

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
1 Расчеты и аналитика	9
1.1 Аналитическая часть	10
1.2 Формулировка проектной задачи	33
1.3 Поиск оптимального варианта решения проектной задачи	34
1.4 Теоретическая часть	35
1.5 Технологическая часть	39
1.6 Конструкторская часть	80
1.7 Организационная часть	87
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	91
2.1 Расчет объема капитальных вложений	92
2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	95
2.3 Экономическое обоснование технологического проекта	100
3. Социальная ответственность	104
3.1 Характеристика объекта исследования	105
3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем участке	106
3.3 Обеспечение требуемого освещения на участке	109
3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на участке	111
3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	113
3.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	117
3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени	118
3.8 Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды	120
3.9 Заключение	122
Заключение	123
Список использованных источников	124
Приложение А (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА.300092.004СБ)	126
Приложение Б (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА.300092.005СБ)	129

					<i>ФЮРА.300092.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Сиханов</i>				<i>Технологический процесс изготовления детали КС-4372.308.10.001/002</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Беспалов</i>					6	2	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Ласцаков</i>				<i>ЮТИ ТПУ гр. В-10300₈</i>			
<i>Утверд.</i>								

Приложение В (Спецификация на сборочный чертеж оправка расточная ФЮРА.300092.006СБ)	132
Приложение Г (Спецификация на сборочный чертеж калибр соосности ФЮРА.300092.007СБ)	133
Приложение Д (Комплект документов на технологический процесс обработки детали ФЮРА.300092.001)	134

Диск CD-R

В конверте на обороте обложки

ФЮРА.300092.001 ПЗ. Пояснительная записка. Файл zapiska. в формате docx.

ФЮРА.300092.001 Корпус редуктора. Файл korpus. в формате cdw.

ФЮРА.300092.002 Карта наладок. Файл naladka1. в формате cdw.

ФЮРА.300092.003 Карта наладок. Файл naladka2. в формате cdw.

ФЮРА.300092.004СБ Приспособление сверлильно-фрезерное. Сборочный чертеж. Файл prisposoba1. в формате cdw.

ФЮРА.300092.005СБ Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное. Сборочный чертеж. Файл prisposoba2. в формате cdw.

ФЮРА.300092.006СБ Оправка расточная. Файл opravka. в формате cdw.

ФЮРА.300092.007СБ Калибр соосности. Файл kalibr. в формате cdw.

Графический материал:

На отдельных листах

ФЮРА.300092.001 Корпус редуктора

ФЮРА.300092.002 Карта наладок

ФЮРА.300092.003 Карта наладок

ФЮРА.300092.004СБ Приспособление сверлильно-фрезерное. Сборочный чертеж

ФЮРА.300092.005СБ Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное. Сборочный чертеж

ФЮРА.300092.006СБ Оправка расточная

ФЮРА.300092.007СБ Калибр соосности

					ФЮРА.300092.000 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 142 страницы, 28 рисунков, 31 таблицу, 22 источников, 5 приложений, 12 листов графического материала.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, МЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИПУСК, ЗАГОТОВКА.

Тема ВКР: Разработка технологического процесса изготовления корпуса редуктора КС-4372.308.10.001/002.

Аналитическая часть содержит описание существующего производства, служебное назначение изделия, определения типа производства, анализ конструкции изделия на технологичность, описание базового технологического процесса.

Технологическая часть включает выбор заготовки и метода ее получения, выбор баз, разработку маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

Конструкторская часть содержит описание конструкций, расчет приспособлений и инструментов.

Организационная часть включает расчет технико-экономических показателей.

Раздел «Социальная ответственность» посвящен вопросам безопасной работы на участке, пожарной безопасности и экологии.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость изготовления детали.

Текстовая часть дипломной работы выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, графический материал с помощью программы КОМПАС-3D V13. Работа представлена на CD-R диске (в конверте на обороте обложки).

ABSTRACT

Final qualifying work 142 with., 28 figures, 31 tables, 22 sources, 5 appendices, 12 a graphic material.

Key words: technological process, a detail, the preparation, the cutting tool, speed of cutting, the measuring tool, the process equipment, the cost price of manufacturing, base, basing, an allowance, preparation.

The purpose of work: designing of technological process of manufacturing of case KC-4372.308.10.001/002.

During performance of work the analysis of working technological process of reception of preparation and machining of a detail has been made.

In a technological part of work the method of reception of preparation is chosen, technological process of machining of a detail is developed, calculations of allowances and modes of cutting are executed.

In a design part two adaptations are designed, two special cutting tools are designed.

In section « Social responsibility » the necessary complex of actions under the safety precautions, a labour safety and protection of an environment is developed.

In section « Financial management, resource efficiency and resource» the cost price of manufacturing of the given detail is designed.

The text document of final qualifying work is executed in text editor Microsoft Word 2007, the graphic part of work is executed in system of solid-state modelling COMPASS - 3D V13

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение определяет состояние производственного потенциала Российской Федерации, обеспечивает устойчивое функционирование жизненно важных комплексов отраслей промышленности и секторов экономики, а также строительной индустрии и наполнения потребительского рынка. От уровня развития машиностроения напрямую зависят важнейшие удельные показатели валового внутреннего продукта страны, уровень экологической безопасности промышленного производства, производительность труда.

Развитый машиностроительный комплекс, высокий уровень его технологий, конкурентоспособность выпускаемых машин и механизмов являются неперенным условием динамического развития экономики.

Задача машиностроения заключается в создании совершенных конструкций машин и передовой технологии её изготовления. Основное направление в развитии технологического процесса - это создание принципиально новых технологических процессов и замена существующих процессов более точными и экономичными.

Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки производства и повышению качества продукции машиностроения. В значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологического процесса.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается проектирование технологического процесса механической обработки деталей «Корпус», с заводским номером КС-4372.308.10.001/002 выпускаемого на предприятии ООО «Юргинский машзавод».

Целью разработки ВКР является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

Проектируемый технологический процесс должен являться оптимальным вариантом решения проектной задачи. Предлагается применить технологический процесс, который даёт возможность использовать высокопроизводительное оборудование и инструмент, обеспечивающие стабильность качества, применить приспособления, спроектированные для данной детали. Проектирование технологического процесса позволит повысить коэффициент загрузки оборудования без его переналадки, повысить производительность и снизить себестоимость изделия.

1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. В-10300	_____	<u>М.А. Суханов</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Руководитель	_____	<u>П.Н. Беспалов</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Нормоконтроль, к.т.н., доцент. кафедры ТМС	_____	<u>А.А. Ласуков</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Анализ существующего производства

Предлагаемая деталь «Корпус» КС-4372.308.10.001/002 изготавливается на механическом участке в механообрабатывающем цехе №43 ООО «Юргинский машзавод». Данный участок предназначен для механической обработки деталей на металлорежущем оборудовании.

Механообрабатывающий цех №43 производит механическую обработку. В данном цехе обрабатываются различные детали (корпусные и типа тел вращения) для изделий грузоподъемной техники (кранов).

Режим работы данного цеха – односменный. Годовой фонд времени работы оборудования в 2015 при односменном режиме работы составляет 1957 часов. Обработка корпусов производится в одну смену (8-часовой рабочий день).

Корпус редуктора КС-4372.308.10.001/002 (см. чертеж детали) является сборочной единицей механизма поворотной части крана КС-4372. В комплект изделие входит в количестве 1 шт. Состоит из собственно крышки редуктора КС-4372.308.10.001 и корпуса редуктор КС-4372.308.10.002.

1.1.2 Служебное назначение изделия

Корпус редуктора в сборе механизма вращения поворотной части КС-4372.308.10.001.2 (см. чертеж детали) входит в состав крана КС-4372 и является сборочной единицей, состоящей из крышки корпуса КС-4372.308.10.001 и корпуса редуктора КС-4372.308.10.002

Корпус редуктора в сборе КС-4372.308.10.001/002 относится к классу корпусных деталей. Основными поверхностями являются: отверстия диаметр 100Н7, диаметр 110Н7 и диаметр 170Н7 предназначенные для установки подшипников. Также на торцевых поверхностях имеются резьбовые отверстия М10-7Н и М12-7Н, предназначенные для крепления крышек подшипника. Вес сборки КС-4372.308.10.001/002 – 157 кг.

Корпус, изготавливается из материала сталь 25Л ГОСТ 977-88. Химический состав данной стали приведен в таблице 1.1, а ее физико-механические свойства в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали

Марка стали	Углерод С, %	Кремний Si, %	Марганец Mn, %	Сера, S	Фосфор, P
				не более, %	
Сталь 25Л	0,22÷0,3	0,2÷0,52	0,35÷0,90	не более 0,045	не более 0,04

Основные свойства стали 25Л представлены в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Свойства стали 25Л

Механические свойства	
1. Предел текучести, МПа	280
2. Временное сопротивление, МПа	395
3. Относительное удлинение, %	15
4. Относительное сужение, %	25
5. Твердость НВ	137-229
Технологические свойства	
1. Свариваемость	хорошая
2. Литейные свойства	удовлетворительные
3. Обрабатываемость резанием	$K_{v,6}=0,52, K_{v,T}=1,58$
Эксплуатационные свойства	
1. Предельная рабочая температура под нагрузкой, °С	480
2. Стойкость против абразивного износа	удовлетворительная
3. Циклическая вязкость	плохая
4. Коррозионная стойкость	плохая

1.1.3 Производственная программа выпуска

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Годовая производственная программа приведена в таблице 1.3, где на запасные части берется от 5 до 10 процентов. Принимаем 5 процентов.

