ряда факторов: характера обработки, вида обработки и т.д.

$x = 0,15$; $m = 0,2$; $y = 0,2$ - показатели степени.

$T = 60$ мин – стойкость инструмента;

$t = 2.58$ мм – глубина резания;

k_V – общий поправочный коэффициент.

$$k_V = k_{mV} \cdot k_{nV} \cdot k_{uV}, \quad (1.9)$$

где:

$k_{mV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^n = \left(\frac{190}{170} \right)^{1.25} = 1.15$ [2] – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$k_{nV} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [2];

$k_{uV} = 1$ – коэффициент, учитывающий инструментальный материал [2].

$$k_V = 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,92$$

Тогда $V = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 2.58^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,92 = 150.17 \text{ м/мин}$

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 150.17}{3,14 \cdot 150} = 318.66 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка принимаем $n_{np} = 250 \text{ об/мин}$

Уточняем скорость резания $V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 250}{1000} = 117.8 \text{ м/мин}$

Сила резания определяется по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot k_P \quad (1.10) [2]$$

где $C_P = 92$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0$;

$$k_P = k_{mp} \cdot k_{up} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{Np} \cdot k_{rp} = 0,94 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,78 \quad [2]$$

$$P_Z = 10 \cdot 92 \cdot 2.58^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 117.8^0 \cdot 0,78 = 446,24 \text{ H}$$

Мощность резания:

$$N_l = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{446,24 \cdot 117.8}{1020 \cdot 60} = 0,86 \text{ кВт}$$

2. Чистовое растачивание отв. $\varnothing 150H9 (^{+0,1})$

$t = 1.2 \text{ мм}$ – глубина резания

$S = 0.246$ – подача [2].

Скорость резания при растачивании:

$$V = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1.2^{0,15} \cdot 0,246^{0,2}} \cdot 0,92 = 152.57 \text{ м/мин}$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 152.57}{3,14 \cdot 150} = 323,77 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка принимаем $n_{np} = 350 \text{ об/мин}$

Уточняем скорость резания $V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 350}{1000} = 164,93 \text{ м/мин}$

Сила резания:

$$P_Z = 10 \cdot 92 \cdot 1.2^1 \cdot 0,246^{0,75} \cdot 164.93^0 \cdot 0,78 = 207.55 \text{ H}$$

Мощность резания:

$$N_l = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{133 \cdot 175,84}{1020 \cdot 60} = 0,56 \text{ кВт}$$

3. Черновое фрезерование торца $L = 504$

Инструмент - фреза торцевая с механическим креплением пластинок из твердого сплава ВК6 ГОСТ 9473-80.

Скорость резания определим по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^U \cdot Z^p} \cdot k_V \quad (1.11)$$

$C_V = 445$ - постоянная величина, зависящая от ряда факторов: характера обработки, вида обработки и т.д.

$q = 0,2$; $m = 0,32$; $x = 0,15$; $U = 0,2$; $y = 0,35$; $p = 0$ - показатели степени.

$T = 180 \text{ мин}$ - стойкость инструмента;

$t = 2.38 \text{ мм}$ - глубина резания;

$B = 39$ - ширина фрезерования.

$$V = \frac{445 \cdot 160^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 3.38^{0,15} \cdot 0,14^{0,35} \cdot 39^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,92 = 180.07 \text{ м/мин}$$

Определим число оборотов:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = 358,24 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка подбираем $n = 350 \text{ об/мин}$

Уточняем скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = 180 \text{ об/мин}$$

Определяем силу резания:

Найдем окружную силу P_z :

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp} \quad (1.12) [2]$$

где z – число зубьев, n – частота вращения

$$C_P = 825 ; x=1 ; y=0,75 ; n=1,1 ; q=1,3 ; W=0,2 \quad [2]$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2.38^1 \cdot 0,14^{0,75} \cdot 39^{1,1} \cdot 10}{160^{1,3} \cdot 350^{0,2}} = 1103 \text{ H}$$

Мощность, определяется:

$$N_l = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} = \frac{560.99 \cdot 175,9}{60 \cdot 1020} = 3.3 \text{ кВт} \quad [2]$$

Для остальных переходов и операций режимы резания назначаем по стандарту [3]. Данные сводим в таблицу:

Таблица 1.6 – Режимы резания

Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Мощность, кВт
Фрезерование черновое 504 мм	0,14	180	3.3
Фрезерование чистовое 504 мм	0.12	139	2.34
Растачивание черновое \varnothing 150H9	0,15	117.8	0.86
Растачивание чистовое \varnothing 150H9	0,245	165	0.56
Растачивание черновое \varnothing 72H8	0,15	125,6	0,92
Растачивание чистовое \varnothing 72H8	0,246	175,84	0,38
Точение черновое \varnothing 190	0,698	59,14	2,57

Точение чистовое Ø 190	0,92	174,9	5,2
Фрезерование однократное 110 мм	0,71	144,14	3,3
Фрезерование пазов	0,14	175,84	3,27
Сверление отверстий Ø 16	0,46	18,48	0,92
Развертывание черновое Ø 16	0,22	122,9	3,3
Развертывание чистовое Ø 16	0,71	111,96	2,7
Сверление отв. Ø10	0,31	20,8	0,5
Нарезание резьбы М10-7Н		9	0,3

1.7. Нормирование технологического процесса

Штучно-калькуляционное время в серийном производстве определяется по формуле:

$$T_{um-k} = T_{um} + \frac{T_{n-3}}{n} \quad (1.13)$$

где T_{um} – штучное время.

$$T_{um} = T_O + T_B + T_{O\delta} + T_{Om} \quad (1.14)$$

где T_O – основное время, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$T_{O\delta}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

T_{Om} – время перерывов на отдых и иные надобности, мин.

$$T_B = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{uz} \quad (1.15)$$

где T_{yc} – время на установку и снятие детали, мин;

T_{zo} – время на закрепление и открепление детали, мин;

T_{yn} – время на приемы управления станком, мин;

T_{uz} – время на измерение детали, мин.

T_{n-3} – подготовительно-заключительное время на обработку партии деталей.

Проведем расчет технической нормы времени для двух операций.