Таблица 1.3 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Наименование детали	Марка материала	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части, %	Число деталей			Масса, т	
							на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
«Корпус редуктора» КС-4372.308.10.001/002	«Крышка редуктора» КС-4372.308.10.001	Сталь 25 Л ГОСТ 977-88.	«Корпус редуктора» КС-4372.308.10.002	Сталь 25 Л ГОСТ 977-88.	1	5-10	500	50	550	$157 \cdot 10^{-3}$	86,3

Тип производства для механической обработки деталей определяется по таблице 2.1 [1]. Полученные данные соответствуют мелкосерийному типу производства.

Для серийного типа производства деталей необходимо рассчитать размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.1)$$

где n – размер партии запуска, шт.;

F – число рабочих дней в году, $F=250$;

a – периодичность запуска в днях, $a=3, 6, 12, 24$.

$$n = \frac{550 \cdot 24}{250} = 52,8 \approx 53 \text{ шт.}$$

1.1.4 Анализ технологичности изделия

Технологичность – это совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность – важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских и технологических резервов для выполнения задач по выполнению технико-экономических показателей изготовления и качества изделий, и обуславливается:

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- технологичностью формы детали;
- рациональной постановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность детали оценивается с точки зрения возможности применения простых инструментов, методов обработки и измерений, удобства и надежности базирования детали для обработки.

1.1.4.1 Качественная оценка технологичности

Заготовки корпуса и крышки редуктора представляет собой отливки из стали 25Л, получаемые литьем в песчанно-глинистые формы.

На рабочем чертеже детали выполнено достаточно видов, разрезов и сечений для определения конструкции детали. Рабочий чертеж выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД. Конструкция корпуса допускает обработку плоскостей и отверстий на проход.

Обрабатываемые поверхности имеют свободный доступ инструмента.

Обработка внутренних поверхностей корпуса не требуется.

Имеется большое количество глухих резьбовых отверстий, которые на сквозные заменить нельзя.

Обрабатываемых поверхностей, расположенных под острыми и тупыми углами, нет. Отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскостям входа и выхода, нет.

Жесткость корпуса и материал деталей позволяют не ограничивать режимы резания. В конструкции детали имеются достаточные по размерам и расположению базовые поверхности.

Метод получения заготовки прост и рационален для единичного типа производства.

Точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей и параметры шероховатости достижимы простыми методами обработки и инструментами.

Таким образом, делаем вывод, что по качественным показателям деталь технологична.

1.1.4.2 Количественная оценка технологичности изделия

Количественную оценку технологичности изделия производим по коэффициенту использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}, \quad (1.2)$$

где $m_{\text{дет}}$ – масса готовой детали;

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

Коэффициент использования материала для крышки редуктора КС-4372.308.10.001:

$$K_{\text{им}} = \frac{35}{43,5} = 0,8 \geq 0,7.$$

$K_{\text{им}} = 0,8$, что свидетельствует о удовлетворительном использовании материала.

Коэффициент использования материала для корпуса редуктора КС-4372.308.10.002:

$$K_{\text{им}} = \frac{122}{138,6} = 0,87 \geq 0,7.$$

$K_{\text{им}} = 0,87$, что свидетельствует о удовлетворительном использовании материала.

Как показал количественный анализ – деталь технологична.

По результатам качественного и количественного анализа – деталь технологична.

1.1.5 Описание базового технологического процесса

Деталь “Корпус редуктора” КС-4372.308.10.001/002.

Изготовление и окончательную приемку детали выполнять по чертежу и техническим условиям.

В технологических операциях изготовления детали необходимо соблюдать следующие требования:

- контроль первой детали мастером;
- контроль БТК;

- межоперационное хранение и транспортировку производить в таре 505-173, вставка 386-1259.

Выполнение каждой операции заверить отличительным клеймом исполнителя.

Технологический маршрут изготовления крышки корпуса КС-4372.308.10.001 представлен в таблице 1.4.

Технологический маршрут изготовления корпуса редуктора КС-4372.308.10.002 представлен в таблице 1.5.

Технологический маршрут изготовления корпуса редуктора в сборе КС-4372.308.10.001/002 представлен в таблице 1.6.

Таблица 1.4 – Базовый технологический процесс обработки детали КС-4372.308.10.001

№ Опера- ции	Наименование операции	СТО			
		Оборудо- вание	Приспособле- ния	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерная Установить и закрепить деталь Обработать дет. согласно эскизу	65А60Ф4	Приспособление 319-991	Фреза 125 2214-0003 Т5К10	ШЦ-П 0-125-01
010	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак			
015	Фрезерная Установить и закрепить деталь Обработать дет. согласно эскизу	65А60Ф4	Приспособление 319-991	Фреза 125 2214-0003 Т5К10; Сверло 20 СТП 406- 1234-75; Сверло 14 СТП 406- 1201-73; Сверло 17 СТП 406- 1201-73; Сверло 16 СТП 406- 1201-73; Зенкер 17 2320- 2574 ГОСТ 12499-71;	ШЦ-І 0-125-01 ГОСТ166-80 Прб. Пр. М16-7Н СТП 406- 4307-32 Прб. 17А5 СТП 406-4307-32 Линейка ЛЧ-1-370 ГОСТ 8026- 75

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
				Фреза 32 2223-0013 ГОСТ 17026-71.	
020	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак			
025	Фрезерная Установить и закрепить деталь Обработать дет. согласно эскизу	65А60Ф4	Приспособление 319-957	Фреза 63 2223-0791 ГОСТ 17021-71	ШЦ-1 125-0,1 ГОСТ166-80; ШЦ-2 250-0,05 ГОСТ166-80
030	Сверлильная Обработать согласно эскизу	2М57		Зенковка 28x10 СТП 406-1221-76; Сверло 25СТП 406-1201- 43; Метчик М16 2620-1617 3 ГОСТ 3266-81	ШЦ-1 125-0,1 ГОСТ166-80 Прб. М16-6Н 8221-0067 ГОСТ 17756-72; Прб. М16-7Н 8221-1067 ГОСТ 17756-72; Прб. Двн. М16-7Н СТП 406- 4307-82.
035	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак			
040	Контрольная	Плита			

Таблица 1.5 – Базовый технологический процесс обработки детали КС-4372.308.10.002

№ Операции	Наименование операции	СТО			
		Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерная Установить и закрепить деталь Обработать дет. согласно эскизу	65А60Ф4	Приспособление 319-956	Фреза 120 051-1669 Т5К10; Сверло 20x120° СТП 406-1201-73; Сверло 14 СТП 406- 1201-73; Сверло 13 СТП 406- 1201-73; Зенкер 14 2320-2565 ГОСТ 12489-71; Фреза 125 2214-0003 Т15К10; Фреза 50 2223-0355 ГОСТ 17026-71	ШЦ-I 0-125-0,1 Прб. ПР М16-7Н СТП 406- 4307-87
010	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак			

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6
015	Фрезерная Установить и закрепить деталь Обработать дет. согласно эскизу	СФП- 500А6	Приспособление 319-952	Фреза 63x240 Т5К10; Фреза 125 Т5К10	ШЦ-I 0-125-01 ГОСТ166-80
020	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак			
025	Резьбонарезная	2М57		Метчик М16 2620-1617 3 ГОСТ 3266-81	Прб. М16-6Н 8221-0067 ГОСТ 17756-72; Прб. М16-7Н 8221-1067 ГОСТ 17756-72; Прб. Двн. М16-7Н СТП 406- 4307-82.
030	Сверлильная Обработать согласно эскизу	2М57	Подставка 323- 2670	Зенковка 36x12 СТП 406-1221-76; Сверло 24, 252301-0084; Зенкер 31,5 2353-0136 Метчик 3/4"-В 2624-0041	ШЦ-1 175-0,1 ГОСТ166-80 Прб. ПР 6 ³ / ₄ "-В СТП 406-4210- 75; Прб. НЕ 6 ³ / ₄ "-В СТП 406-4210- 75; Прб. Двс. 6 ³ / ₄ "-В СТП 406-4307- 82.
040	Контрольная	Плита	Подставка 323- 2670		ШГ 400-0,1 ГОСТ167-80

Таблица 1.6 – Базовый технологический процесс обработки детали КС-4372.308.10.001/002

№ Опера- ции	Наименование операции	СТО			
		Оборудо- вание	Приспособле- ния	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5	6
005	Комплектование				
010	Промывка	Ванна цеховая			
015	Сборка	Кран электромо- стовой 5т		Ключ 24х27 7811-0026 ГОСТ 2839-80; Комплект клейм 7858-0074 ГОСТ 15999-70.	
020	Фрезерно- сверлильно- расточная	ИР 800МФ4	Приспособление: 319-838; Втулка 222-211- 03; Втулка 222-211- 04; Тяга 222-203; Втулка 222-209; Тяга 222-212-04; Молоток 0,44 стп 406-2540-81; Втулка 222-211-	Сверло 011-715; Сверло 9,8 2301-0191 ГОСТ 10903-77; Развёртка 033-509; Фреза 50 ГОСТ 17026; Фреза 053-172; Фреза 125 051-1697; Фреза 60х90 стп 406-1440- 78; Фреза 63 ГОСТ 17026; Сверло 18 2301-0061 ГОСТ 10903-77;	Калибр соосности 150-2155; Калибр соосности 150-2156; Пробка 10 стп 406-4310-76; Калибр перпендикулярности 152-1493; Пробка П/р 90 Н14 стп 406- 4308-75; Пробка НЕ 90 Н14 стп 406- 4308-75; Калибр перпендикулярности 152-1399; Шаблон 5 стп 406-4340-75;

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6
			02; Тяга 222-212; Втулка 222-209-01; Патрон 234-190; Цанга 234-190.00.03; Оправка 220-234; Оправка 220-292; Оправка 220-272; Патрон резьбонарезной 234-189; Втулка 222-480; Тяга 222-486; Цанга 234.190.00.01; Цанга 234.190.00.02.	Сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903-77; Сверло 6,8 2301-0189 ГОСТ 10903-77; Сверло 10,2 2301-0030 ГОСТ 10903-77; Фреза 055-589; Сверло 22 2301-0076 ГОСТ 10903-77; Блок расточной 028-1165; Резец 003-1559; Блок расточной 028-1168; Блок расточной 028-1165; Резец 16x16x80x0,4 лев. стп 406-1168-78; Блок расточной 028-1165; Резец 003-1407; Резец 16x16x80 лев. 2142-0147 ГОСТ 9795-73; Резец 20x20x110 лев. Т15К6 стп 406-1120-78; Метчик G3/4-B 2624-0047 ГОСТ 3266;	Калибр перпендикулярности 152-2296; Пробка 18 Н14 стп 406-4307-82; Пробка Двн М12-7Н стп 406-4307-82; Пробка П/р М10-7Н стп 406-4307-82; Пробка П/р М8-7Н стп 406-4307-82; Пробка П/р М12-7Н стп 406-4307-82; Пробка 22 Н14 стп 406-4307-82; Пробка П/р G3/4-B стп 406-4307-82; Пробка П/р 100Н7 стп 406-4308-75; Пробка НЕ 100Н7 стп 406-4308-75; Пробка П/р 110Н7 стп 406-4308-75; Пробка НЕ 110Н7 стп 406-4308-75;

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6
				<p>Фреза 65x60 Т15К6 стп 406-1440-78; Метчик G3/4-B 2624-0045 ГОСТ 3266; Блок расточной 028-1168; Резец 003-1561; Сверло 11,2 2301-0035 ГОСТ 10903; Зенковка 50 0138 ГОСТ 14953; Резец 10x10x50 стп 1136-79; Сверло 24,25 2301-0084 ГОСТ 10903-77.</p>	<p>Пробка П/р 150Н7 стп 406-4308-75; Пробка НЕ 150Н7 стп 406-4308-75; Пробка П/р 170Н7 стп 406-4308-75; Пробка НЕ 170Н7 стп 406-4308-75; Штангенглубиномер: ШГ 400 ГОСТ 162-80; Шаблон 10 стп 406-4342-76; Нутромер ИЧ 100-160-1 ГОСТ 868-82; ШЦ 101-1275; Калибр перпендикулярности 152-2788; ШР-400-0,05 ГОСТ 164-80; Пробка G3/4-B 8225-0029 ГОСТ 19922 (Пр); ШЦ-125-0,1 ГОСТ-166-80; Пробка G3/4-B 8225-0129 ГОСТ 18923 (НЕ); Валик для настройки 153-337;</p>

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6
					Набор щупов 2 кл.г ГОСТ 882-75.
025	Сверлильная	2М55		<p>Метчик 2624-0063 ГОСТ 3266-81;</p> <p>Сверло 30,5 2301-0108 ГОСТ 10903;</p> <p>Метчик 2624-0061 ГОСТ 3266-81;</p> <p>Зенковка 2353-0138 ГОСТ14953;</p> <p>Цековка 2350-0415 ГОСТ 26258-84;</p> <p>Зенковка 023-631.</p>	<p>Пробка Пр G1/4-В стп 406-4307-75;</p> <p>Пробка НЕ G1/4-В стп 406-4210-75;</p> <p>Пробка Двн G1/4-В стп 406-4307-82;</p> <p>ШЦ 101-1352;</p> <p>ШЦ-125-0,1 ГОСТ 166-80;</p> <p>Пробка П/р G1/4-В стп 4307.</p>
030	Слесарная	Машина пневматическая ручная шлифовальная ГОСТ 12634-80		<p>Нарезать резьбу М10-7Н</p> <p>Нарезать резьбу М12-7Н</p> <p>Напильник 2820-0016 ГОСТ 1465-80;</p> <p>Шабер 240 стп 406-1813-84;</p> <p>Метчик М12 2620-1519 ГОСТ 3266;</p> <p>Метчик М12 2620-1517 ГОСТ 3266;</p> <p>Нарезать резьбу М8-7Н</p>	<p>Пробка к 14 стп 4212;</p> <p>Пробка Пр М8 8221-0036 6Н ГОСТ 17756;</p> <p>Пробка НЕ М8 8221-1036 ГОСТ 17757;</p> <p>Пробка Пр М10 8221-0844 ГОСТ 17756;</p> <p>Пробка НЕ М10 8221-1044 ГОСТ 17757;</p> <p>Пробка НЕ 110Н7 стп 4308;</p> <p>Пробка Пр 150Н7 стп 4308;</p>

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6
				<p>Метчик к 1/4 2680-0006 ГОСТ 6227; Метчик М8-7Н 2620-1225 ГОСТ 3266; Метчик М8-7Н 2620-1223 ГОСТ 3266; Метчик М10-7Н 2620-1431 ГОСТ 3266; Метчик М10-7Н 2620-1429 ГОСТ 3266; Шкурка шлифовальная тканевая 2.830х3001 НА 25-НМА ГОСТ 5009-82.</p>	<p>Пробка НЕ 150Н7 стп 4308; Пробка Пр 170Н7 стп 4308. Пробка Пр М12-7Н 8221-0053 ГОСТ 17756; Пробка НЕ М12-7Н 8221-1053 ГОСТ 17757.</p>
035	Контрольная	Плита			

1.1.5.1 Операционные эскизы базового технологического процесса обработки крышки редуктора

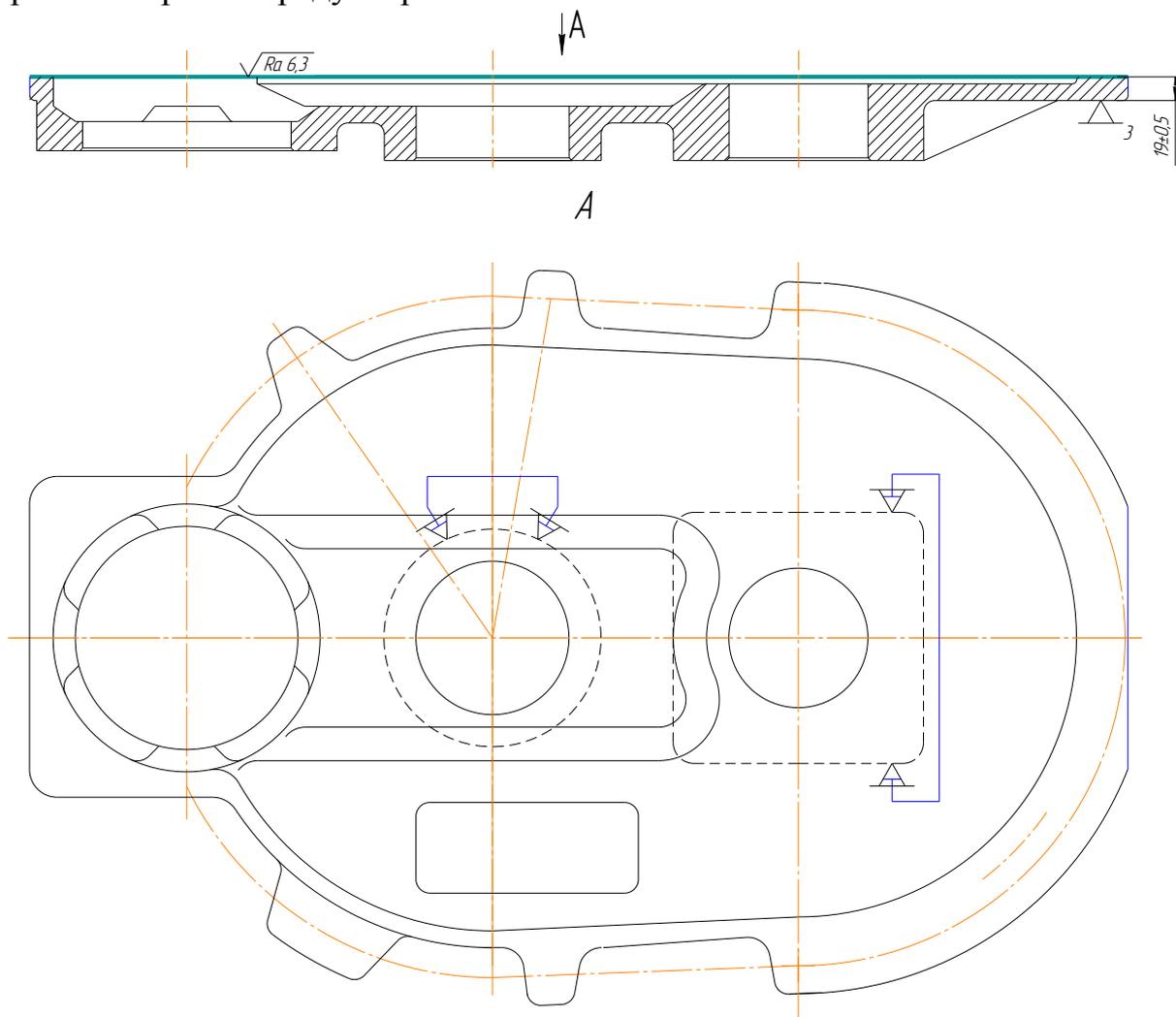


Рисунок 1.1 Схема базирования крышки редуктора
(Операция 005 Фрезерная)