Фрезерная операция 05:

Определим основное время на операцию

$$T_O = \frac{l + l_1 + l_2}{z \cdot S_z \cdot n} \cdot i \quad (1.16) [5]$$

где $l = 160 \text{ мм}$, длина обрабатываемой поверхности;

l_1 – длина врезания;

l_2 – величина перебега инструмента;

$i = 2$, число проходов инструмента;

$z = 10$, число зубьев фрезы;

$S_z = 0,14 \text{ мм/зуб}$ – подача на зуб;

$n = 350$ - число оборотов.

$$T_O = \frac{160 + 23}{10 \cdot 0,14 \cdot 350} \cdot 2 = 0,65 \text{ мм}$$

Определим вспомогательное время на операцию:

$$T_{yc} = 6 \text{ мин} ; T_{zo} = 1,1 \text{ мин} ; T_{yn} = 0,65 \text{ ; } T_{uz} = 2,2 \text{ мин} \quad [5]$$

$$T_B = 6 + 1,1 + 0,65 + 2,2 = 9,95 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_{on} = 4,3 + 9,95 = 14,25 \text{ мин}$$

Определим время на обслуживание рабочего места:

$$T_{ob} = 3\% \cdot T_{on} = 0,42 \text{ мин}$$

Определим время на отдых:

$$T_{om} = 4\% \cdot T_{on} = 0,57 \text{ мин}$$

Штучное время на операцию:

$$T_{uitm} = 4,3 + 9,95 + 0,42 + 0,57 = 15,24 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время при $T_{n-3} = 14 \text{ мин}$ и партии равной 100 деталей:

$$T_{uitm-\kappa} = T_{uitm} + \frac{T_{n-3}}{n} = 15,24 + \frac{14}{100} = 15,38 \text{ мин}$$

Токарная операция 020:

Подрезка торца.

Определим основное время на операцию

$$T_O = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n} \cdot i \quad (1.17) [5]$$

где $l = 190 \text{ мм}$, длина обрабатываемой поверхности;

$l_1 = 5 \text{ мм}$, длина врезания;

$l_2 = 1 \text{ мм}$, величина перебега инструмента;

$i = 1$ – число проходов инструмента;

$S = 0,63 \text{ мм/об}$ – подача;

$n = 350$ - число оборотов.

$$T_O = \frac{190 + 5 + 1}{0,63 \cdot 350} \cdot 1 = 0,88 \text{ мм}$$

Определим вспомогательное время на операцию:

$$T_{yc} = 3 \text{ мин} ; T_{zo} = 1,1 \text{ мин} ; T_{yp} = 0,12 \text{ мин} ; T_{uz} = 2,2 \text{ мин} \quad [5]$$

$$T_B = 3 + 1,1 + 0,12 + 2,2 = 6,42 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_{on} = 0,88 + 6,42 = 7,3 \text{ мин}$$

Определим время на обслуживание рабочего места:

$$T_{ob} = 3\% \cdot T_{on} = 0,22 \text{ мин}$$

Определим время на отдых:

$$T_{om} = 4\% \cdot T_{on} = 2.9 \text{ мин}$$

Штучное время на операцию:

$$T_{uitm} = 0.88 + 6.42 + 0.22 + 0.29 = 7.81 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время при $T_{n-3} = 14$ мин и партии равной 100 деталей:

$$T_{uitm-k} = T_{uitm} + \frac{T_{n-3}}{n} = 7.81 + \frac{14}{100} = 7.95 \text{ мин}$$

Аналогично рассчитаем время на остальные операции и занесем результаты расчета в таблицу 1.7

Таблица 1.7 – Нормы времени для обработки на универсальных станках

Операция	t_o	t_B	$T_{оп}$	$t_{тех}$	$t_{опр}$	$t_{отд}$	$T_{шт}$	$T_{ш-к}$
5 Фрезерная								
1 Фрезерование черновое	0,88	9,95	14,25	0,17	0,22	0,43	15,2	15,38
2 Фрезерование черновое	0,78					4		
10 Сверлильная								
1 Сверление 2 отв. Ø16	0,26							
2 Развертывание Ø16	0,02							
3 Сверление 6 отв. Ø16	0,78							
4 Сверление 11 отв. Ø8,5	1,43	7,28	7,48	0,25	0,22	0,22	8,01	7,86
5 Зенкование Ø8,5	0,02							
6 Нарезание резьбы M10-7H	2,05							
20 Токарная								
1 Растворение черновое	0,89							
2 Растворение чистовое	3,1							
3 Растворение тонкое	0,92	5,41	6,42	0,26	0,22	0,29	7,81	7,95
4 Растворение черновое	0,51							
5 Растворение чистовое	0,51							
6 Растворение тонкое	0,51							
30 Растворная								
7 Растворение черновое	0,93							
8 Растворение чистовое	1,09							
9 Растворение тонкое	1,22	6,42	6,65	0,32	0,38	0,19	10,2	10,45
10 Растворение черновое	0,71						7	7
11 Растворение чистовое	0,87							
12 Растворение тонкое	0,98							
40 Сверлильная								
1 Сверление 6 отв. Ø8,5	0,62							
2 Сверление 4 отв. Ø8,5	0,39							
3 Зенкование Ø8,5	0,63							
4 Зенкование Ø8,5	0,27	7,41	5,01	0,25	0,36	0,22	9,86	9,89
5 Нарезание резьбы M10-7H	0,48							
6 Нарезание резьбы ØM10-7H	0,32							

1.8. Разработка технологического процесса для ЧПУ

С каждым годом универсальные металлорежущие станки всё больше уступают место автоматизированным, более современным своим прототипам.

Научно-технический прогресс за последние десятилетия шагнул очень далеко. И в первую очередь это, конечно же, коснулось отрасли станкостроения и производства. Теперь же автоматизированное производство никого не удивляет.

И так, что же подразумевается под «автоматизированным производством»? Числовое программное управление (ЧПУ). На основе универсальных металлорежущих станков создаются модернизированные, управление которыми происходит посредством программы. Программное управление – это система управления, обеспечивающая автоматическую работу механизмов станка по заранее написанной программе, которую можно с легкостью переналаживать.

Преимущества ЧПУ:

- повышение производительности в 1,5...2,5 раза по сравнению с аналогичными станками с ручным управлением;
- сочетание гибкости универсального оборудования с точностью и производительностью автоматизированного;
- снижение потребности в квалифицированных рабочих станичниках, а подготовка производства переносится в сферу инженерного труда;
- детали, изготовленные по одной программе, являются взаимозаменяемыми, что сокращает время пригоночных работ;
- сокращаются сроки подготовки и перехода на изготовление новых деталей благодаря предварительной подготовке программ, более простой и универсальной технологической оснастке.

Для обработки корпуса редуктора вращения выбираем горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр Kafo HMC-500 тайваньского производства.

1.9. Описание обрабатывающего центра

Горизонтальные обрабатывающие центры предназначены для фрезерования, сверления и выполнения расточных работ заготовок любых форм и из любых материалов - от чугуна до сплавов цветных металлов, пластмасс и жаропрочных сплавов.

KAFO (Kao Fong Machinery Co., Ltd) – производитель фрезерного оборудования с 1968 года.

Компания является одним из наиболее эффективных промышленных предприятий Тайваня, применяющих прогрессивные достижения в области организации труда и контроля качества выпускаемой продукции, что позволяет достичь высокой надежности производимых станков.