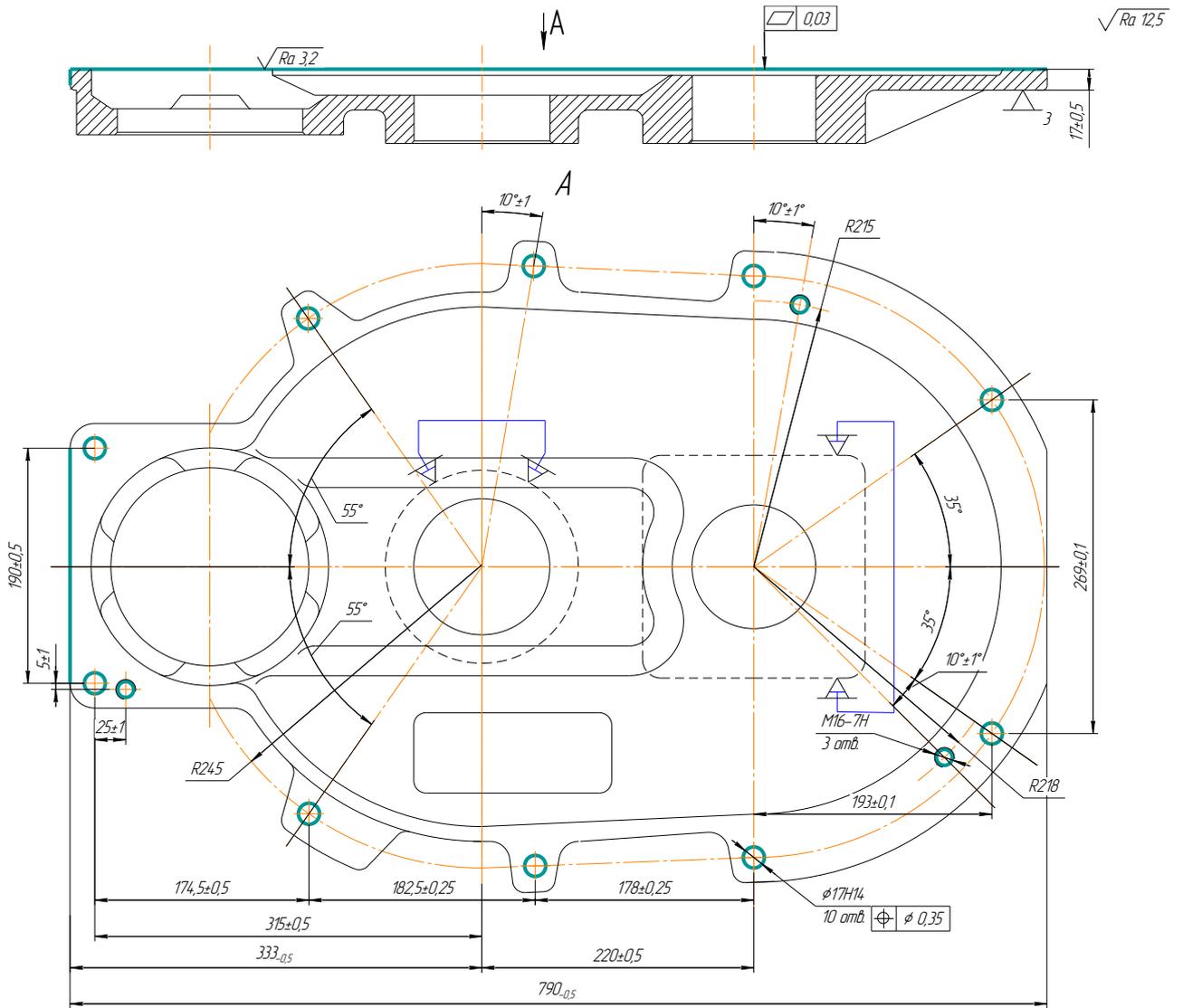


Рисунок 1.2 Схема базирования крышки редуктора
(Операция 015 Фрезерная)

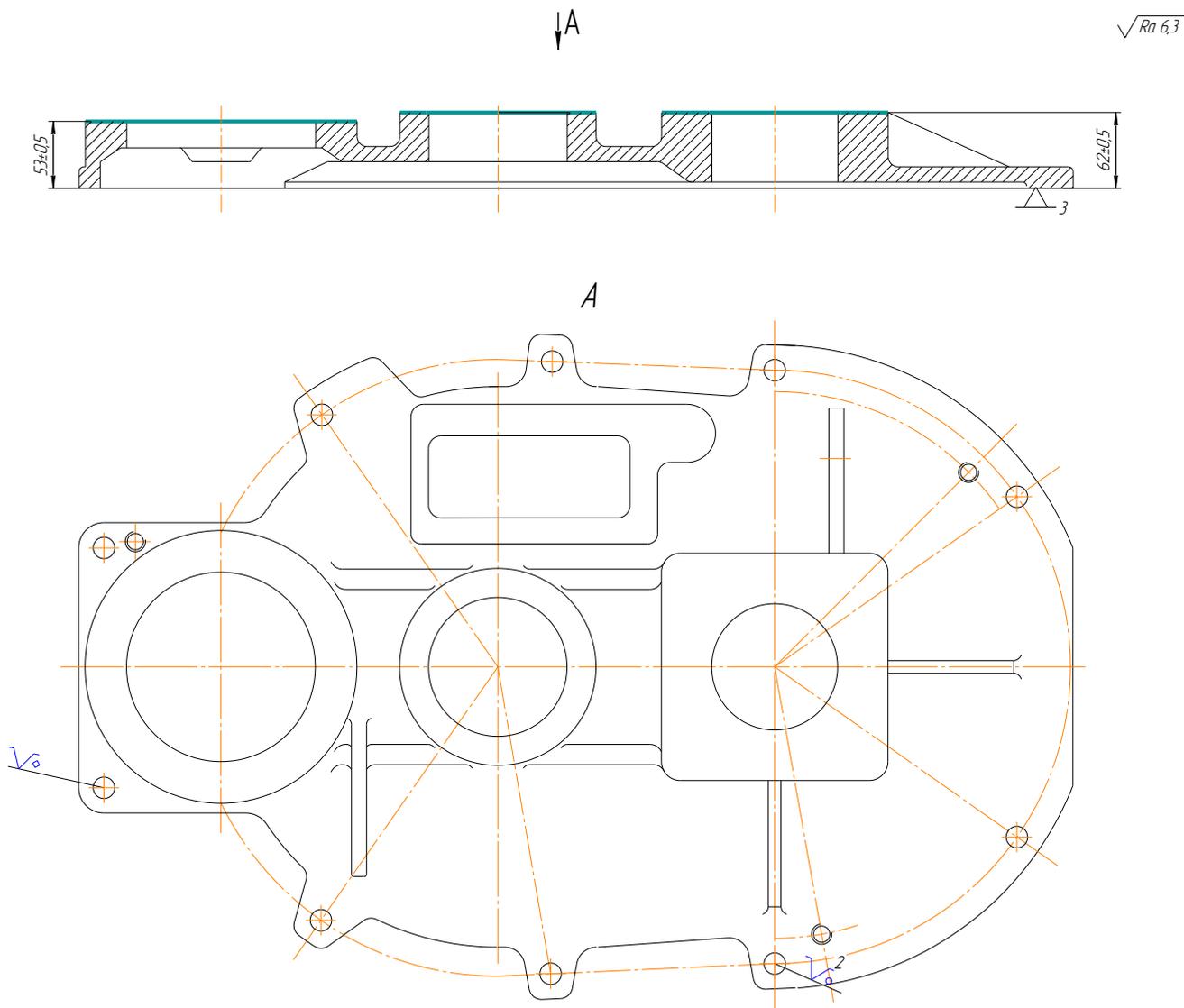


Рисунок 1.3 Схема базирования крышки редуктора
(Операция 025 Фрезерная)