Горизонтальные обрабатывающие центры серии НМС разработаны и изготавливаются с учетом передового уровня Японских и международных технологий. Сочетают в себе высокую точность, жесткость и скорость.

Область применения: горизонтальные ОЦ этой серии широко используются в производстве пресс-форм, военной, авиастроительной, автомобильной, машиностроительной и др. отраслях для обработки различных корпусных деталей. ОЦ способны за один установок обрабатывать деталь с четырех сторон.

Основные операции:

- Фрезерование;
- Растигивание;
- Сверление;
- Рассверливание;
- Зенкование;
- Нарезание резьб.

Характеристики станка.

Станки данного типа используются для обработки различных деталей, в том числе пресс-форм, штампов, корпусов и запорных элементов шаровых кранов, затворов и задвижек, др. деталей.

Таблица 1.8 – Технические характеристики оборудования с ЧПУ

Стол (паллета):	
Размер стола, мм	500 × 500
Макс. нагрузка на стол, кг	800
Количество паллет, шт.	2
Максимальные размеры заготовки (диаметр / высота), мм	Ø700 / H800
Время смены паллет, с	11
Перемещение:	
Ось X, мм	720
Ось Y, мм	650
Ось Z, мм	650
тип направляющих	роликовые (качения)
Шпиндель:	
Конус шпинделя	№ 40
Максимальная частота вращения, об/мин.	10000
Количество ступеней скоростей	2
Расстояние от центра шпинделя до рабочей	100 – 750

поверхности стола, мм	
Расстояние от торца шпинделья до центра стола, мм	150 – 800
Подачи:	
рабочая подача, не более, мм/мин	10000
быстрые перемещения по осям X/Y/Z, м/мин	48/48/48
Устройство автоматической смены инструмента:	
кол-во ячеек для инструмента, шт.	40
вес инструмента, кг, не более	20
макс. диаметр инструмента, мм	Ø95
макс. длина инструмента, мм	350
время смены инструмента (от инструмента до инструмента), с	2
время смены инструмента (от стружки до стружки), с	6
Двигатель:	
Привод шпинделья, непрерывный/30 мин, кВт	15/18,5
Привод подачи (X,Y,Z,B), кВт	7/6/4/4
Общие данные:	
Потребление электроэнергии, кВА	40
Масса, кг	13000
Габаритные размеры (ширина x длина x высота), мм	4035x6385x3105

1.10. Разработка маршрута механической обработки

Составим маршрут обработки корпуса с применением станков с ЧПУ. (рис.1 – эскиз детали)

10 Горизонтально-фрезерная с ЧПУ

А Паллета 1. Установить заготовку по поверхности 9 и отверстию 12.

- 1 Фрезеровать торец 2 по контуру окончательно.
 - 2 Фрезеровать торец 7 окончательно.
 - 3 Сверлить 2 отверстия 11 Ø16^{+0,08} на проход.
 - 4 Развернуть 2 отверстия 11 до Ø16^{+0,018} окончательно.
 - 5 Сверлить 6 отверстий 15 Ø16 на проход окончательно.
 - 6 Сверлить 11 отверстий 13 Ø8,5 под резьбу на глубину 28±2 окончательно.
 - 7 Зенковать отверстие 13 под резьбу окончательно.
 - 8 Нарезать в отверстии 13 резьбу M10-7H окончательно.
- Б Смена паллеты. Установить заготовку по плоскости 2 и двум отверстиям 11.

- 1 Фрезеровать торец 8 окончательно, выдерживая размер Ø130.

- 2 Подрезать торец 6.
 - 3 Точить наружную поверхность 9 окончательно, выдерживая размер $\text{Ø}190_{-0,435}$
 - 4 Расточить фаску.
 - 5 Снять фаску со стороны торца 7
 - 6 Сверлить 6 отверстий 5 Ø8,5 под резьбу предварительно.
 - 7 Сверлить 4 отверстия 4 Ø8,5 окончательно.
 - 8 Зенковать фаски в отверстиях 5.
 - 9 Зенковать фаски в отверстиях 4.
 - 10 Нарезать резьбу M10-7H в отверстиях 5
 - 11 Нарезать резьбу M10-7H в отверстиях 4
- Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ НМС-500; приспособление универсальное сборное механизированное; оправки расточные.

Инструмент – фреза торцевая CoroMill[®] 365 Ø200 (Sandvik Coromant), сверло спиральное Tungaloy Ø8,5, 16, развертка Karnasch Ø16, зенковка коническая Karnasch Ø8,5, метчик Yamawa M10, резец расточной Tungaloy Ø72, 150, резец подрезной Tungaloy Ø72, 190, резец проходной Tungaloy Ø190.

Припуски на механическую обработку принимаем аналогичными техпроцессу на универсальных станках (табл. 1.2-1.5).

1.11. Нормирование технологического процесса на станках с ЧПУ

Основное время по переходам будет аналогичным времени техпроцесса на универсальном оборудовании. Вспомогательное время будет отличаться, так как обработка будет без переустановок, автоматическая смена инструмента, числовое программное управление тоже сыграют значительную роль.

Результаты сведём в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 – Нормы времени для обработки на станках с ЧПУ

Операция	t_o	t_b	$T_{оп}$	$t_{тех}$	$t_{опр}$	$t_{отд}$	$T_{шт}$	$T_{ш·к}$
10 Фрезерная Паллета 1.		0,64 0,89						
1 Фрезерование черновое	0,76							
2 Сверление 2 отв. Ø16	0,02	0,38						
3 Развертывание Ø16	0,18							
4 Сверление 6 отв. Ø16	0,04							
5 Сверление 11 отв. Ø8,5	0,17							
6 Зенкование Ø8,5	0,02							
7 Нарезание резьбы M10-7H Смена паллеты	0,36	0,15						
1 Фрезерование черновое	0,22							
2 Растигивание черновое	0,31							
3 Растигивание чистовое	0,63							
4 Растигивание тонкое	0,08	0,45						
5 Растигивание черновое	0,14							
6 Растигивание чистовое	0,26							
7 Растигивание тонкое	1,4							
8 Сверление 6 отв. Ø8,5	0,48	0,17						
9 Сверление 4 отв. Ø8,5	0,18							
10 Зенкование Ø8,5	0,03							
11 Зенкование Ø8,5	0,02							
11 Нарезание резьбы M10-7H								
12 Нарезание резьбы ØM10-7H								

2. Конструкторская часть

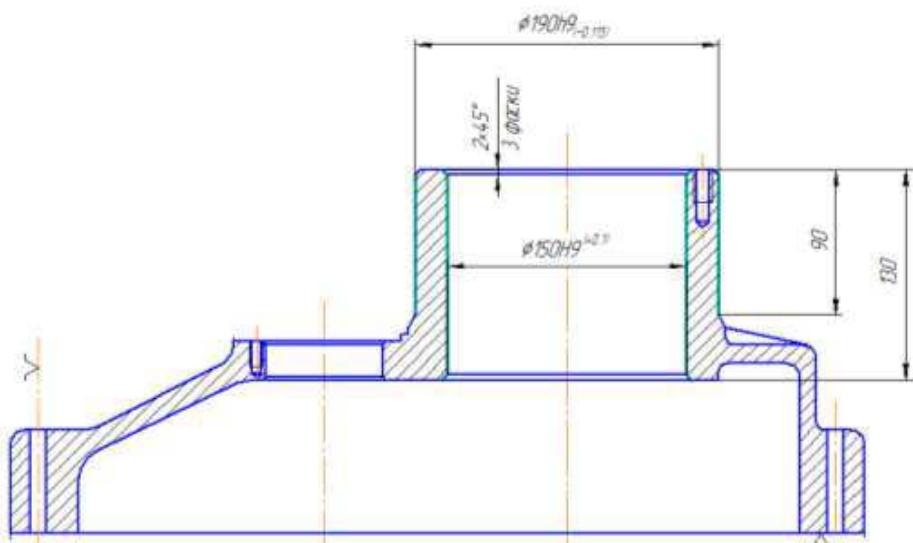
2.1. Проектирование зажимного приспособления

2.1.1. Техническое задание на проектирование зажимного приспособления.

Назначение зажимных механизмов станочных приспособлений состоит в надежном закреплении, предупреждающем вибрации и смещения заготовки относительно опор приспособления при обработке.

Необходимо спроектировать специальное зажимное приспособление для расточки посадочных отверстий Ø150 и Ø72 корпуса. Данное приспособление должно обеспечить надежное закрепление заготовок при обработке и свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям. Базирование производится по установочной плоскости. Поверхность, которая будет базовой предварительно обработана и имеет отверстия под пальцы. Инструмент резец расточной ВК6 ГОСТ 9795-73. $P_z = 1267,8$ Н. Обработка проводится на горизонтально-расточном станке 2620А.

Схема базирования:



2.1.2. Расчет сил зажима

При растачивании отверстий деталь базируется по плоскости основания и двум отверстиям. Применяемые три зажима, действующие нормально к поверхности заготовки, должны создать силу зажима, препятствующую перемещению обрабатываемой заготовки.

					БР-15.03.05-2020 ПЗ
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
Разраб.	Ондар				
Пров.	Желтобрюхов				
Т.Контр.	Желтобрюхов				
Н. Контр.	Сагалакова				
Утв	Желтобрюхов				

Конструкторская часть²⁸

ХТИ – филиал СФУ
Кафедра АТиМ
Гр.26-1

Силы R_1 , R_2 и R_3 зажима прихватов равны и, следовательно, силы трения T_1 , T_2 и T_3 тоже равны. Сила трения равна произведению силы зажима на коэффициент трения.

Определим силу зажима:

$$Q = \frac{k \cdot P_H}{2 \cdot f} \quad (2.1)$$

где $f = 0,5$ – коэффициент трения;

k – коэффициент запаса.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.2)$$

где $k_0 = 1,5$ - гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1$ - коэффициент, учитывающий состояние технологической базы;

$k_2 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий затупление инструмента;

$k_3 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий ударную нагрузку на инструмент;

$k_4 = 1$ - коэффициент, учитывающий стабильность силового привода;

$k_5 = 1,2$ - коэффициент, характеризующий зажимной механизм;

$k_6 = 1$ - коэффициент, учитывающий установочные элементы приспособления.

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,59$$

Определим силу зажима:

$$Q = \frac{2.59 \cdot 1267.8}{2 \cdot 0,5} = 3283.6 \text{ H}$$

2.1.3. Описание работы приспособления

Деталь устанавливается на установочные пальцы, находящиеся на раме и зажимается тремя пневмоцилиндрами с прихватами с передвижной прижимной планкой и регулируемой опорой. При втягивании штока в цилиндр прихват зажимает заготовку.

По окончании операции шток выдвигается и прихваты отодвигаются. Деталь снимается с установочных пальцев.

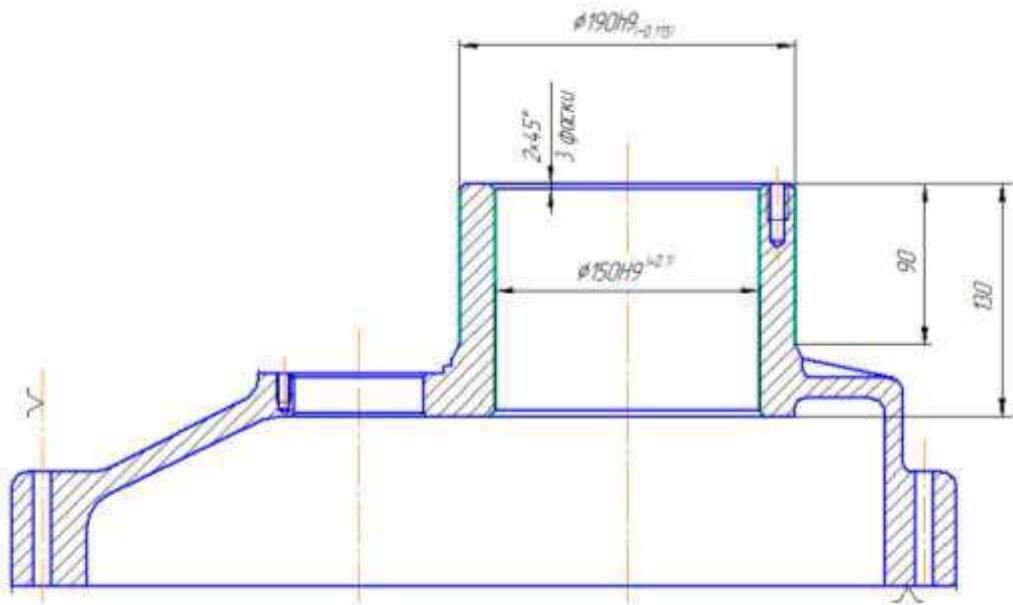
2.2. Проектирование контрольного приспособления

Контроль точности линейных размеров в основном производится стандартным мерительным инструментом - штангенциркулем и штангенрейсмасом (ГОСТ 166-89). Контроль резьбовых крепежных отверстий производят двумя калибр-пробками - проходной и непроходной. Контроль качества обработанной поверхности производят с помощью образцов шероховатости (ГОСТ 2789-73) путем их сравнения. Торцевое и радиальное бение контролируют при помощи специальных приспособлений с применением индикаторных головок.