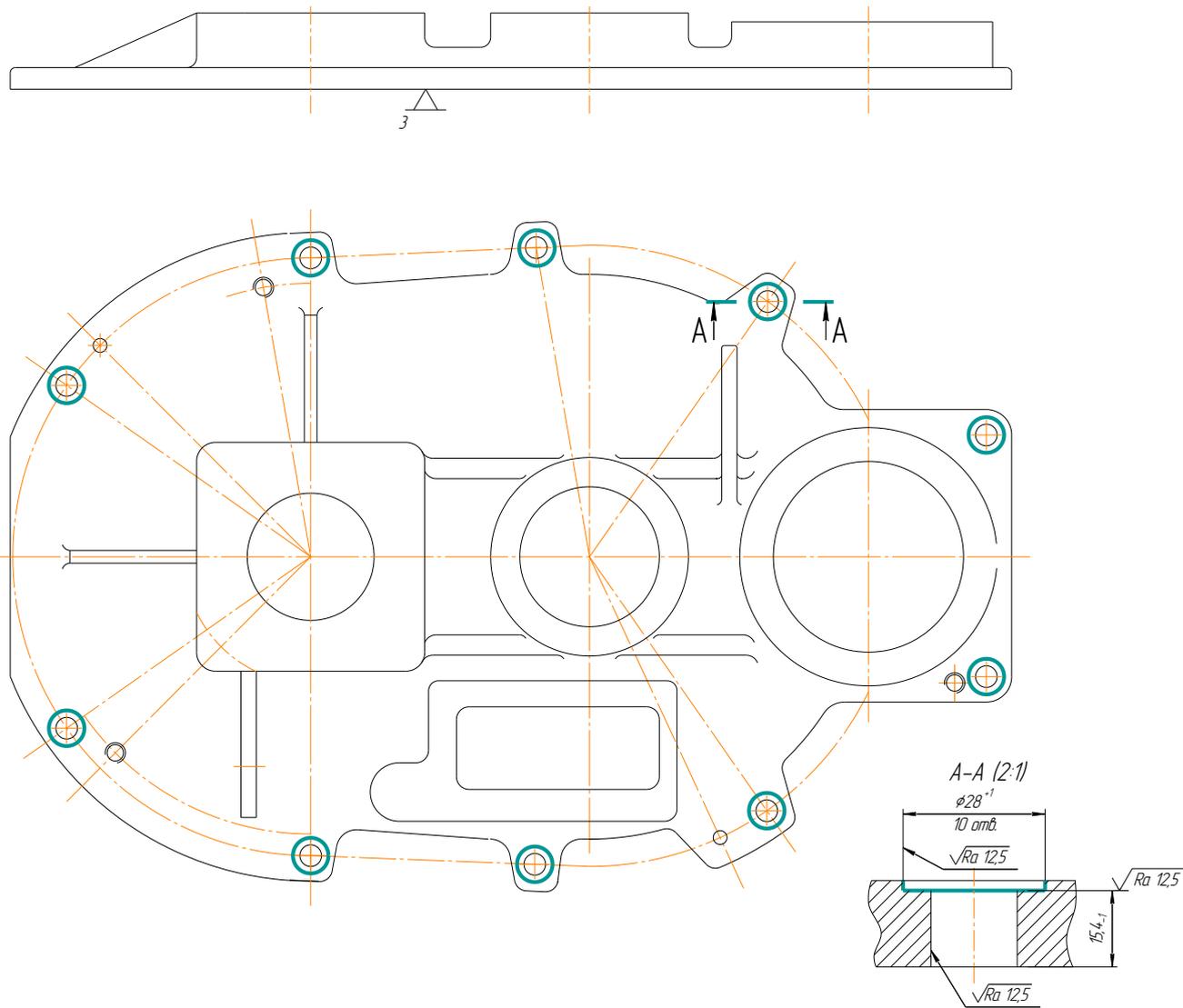


Рисунок 1.4 Схема базирования крышки редуктора
(Операция 030 Сверлильная)

1.1.5.2 Операционные эскизы базового технологического процесса обработки корпуса редуктора

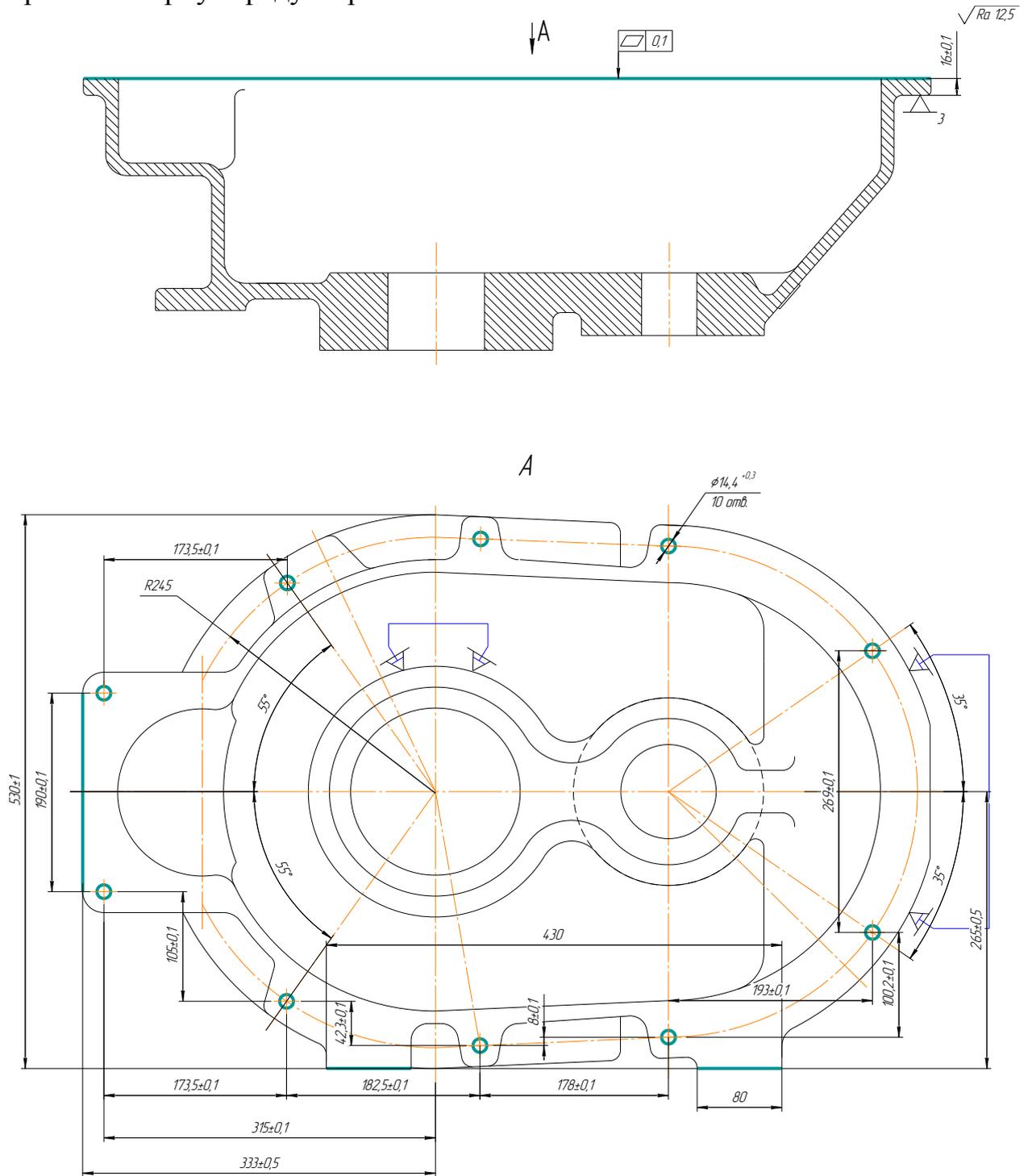


Рисунок 1.5 Схема базирования корпуса редуктора
(Операция 005 Фрезерная)

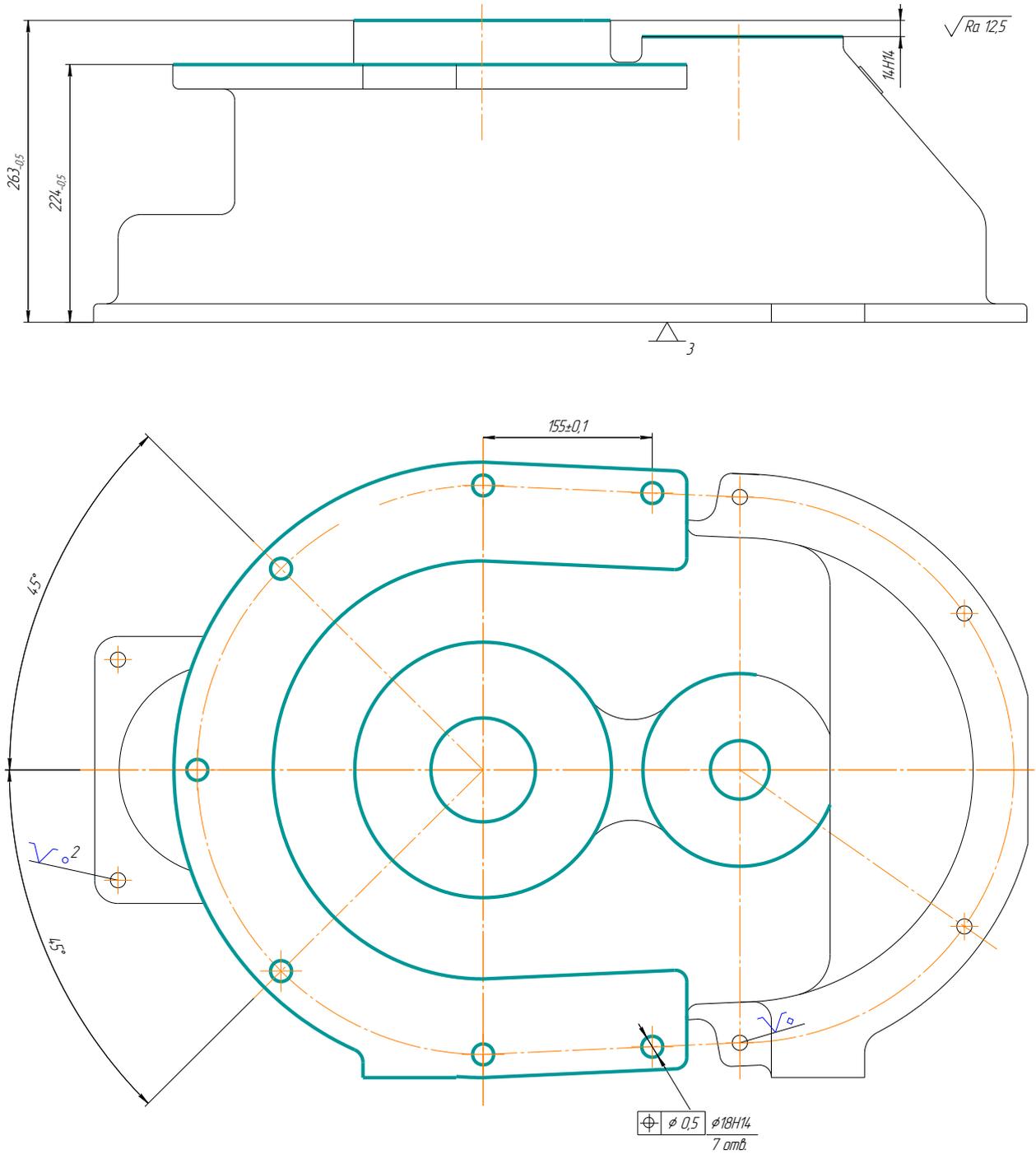


Рисунок 1.6 Схема базирования корпуса редуктора
(Операция 015 Фрезерная)