2.2.1. Техническое задание на проектирование контрольного приспособления

Спроектировать контрольное приспособление для проверки соосности наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 190$ и внутренней цилиндрической поверхности $\varnothing 150$.

Схема базирования приспособления:



Контрольные приспособления повышают производительность работы контролёров, повышают качество и объективность контроля. Данное приспособление одномерное - за одну установку проверяется 1 параметр. Приспособление пассивное , т.е применяется после операций обработки.

2.2.2. Описание приспособления

В отверстие Ø150 устанавливается оправка, в которой установлены подпружиненные шарики. К этой оправке прикреплен корпус, в котором установлен индикатор. Измерительный наконечник индикатора соприкасается с поверхностью Ø190. В процессе проверки приспособление поворачивают на один оборот и по разнице показаний можно сделать вывод о годности контролируемого изделия. Наибольшая разница в показаниях не должна превышать 50мкм.

2.2.3. Расчет на точность

Погрешность измерения - отклонение полученного значения от его истинной величины.

Погрешность измерения, в зависимости от назначения детали, допускают в пределах 8-30% допуска на контролируемое отклонение.

Допуск соосности составляет 50 мкм, следовательно, погрешность измерения не должна превышать 10 мкм.

Погрешность измерения определяется по формуле:

$$\Delta_{узм} = \sqrt{\Delta_{ycm}^2 + \Delta_{узн}^2 + \Delta_m^2 + \Delta_{инд}^2} \quad (2.3)$$

где $\Delta_{уст}$ – погрешность установки детали на приспособление, зависит от точности установочной поверхности.

Погрешность установки равна нулю, так как приспособление центрируется шариками.

$\Delta_{изн}$ – погрешность, связанная с износом элементов приспособления (0,001мм);

Δ_t – погрешность, связанная с колебаниями температуры (0,002мм);

$\Delta_{инд}$ – погрешность индикатора (0,005 мм);

$$\Delta_{узм} = \sqrt{0,001^2 + 0,002^2 + 0,005^2} = 0,006 = 6\text{мкм} < 10\text{мкм}.$$

Из расчета видно, что данное приспособление обладает достаточной точностью и с его помощью можно производить контроль требуемого параметра.

3. Экономическая часть

3.1. Выбор необходимого оборудования участка

Проанализировав нормирование, примем следующее универсальное оборудование:

для операции 5 – один станок 6Р12 с $T_{шт-к} = 15,24$ мин;

для операции 10 и 40 – один станок 2А55 с $T_{шт-к} = 9,86$ мин;

для операции 20 – один станок 16К20 с $T_{шт-к} = 7,81$ мин;

для операции 30 – один станок 2620А с $T_{шт-к} = 10,27$ мин;

Время обработки программы деталей определим по формуле [7]:

$$T_N = \frac{T_{шт. max} \cdot N}{F_d \cdot 60} = \frac{15,24 \cdot 100}{1946 \cdot 60} = 0,013 \text{ года}, \quad (3.1)$$

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

N – годовая программа выпуска деталей, 100 шт,

F_d – годовой действительный фонд времени работы оборудования, 1946ч.

Для оборудования с ЧПУ примем 1 станок горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Kafo НМС-500 с $T_{шт-к} = 19,57$ мин.

Время обработки программы деталей определим по формуле:

$$T_N = \frac{T_{шт. max} \cdot N}{F_d \cdot 60} = \frac{19,55 \cdot 100}{1946 \cdot 60} = 0,017 \text{ года}.$$

3.2. Перечень технологического оборудования

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

					БР-15.03.05-2020 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Экономическая часть ³²	Литера	Лист	Листов
Разраб.	Ондар					у		
Пров.	Желтобрюхов							
Т.Контр.	Желтобрюхов							
Н. Контр.	Сагалакова							
Утв	Желтобрюхов							

Таблица 3.1 – Перечень универсального оборудования

Тип оборудования	Кол-во	Мощность, кВт	Единицы ремонтной сложности R_m	Занимаемая площадь, м ²	Стоимость единицы обор, руб	Суммарная стоимость, руб
Вертикальный консольно-фрезерный 6Р12	1	7,5	22	2,3x1,95	850000	850000
Радиально-сверлильный 2А55	2	4,5	21	2,7x1,0	1100000	2200000
Горизонтально-расточкой 2620А	1	7,5	21	5,5x3,2	3050000	3050000
Токарно-винторезный 16К20	1	11	26	2,8x1,2	1390000	1390000
Итого	5	30,5	90	28,15		7490000

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

Таблица 3.2 – Перечень оборудования с ЧПУ

Тип оборудования	Кол-во	Мощность, кВт	Единицы ремонтно-сложности R_m	Занимаемая площадь, м ²	Стоимость единицы обор., руб	Суммарная стоимость, руб
Горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ НМС-500	1	18,5	41	4,1x6,4	4760000	4760000
Итого	1	18,5	41	26,24		4760000

3.3. Определение занимаемой площади цеха и ее стоимости под оборудование

Площадь, занимаемую оборудованием, определим по формуле [7]:

$$S=f \cdot k_f, \quad (3.2)$$

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

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

Для обработки корпуса нам потребуется 5 универсальных станков с общей площадью 28,15 м².

$$S_{\text{унв}} = 28,15 \cdot 2,5 = 70,38 \text{ м}^2$$

Стоимость одного квадратного метра производственного здания составляет 5000 руб. Соответственно стоимость площади под универсальное оборудование составит $S_{\text{унв}} = 351900$ руб.

При обработке на станках с ЧПУ требуется 1 станок площадью 26,24 м².

$$S_{\text{ЧПУ}} = 26,24 \cdot 2,5 = 65,6 \text{ м}^2$$

Стоимость одного квадратного метра производственного здания составляет 5000 руб. Соответственно стоимость площади под оборудование с ЧПУ составит $S_{ЧПУ} = 328000$ руб.

3.4. Расчет себестоимости детали

Себестоимость детали включает в себя затраты на материал и последующую механическую обработку. Ранее нами была рассчитана стоимость заготовки. Для обоих вариантов технологического процесса она неизменна – 1104 руб.

Под стоимостью механической обработки понимают затраты по операциям, которые необходимо выполнять при том или ином варианте обработки до получения необходимого размера.

Стоимость механической обработки по всем рассматриваемым операциям определяется по формуле [9]:

$$C_{обр} = \sum C_{обр}^{di}, \quad (3.3)$$

где i — порядковый номер операции;

m — число рассматриваемых операций;

$C_{обр}^{di}$ — стоимость механической обработки детали при d -ом варианте обработки на i -ой операции, руб./ед.

Стоимость механической обработки детали при d -ом варианте обработки на i -ой операции состоит из затрат на заработную плату, амортизацию ОПФ, затрат на силовую электроэнергию и ремонт оборудования.