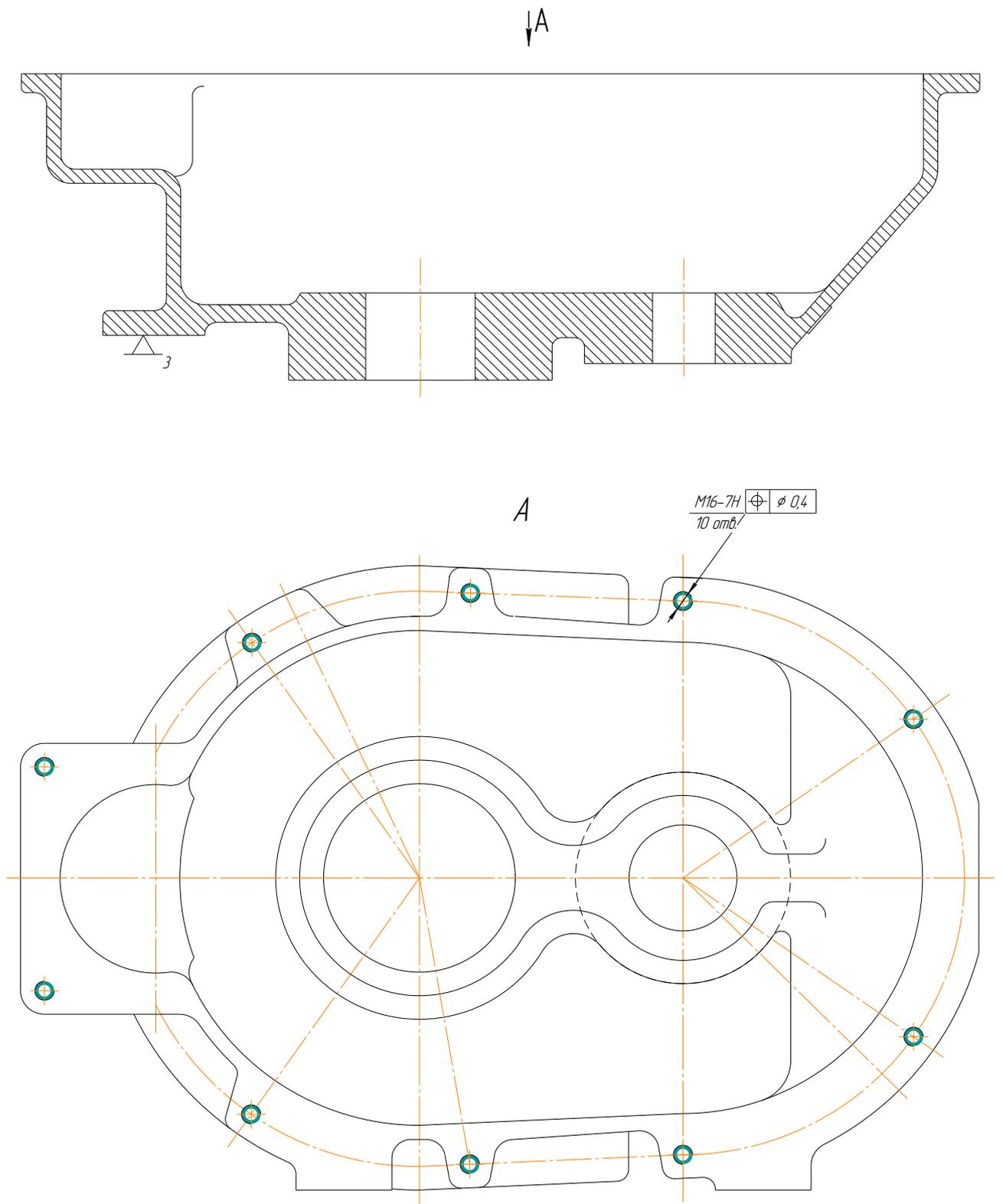


Рисунок 1.7 Схема базирования корпуса редуктора
(Операция 025 Резьбонарезная)

(Операция 020 Сверлильно-фрезерно-расточная)

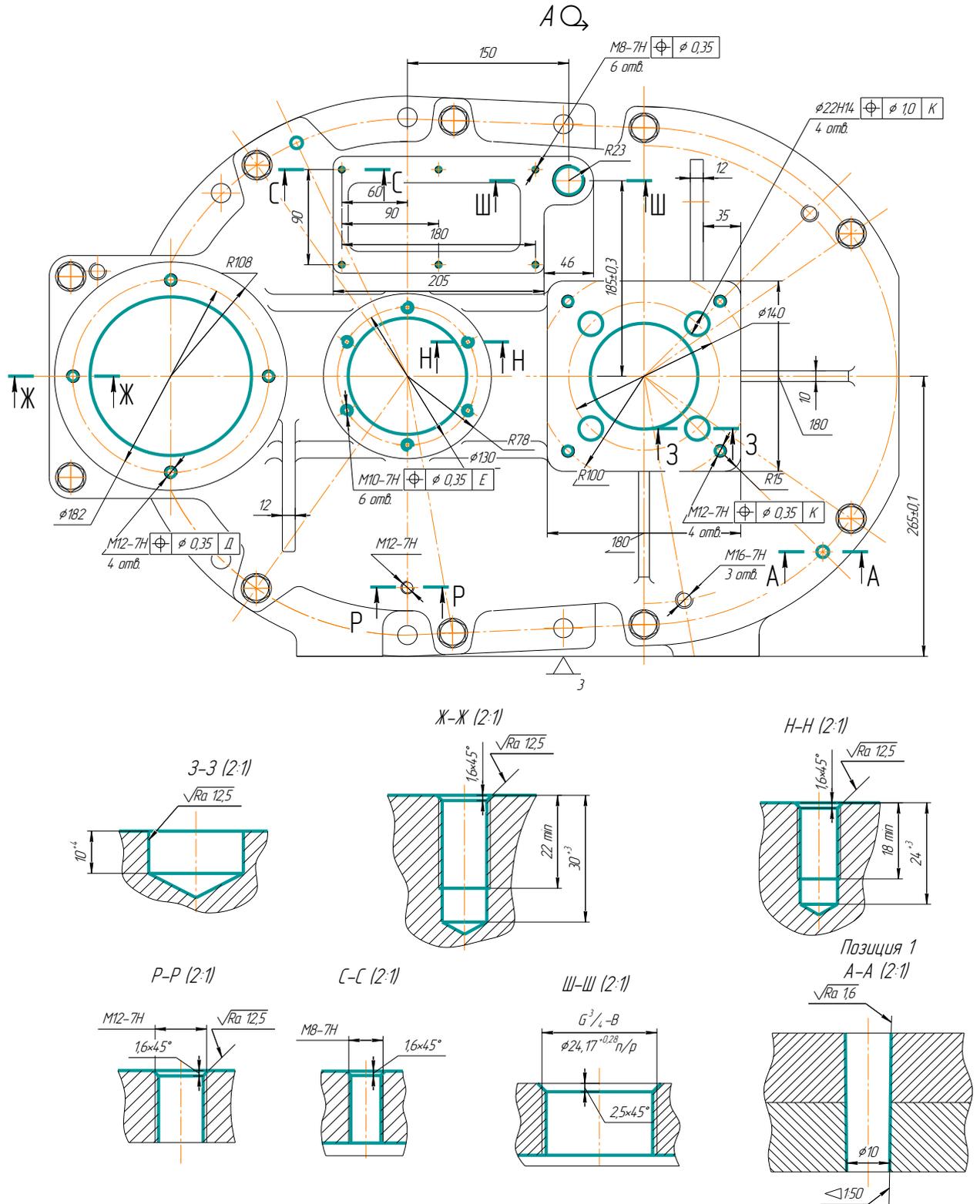


Рисунок 1.9 Схема базирования корпуса редуктора в сборе (Операция 020 Сверлильно-фрезерно-расточная)