Заработкая плата основных производственных рабочих определяется по формуле [5]:

$$3=C^{ri} \cdot k_p \cdot k_c \cdot k_{пр} \cdot k_n \cdot k_d \cdot k_{соц} \cdot T_{шк}^{di}, \quad (3.4)$$

где C^{ri} — часовая тарифная ставка первого разряда, 52,2 руб./ч;

k_p — коэффициент разряда,

$k_c, k_{пр}, k_n, k_d, k_{соц}$ — коэффициенты, учитывающие соответственно, районную и северную надбавку к заработной плате (1,3), приработка рабочего (1), доплату по премиальной системе (1,4), дополнительную заработную плату (1,095), отчисления на социальные нужды (1,3);

$T_{шк}^{di}$ — штучное время на операции, ч/ед.

При использовании универсального оборудования все рабочие третьего разряда. Коэффициент разряда 1,21. Общее время обработки на

универсальном оборудовании 43,18 мин или 0,72 ч; на станках с ЧПУ – 19,55 мин или 0,326 ч.

$$Z_{\text{УНВ}} = 52,2 \cdot 1,21 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,095 \cdot 1,3 \cdot 0,72 = 117,82 \text{ руб./дет.}$$

При использовании станков с ЧПУ применяется многостаночное обслуживание и на участке в смене работает только один рабочий третьего разряда. Так как основное время работы станка в 4 раза больше вспомогательного времени, рабочий может обслуживать еще 3 станка, занятые обработкой других деталей коробки. Поэтому, фактическое время, затрачиваемое на картер, будет 0,0815 ч. Доплата за многостаночное обслуживание составляет 25%. Также необходимо учесть зарплату наладчиков, как 15% от зарплаты станочника.

$$Z_{\text{ЧПУ}} = 52,2 \cdot 1,21 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1,095 \cdot 1,3 \cdot 0,0815 \cdot 1,15 = 19,17 \text{ руб./дет.}$$

Основные производственные фонды (таблицы 3.3, 3.4) – это та часть капитала предприятия, которая переносит свою стоимость на стоимость готовой продукции в виде амортизационных отчислений за несколько процессов производства.

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 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 [5]:

$$A_{\text{dem}} = \frac{A_e \cdot T_N}{N}, \quad (3.5)$$

где A_e - годовые амортизационные отчисления, руб.,

T_N – время обработки программы, год,

N – годовая программа выпуска, 100 шт.

Таблица 3.3 – Основные производственные фонды при использовании универсального оборудования

ОПФ	Кол-во	Стоимость единицы ОПФ, руб.	Суммарная стоимость, руб.	Норма амортизации, %	Годовые амортизацион. отчисл., руб.	Амортизация, отчисл. на деталь, руб.
1 Здание	70,3 8м ²	75000	5278000	3	158340	20,58
2 Оборудование	5 шт.		7490000	12	898800	116,84
3 Транспорт			224700	8	17976	2,34
4 Инструмент			74900	15	11235	1,46
5 Инвентарь			63840	15	9576	1,24
Итого			13131440		1095927	142,46

Таблица 3.4 – Основные производственные фонды при использовании станков с ЧПУ

ОПФ	Кол-во	Стоимость единицы ОПФ, руб.	Суммарная стоимость, руб.	Норма амортизации, %	Годовые амортизацион. отчисл., руб.	Амортизация, отчисл. на деталь, руб.
1 Здание	65,6 м ²	75000	4920000	3	147600	25,1
2 Оборудование	1 шт.		4760000	12	571200	97,1
3 Транспорт			47600	8	3808	0,65
4 Инструмент			47600	15	7140	1,21
5 Инвентарь			48400	15	7260	1,23

Итого			9823600		737008	125,29
-------	--	--	---------	--	--------	--------

Затраты на силовую электроэнергию рассчитываются по формуле [5]:

$$\mathcal{E} = (N \cdot k_N \cdot k_v \cdot k_{od} \cdot k_w / \eta) \cdot T_{шт, max} \cdot \Pi_e, \quad (3.6)$$

где N – мощность оборудования, кВт;

k_N , k_v , k_{od} – средние коэффициенты загрузки электродвигателей по мощности, по времени, средний коэффициент одновременности работы всех двигателей (0,7);

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода (1,06);

η – КПД электродвигателей оборудования (0,7);

Π_e – тариф на электроэнергию (3,75 кВт·ч).

$$\mathcal{E}_{унв} = (30,5 \cdot 0,84 \cdot 0,62 \cdot 0,7 \cdot 1,06 / 0,7) \cdot 0,72 \cdot 3,75 = 45,46 \text{ руб./дет.}$$

$$\mathcal{E}_{ЧПУ} = (18,5 \cdot 0,52 \cdot 0,97 \cdot 0,7 \cdot 1,06 / 0,7) \cdot 0,326 \cdot 3,75 = 12,1 \text{ руб./дет.}$$

Затраты на ремонт оборудования определим по формуле [5]:

$$P = \frac{W_m \cdot R_m \cdot T_{шт}}{T_{р.ц}}, \quad (3.7)$$

где W_m - затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу ремонтной сложности данного оборудования – 12500 руб;

R_m – единицы ремонтной сложности;

$T_{р.ц}$ – длительность ремонтного цикла 6 лет или 24174 часа;

$T_{шт}$ – штучное время на определенном типе оборудования – на фрезерном – 0,256 ч, на сверлильном – 0,3 ч, на расточном – 0,1325 ч, на токарном – 0,1325, на фрезерном с ЧПУ – 0,3262 ч.

$$P_{унв} = \frac{12500 \cdot (22 \cdot 0,256 + 42 \cdot 0,3 + 26 \cdot 0,1325 + 21 \cdot 0,1743)}{24174} = 13,25 \text{ руб/дет}$$

$$P_{ЧПУ} = \frac{12500 \cdot 41 \cdot 0,326}{24174} = 6,91 \text{ руб/дет}$$

Себестоимость механической обработки определим по формуле [7]:

$$C_{унв} = 3 + A_{дет.} + \mathcal{E} + P, \quad (3.8)$$

где З - заработкая плата основных производственных рабочих, руб.,
 $A_{\text{дет}}$ - амортизация основных производственных фондов, приходящихся на одну деталь, руб.;
 \mathcal{E} - затраты на силовую электроэнергию, руб.,
 P - затраты на ремонт оборудования.
Себестоимость механической обработки на универсальном оборудовании:

$$C_{\text{унв}} = 117,82 + 142,46 + 45,46 + 13,25 = 318,99 \text{ руб./дет.}$$

Себестоимость механической обработки на станках с ЧПУ:

$$C_{\text{ЧПУ}} = 19,17 + 125,29 + 12,1 + 6,91 = 163,47 \text{ руб./дет.}$$

Суммарные затраты на заготовку и дальнейшую механическую обработку детали определим по формуле [7]:

$$C = S_{\text{заг}} + C, \quad (3.9)$$

где $S_{\text{заг}}$ - стоимость заготовки, руб.,
 C - Себестоимость механической обработки, руб.

$$C_{\text{унв}} = 1104 + 318,99 = 1323 \text{ руб./дет.}$$

$$C_{\text{ЧПУ}} = 1104 + 163,47 = 1167,64 \text{ руб./дет.}$$

Данный расчет показал, что обработка на станках с ЧПУ экономически выгодней и снизит себестоимость механической обработки на 11,7 %. К тому же точность обработки на станках с ЧПУ выше.

При этом, приведенная годовая экономия (экономический эффект на программу) составит:

$$\mathcal{E}_e = (C_{o2} - C_{o1}) \cdot N, \quad (3.10)$$

где C_{o1} - суммарные затраты на заготовку и дальнейшую механическую обработку детали на станке с ЧПУ, руб.,

C_{o2} - суммарные затраты на заготовку и дальнейшую механическую обработку детали на универсальных станках, руб.,

N – годовая производственная программа выпуска изделия, 100 шт.

$$\mathcal{E}_e = (C_{o2} - C_{o1}) \cdot N = (1323 - 1167,64) \cdot 100 = 15560 \text{ руб}$$

3.5. Технико-экономические показатели

1 Годовая программа выпуска задана и неизменна при обоих вариантах механической обработки – 100 шт.

2 Стоимость заготовки так же не зависит от варианта механической обработки и по пункту 1.6 составляет 1104 руб.

3 Основные производственные фонды берем по таблицам 3.3, 3.4.

4 Площади участка берем по таблицам 3.1, 3.2.

5 Количество рабочих мест есть количество принятого оборудования – таблицам 3.1, 3.2.

6 Численность основных рабочих в смене при работе на универсальном оборудовании равна количеству обслуживаемого оборудования. Режим работы односменный.

При работе на станках с ЧПУ структура штучного времени позволяет применять многостаночное обслуживание, то есть, рабочий во время автоматической работы одного станка, успеет обслужить другой. Таким образом, для обслуживания всего участка в смену достаточно одного рабочего.

7 Среднемесячную зарплату рабочего при обслуживании универсального оборудования рассчитаем по формуле [7]:

$$Z_{ср.унв} = \frac{Z_{унв} \cdot N}{n \cdot m \cdot 12 \cdot T_N} = \frac{117,82 \cdot 100}{5 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 0,013} = 18881 \text{ руб}, \quad (3.11)$$

где $Z_{унв}$ – заработка плата основных рабочих, приходящаяся на одну деталь, при работе на универсальном оборудовании, руб/дет;

N – годовая программа выпуска, шт;

n – число рабочих в смене, чел;

m – число смен;

12 – месяцев в году;

T_N – время обработки программы, год.

Среднемесячную зарплату рабочего при обслуживании станков с ЧПУ рассчитаем по формуле [7]:

$$Z_{ср.унв} = \frac{Z_{унв} \cdot N}{n \cdot m \cdot 12 \cdot T_N} = \frac{19,17 \cdot 100}{0,25 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 0,017} = 37588 \text{ руб}, \quad (3.12)$$

где Зчпу – заработка плата основных рабочих, приходящаяся на одну деталь, при работе на станках с ЧПУ без учета зарплаты наладчика, руб./дет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс изготовления и обработки корпуса редуктора вращения с годовой программой выпуска 100 шт.

Как результат проделанной работы можно перечислить следующие пункты:

- Рациональная организация последовательности технологических операций;
- Проведённые расчёты оптимальных режимов и норм времени на все операции;
- Подбор наиболее подходящего и высокопроизводительного оборудования и металлорежущего инструмента;
- Разработка приспособлений: зажимного (для расточной операции) и контрольного (для проверки соосности наружной цилиндрической поверхности Ø190 и внутренней цилиндрической поверхности Ø150), которые позволяют быстро справляться с поставленными задачами.

Перечисленные мероприятия, которые позволили разработать высокопроизводительные вариации технологических процессов механической обработки как для универсального металлорежущего оборудования, так и для современного оборудования с ЧПУ.

Проведенный технико-экономический анализ разработанных вариантов технологических процессов показал, что применение оборудования с ЧПУ обеспечивает снижение в 5 раз количества используемого оборудования и его стоимости, незначительное уменьшение занимаемых площадей, уменьшение фонда заработной платы за счет снижения количества рабочих. В целом, экономический расчет показал, что обработка на станках с ЧПУ экономически выгодней по сравнению с обработкой на универсальном оборудовании и снизит себестоимость механической обработки на 11,7 %, что подтверждается технико-экономическими показателями процесса. При этом экономический эффект составит 15560 рубля на годовую программу выпуска.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	БР-15.03.05-2020 ПЗ		
Разраб.	Ондар						
Пров.	Желтобрюхов						
Т.Контр.	Желтобрюхов						
Н. Контр.	Сагалакова						
Утв	Желтобрюхов						
Заключение ⁴²					Литера	Лист	Листов
					у		
					ХТИ – филиал СФУ Кафедра АТиМ Гр.26-1		

Conclusion

This graduate qualification work presents the manufacturing technology of rotary gear housing with the annual production program of 100 pieces.

As a result of the work we can mark the following points:

- The rational organization of the sequence of technological processes;
 - The calculations of the optimal modes and time standards for all operations;
 - Selection of suitable and efficient equipment and cutting tools;
 - Designing of clamping (for ...operation) and control devices. The last one is for checking the alignment of the outer cylindrical surface Ø190 and the inner Ø150).

These variants of technological processes of machining job were developed not only for the universal metal-cutting equipment but for the modern equipment with CNC too.