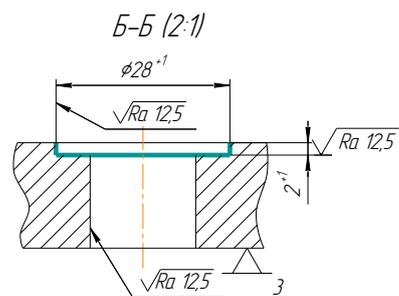
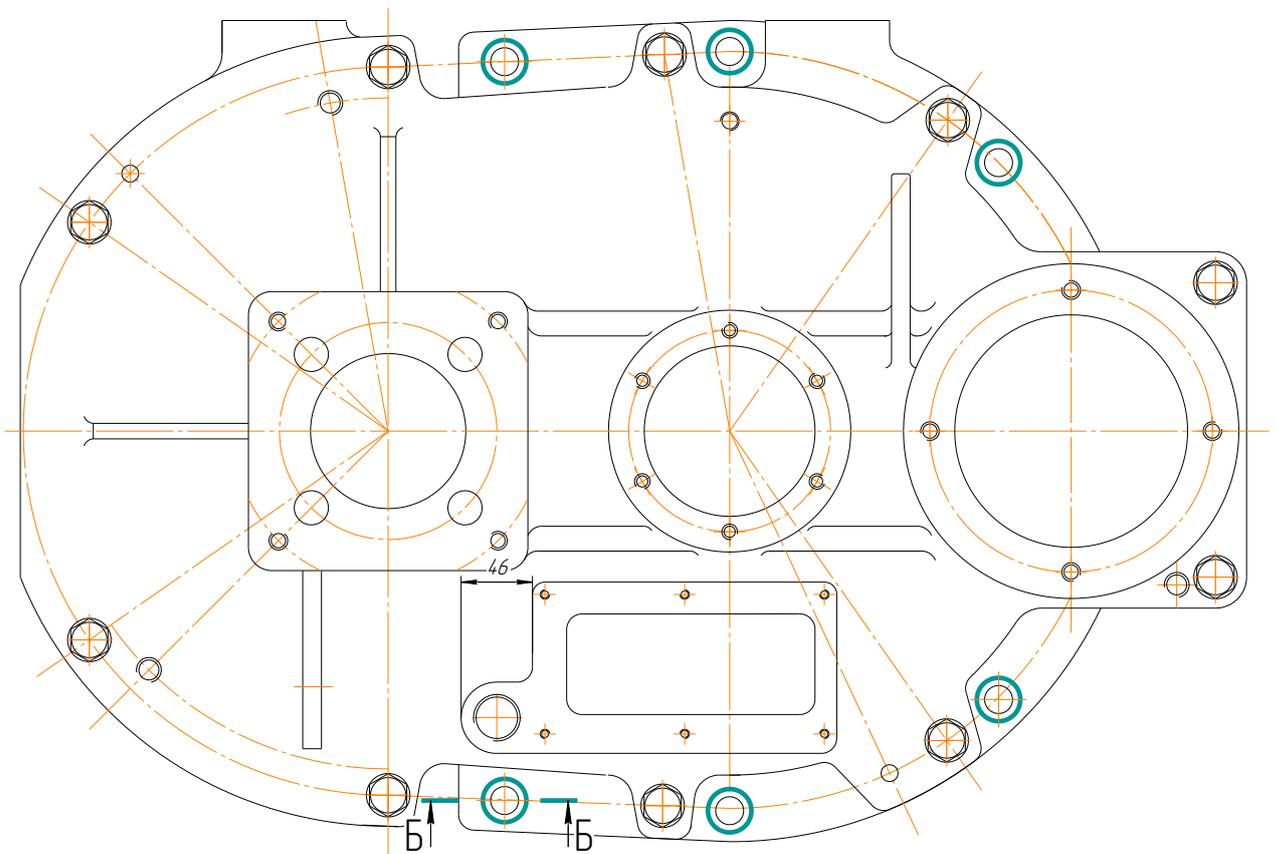


Рисунок 1.10 Схема базирования корпуса редуктора в сборе
(Операция 025 Сверлильная)

1.2 Формулировка проектной задачи

Задачей данной выпускной квалификационной работы (ВКР) является разработка технологического процесса механической обработки корпуса в условиях мелкосерийного производства. Необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, добиваясь тем самым повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции.

При разработке технологического процесса механической обработки необходимо применить принцип концентрации операции, что позволит уменьшить количество применяемого оборудования. Чтобы выполнить требования чертежа по обеспечению заданных требований по отклонению от плоскостности, для окончательной обработки плоскости крышки и корпуса редуктора необходимо применить плоское шлифование. Универсальные приспособления заменить специальными: применять современные виды инструмента, использовать более точные методы получения заготовки, снижая припуски на механическую обработку.

Целью данной ВКР является расширение и закрепление теоретических знаний, обучение правильно и самостоятельно решать инженерные и исследовательские задачи, возникающие при проектировании технологических процессов изготовления изделий машиностроения и средств технологического оснащения.

В соответствии с поставленной целью, в процессе написания ВКР решаются следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы;
- закрепление методики проектирования технологических процессов механической обработки деталей;
- приобретение опыта анализа существующих видов технологической оснастки;
- овладение технико-экономическим анализом применяемых решений.

В данной ВКР необходимо разработать технологический процесс механической обработки корпуса редуктора в сборе КС-4372.308.10.001/002 в мелкосерийном производстве.

Основанием для разработки является задание на проектирование технологического процесса механической обработки.

Целью разработки ВКР является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

1.3 Поиск оптимального варианта решения проектной задачи

При разработке технологического процесса механической обработки перед технологом всегда возникает задача: выбрать из нескольких вариантов один наиболее оптимальный, тем более, что современные способы механической обработки, большое разнообразие станков, новые методы обработки и получения заготовок способствуют расширению числа вариантов.

Для решения поставленной задачи был проанализирован заводской технологический процесс обработки детали корпус редуктора КС-4372.308.10.001/002 и рассмотрены различные варианты маршрута обработки.

Намечая технологический маршрут обработки, придерживаемся следующих правил:

- с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки деталей;

- по возможности не проектировать обработку на уникальных станках, применение дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически обосновано;

- обрабатывать наибольшее количество поверхностей данной детали за одну установку.

Чтобы решить вопрос о целесообразности составленного технологического маршрута, при выполнении ВКР нужно провести технико-экономическое сравнение различных вариантов.

В ходе выполнения ВКР подлежат решению задачи, которые будут рассмотрены в отдельных частях пояснительной записки. Для осуществления технологического процесса в условиях мелкосерийного производства можно отметить следующее:

- рациональность выбора заготовки и соответствие реальной заготовки чертежу;

- правильность выбора черновых и чистовых баз, соблюдение принципа постоянства технологических баз;

- правильность установки последовательности операций процесса для достижения заданной точности детали;

- степень оснащённости операций высокопроизводительными инструментами и приспособлениями, обеспечивающими заданную точность и производительность;

- соответствие режимов резания нормативным.

Следует также предусмотреть мероприятия по безопасности и экологичности проекта, охраны атмосферы, воды.

Все выше перечисленные мероприятия позволят сократить производственные расходы, повысить качество, снизить себестоимость изготовления изделия.

1.4 Теоретическая часть

В специальной части выпускной квалификационной работе представлены конструкции расточных оправок с регулируемым положением вылета резца. Простейшие конструкции регулируемого вылета и крепления резца предусматривают выдвижение резца при настройке с помощью упорных винтов.

Одной из простых и надёжных конструкций расточного инструмента является разработанная в ВНИИ инструмента И.Л. Федюшиным конструкция оправки с микрометрической регулировкой вылета державочного резца (рисунок 1.11).

Конструкция оправки (рисунок 1.11) состоит из корпуса 1, на переднем торце которого имеются наклонное (под углом $54,14^\circ$), точно выполненное, отверстие и державка 2 с квадратным сквозным отверстием для резца 9. На

державке образована точная резьба, на которой навинчена лимб-гайка 3 со шкалой. Державка для предотвращения проворота снабжена шпонкой 8, которая скользит по шпоночному пазу, имеющемуся в отверстии корпуса 1.

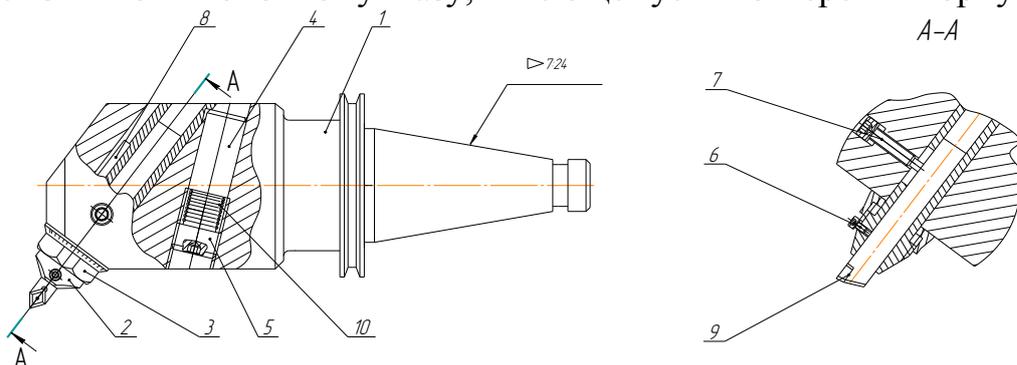


Рисунок 1.11 Расточная оправка с микрометрической регулировкой вылета державочного резца

Пружина 10 и толкатель 4 осуществляют постоянный прижим лимб-гайки 3 к плоскости корпуса 1. Резец 9 предварительно устанавливается в пазу державки 2 и закрепляется винтом 6, соединяющим жёстко резец с державкой. Регулирование вылета резца осуществляется посредством поворота лимб-гайки на некоторый угол, соответствующий определённому числу делений лимба. Цена одного деления лимба соответствует радиальному перемещению резца на 0,01 мм. Винт 7 служит для фиксирования державки и резца в заданном положении. Предварительная настройка на размер производится вне станка на приборе, а окончательная подналадка по пробному проходу.