The technical and economic analysis of the developed variants of technological processes performed that the use of CNC equipment provides a 5-fold reduction in the number of used equipment and workplaces, a decrease in payroll by reducing the number of workers. All in all, the economic calculation has shown that machining on equipment with CNC is more cost-effective than machining on universal equipment and will reduce the cost of machining by 11.7 %, which is confirmed by the technical and economic indicators of the process. At the same time, the economic effect will be 15560 rubles for the annual output program.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	БР-15.03.05-2020 ПЗ
Разраб.	Ондар				
Пров.	Желтобрюхов				
Т.Контр.	Желтобрюхов				
Н. Контр.	Сагалакова				
Утв	Желтобрюхов				

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск.: Вышэйшая школа, 2007. – 255 с.
2. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, Ю. А. Абрамов и др. – М., Машиностроение, 2005. – 988 с.
3. Локтев, А.Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: справочник. В 2 т. / Сост. А. Д. Локтев и др. – М.: Машиностроение, 2011. – 98 с.
4. Амиров Ю. Д. Технологичность конструкции изделия: справочник / Ю.Д. Амиров, Т.К. Алферова, П.Н. Волков и др. / Ю.Д. - М.: Машиностроение, 2006. - 768 с.
5. Методические указания: практические работы по технологии машиностроения /Сост. С.П. Зайнулина, Г.М Зайнулин КГТУ – Абакан, 2006.
6. Допуски и посадки: справочник: В 2 т. / В. Д. Мягков. – Л.: Машиностроение, 2003. – 1026 с.
7. Гамрат-Курек, Л. И. Экономическое обоснование дипломных проектов: учебное пособие для ВУЗов / Л. И. Гамрат-Курек. – М.: Высшая школа, 2005. – 156 с.
8. Ануриев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. / В. И. Ануриев. – М.: Машиностроение, 2003. – 1846 с.
9. Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А. К. Горошкин. – М.: Машиностроение 2001. – 303 с.
- 10.Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – Л.: Машиностроение, 2004. – 656 с.
- 11.Болотин, Х. Л. Станочные приспособления / Х. Л. Болотин, Ф. П. Костромин. – М.: Машиностроение, 2013. – 315 с.
- 12.Корсаков В.С. Приспособления для металлорежущих станков: справочник/ Горошкин А.К. – М.: Машиностроение, 2003. – 277 с.
- 13.Балабанов, А.Н. Краткий справочник технолога машиностроителя / А. Н. Балабанов. – М.: Издательство стандартов, 2012. – 518 с.
14. Великанов, К. М. Экономика и организация производства в дипломных проектах / К. М. Великанов. – Л.: Машиностроение, 1983. – 256 с.
- 15.Нормирование труда и сметы: учебник для техникумов. / Сост. К. Г. Романова и др. – М.: Стройиздат, 2008. – 165 с.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	БР-15.03.05-2020 ПЗ		
Разраб.	Ондар				Литера	Лист	Листов
Пров.	Желтобрюхов				у		
Т.Контр.	Желтобрюхов						
Н.Контр.	Сагалакова						
Утв	Желтобрюхов						
Список использованных источников					ХТИ – филиал СФУ Кафедра АТиМ Гр.26-1		

- 16.Общетехнический справочник / Сост. Е. А. Скороходов, В. П. Законников, А. Б. Пакнис и др. – М.: Машиностроение, 2010. – 511 с.
- 17.Силантьева, Н. А. Техническое нормирование труда в машиностроении / Н. А Силантьева, В. Р. Малиновский. – М., Машиностроение, 2010. – 186 с.
18. Каталог станков [Электронный ресурс] : Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ Kafo HMC-500. - Режим доступа: <http://stanprof.ru>
19. Каталог станков [Электронный ресурс] : Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ Kafo HMC-500. – Режим доступа: <http://kafo.su>

Стандарты

ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

ГОСТ 1412-85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки – внедрен, Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 сентября 1985 г. № 3009, дата введения установлена 01.01.87-Переиздание. 2004 г.

ГОСТ 26358-84 Отливки из чугуна. Общие технические условия. - Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 14 декабря 1984 г. № 4431 срок введения установлен с 01.01.86.-Взамен общетехнических требований к отливкам ГОСТ 1215-79, ГОСТ 1412-79, ГОСТ 1585-79, ГОСТ 7293-79, ГОСТ 7769-82.Настоящий стандарт распространяется на отливки, полученные любым способом из нелегированного и легированного чугуна с пластинчатым, вермикулярным или шаровидным графитом, а также из ковкого чугуна.

ГОСТ-25347-2013 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов.

ГОСТ 9378-93.Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия. Взамен ГОСТ 9378-75. Разработан Российской Федерацией, внесен Техническим секретариатом Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации; принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 4-93 от 21 октября 1993 г.) и введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 7 февраля 1996 г. № 54.

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия. Взамен ГОСТ 166-80- утвержден и введен в действие Постановлением Государственного

комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 01.-1.1991 № 3253

ГОСТ 3.1118-82 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления маршрутных карт - внедрен, Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 декабря 1982 г. N 5311 дата введения установлена 01.01.84-Переиздание. Февраль 2012 г.

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. Взамен ГОСТ 2789-59- утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 23.04.73 N 995. Дата введения 01.01.75

ПРИЛОЖЕНИЯ

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	БР-15.03.05-2020 ПЗ		
Разраб.	Ондар						
Пров.	Желтобрюхов						
Т.Контр.	Желтобрюхов						
Н. Контр.	Сагалакова						
Утв	Желтобрюхов						

Приложение⁴⁷

Литера Лист Листов

у

ХТИ – филиал СФУ
Кафедра АТиМ
Гр.26-1

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. Е.М. Желтобрюхов
подпись инициалы, фамилия
« 01 » 01 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Проектирование технологического процесса механической обработки
корпуса редуктора вращения

тема

Руководитель *01.01.20* к.т.н., доц. каф. АТиМ Е.М. Желтобрюхов.
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник

Ондар
подпись, дата

А.О. Ондар
инициалы, фамилия

Абакан, 2020 г.

Продолжение титульного листа БР по теме: проектирование технологического процесса механической обработки корпуса редуктора вращения.

Консультанты по разделам:

Технологическая часть
наименование раздела

 01.07.20
подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов
инициалы, фамилия

Конструкторская часть
наименование раздела

 01.07.20
подпись, дата

Е.М. Желтобрюхов
инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть
наименование раздела

 01.07.20 Е.М. Желтобрюхов.
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

М.М. Сагалакова
инициалы, фамилия



REDMI NOTE 8 PRO
AI QUAD CAMERA

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
М Е.М.Желтобрюхов
подпись инициалы, фамилия
«17 » 04 2020 г.

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

Студенту Ондар Алсу Орлан кызы

фамилия, имя, отчество

Группа 26-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Тема выпускной квалификационной работы: Проектирование технологического процесса механической обработки корпуса редуктора вращения

Утверждена приказом по институту № 261 от 11.04.2019 г.

Руководитель ВКР Е.М. Желтобрюхов, 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 = 100 шт.

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

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

2. Базовый технологический процесс – 2 листа ф. А1; 3. Технологический процесс на станке с ЧПУ – 1 лист ф. А1; 4. Приспособление зажимное – 1 лист ф. А1; 5. Приспособление контрольное – 1 лист ф. А1; 6. Технико-экономические показатели – 1 лист ф. А1

Руководитель ВКР


подпись

Е.М. Желтобрюхов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению


подпись

А.О. Ондар

инициалы и фамилия студента

« 27 » 04 2020 г.