Такая оправка обеспечивает надёжную точность регулирования резца при растачивании отверстий по 7-му качеству. Конструкция оправки отличается высокой жёсткостью и успешно применяется при получистовом и чистовом растачивании с припуском до 3-5 мм. Применение одних и тех же конструкций расточных инструментов для получистовой и чистовой обработки весьма эффективно.

На рисунке 1.12 представлена конструкция однозубой расточной головки для обработки отверстий диаметром 130...250 мм.

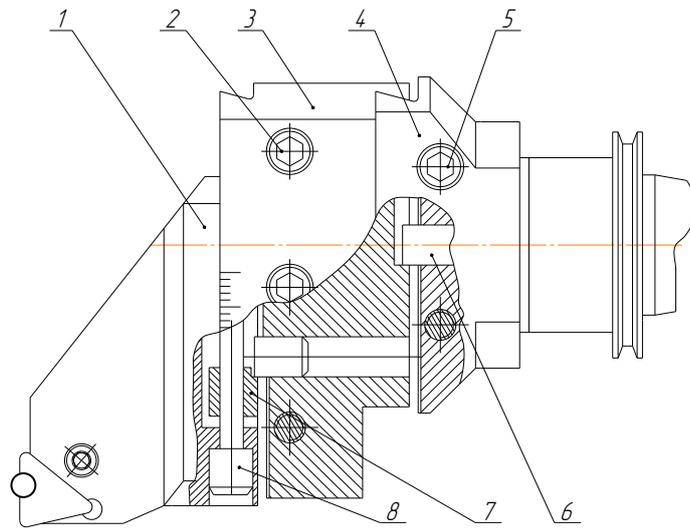


Рисунок 1.12 Однозубая расточная головка

На передней части корпуса 3 имеется угловой паз типа «ласточкин хвост». В пазу по точной посадке размещена державка 1, имеющая возможность радиального перемещения. Корпус расточной головки снабжён регулировочным винтом 8, по которому перемещается ползушка 7, служащая упором для державки 1. При вращении винта 8 ползушка 7 воздействует на штифт, а державка 1 перемещается в радиальном направлении, в результате чего обеспечивается точная настройка расточной головки на требуемый размер. После установки на требуемый размер державка 1 жёстко фиксируется в пазу за счёт упругой деформации корпуса 2 при затягивании винта 6. Настройка головки на размер производится либо по риску и шкале, либо при помощи прибора. Точность настройки, доступная в производственных условиях, составляет $\pm(0,01...0,05)$ мм, в зависимости от диапазона растачивания и квалификации оператора. Однозубые сборные расточные головки данной конструкции могут успешно применяться для чернового, получистового и чистового растачивания.

Оправка с микрорегулированием положения резца для чистового растачивания представлена на рисунке 1.13.

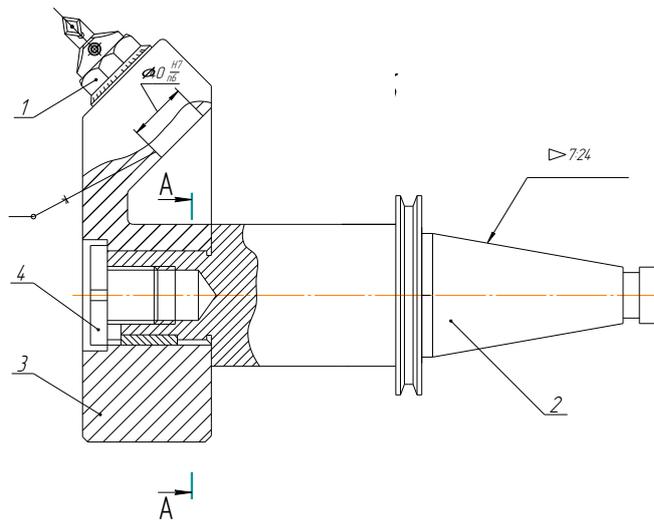


Рисунок 1.13 Оправка с микрорегулированием положения резца

Конструкция оправки состоит из державки 2, на которой установлен корпус расточной головки 3. В расточной головке 3 с помощью посадки на клей установлена резцовая вставка 1. Для фиксирования расточной головки и державки имеется упорный винт 4.

Диапазон растачивания больших диаметров достигается за счёт применения блока расточной головки 3, а также микрометрическим регулированием положения резцовой вставки 1.

На рисунке 1.14 представлена конструкция резцовой вставки.

Конструкция резцовой вставки состоит из резцедержателя 1. На державке образована точная резьба, на которой навинчена лимб-гайка 2 со шкалой. В стакане 3 размещена конструкция регулирования державки. От проворота державка снабжена шпонкой 4, которая скользит по шпоночному пазу.

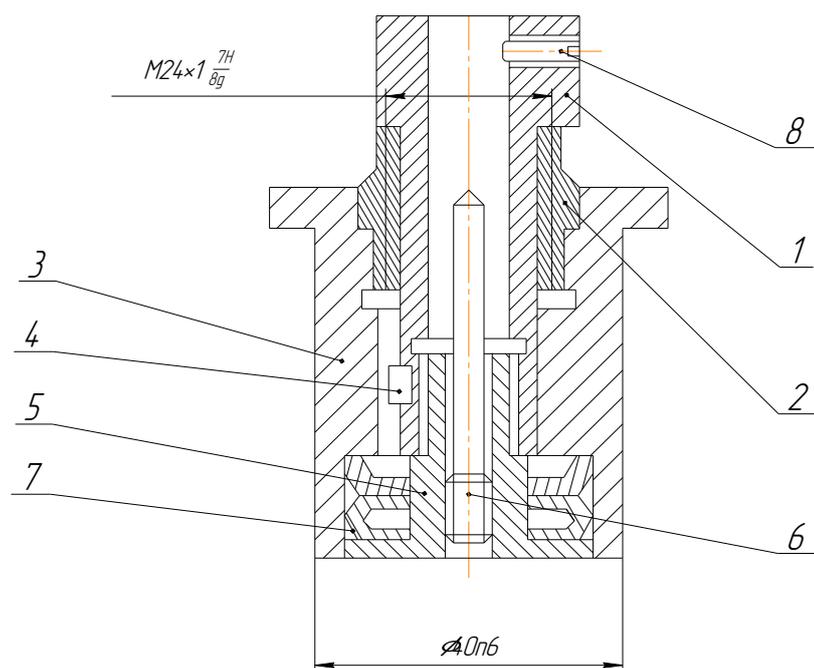


Рисунок 1.14 Конструкция резцовой вставки

Постоянный прижим лимб-гайки 2 осуществляется втулкой 5 и пружиной 7, которая сжимается под действием затягивания винта 6.

Наиболее оптимальной конструкцией оправки, из представленных, является оправка с микрометрической регулировкой вылета резца. Такая оправка обеспечивает надёжную точность регулирования резца при растачивании отверстий по 7-му качеству. Конструкция оправки отличается высокой жёсткостью и успешно применяется при получистовом и чистовом растачивании с припуском до 3-5 мм.

Следовательно, для растачивания отверстий диаметром: 100H7, 110H7, 150H7, 170H7 на 025 операции обработки корпуса в сборе применяем расточные оправки с микрометрической регулировкой вылета резца.

1.5 Технологическая часть

1.5.1 Выбор заготовки и метода её получения

Исходными данными для выбора способа получения отливок при разработке технологии литья является масса отливаемой детали, серийность и технические условия на ее изготовление. В технических условиях содержатся требования, предъявляемые к отливке по качеству сплава, точности размеров, указываются условия испытания и приемки отливок. Техническим условиям, требованиям, предъявляемым к отливке «Крышка корпуса» по качеству, точности размеров, а также экономической целесообразности при мелкосерийном виде производства отливок возможно применение двух способов: литье в песчанно-глинистые формы и литьё в песчано-глинистые

формы с машинной формовкой. Произведем расчет обоих методов по методике [2].

1.5.1.1 Литье в песчано-глинистую форму

Требования к литью в песчано-глинистые формы:

- класс ожидаемой размерной точности отливки 12;
- степень коробления формы отливки 7;
- степень ожидаемой точности размеров поверхностей отливки 17;
- ожидаемая шероховатость поверхностей отливки в зависимости от степени точности размеров отливки $R_a=80$;
- вероятный ряд припусков на механическую обработку 13.

Допуски на размеры отливки:

- размер 333_{-0,5} - 7,0;
- размер $\varnothing 100H7$ - 5,6;
- размер $\varnothing 110H7$ - 5,6;
- размер $\varnothing 150H8$ - 6,4;
- размер 53 $\pm 0,3$ - 5,6;
- размер 17_{-0,3} - 5,2.

Допуски на формы и взаимное расположение поверхностей отливки:

- размер 333_{-0,5} - 0,5;
- размер $\varnothing 130H7$ - 0,64;
- размер $\varnothing 150H7$ - 0,64;
- размер $\varnothing 160H8$ - 0,64;
- размер 53 $\pm 0,3$ - 0,5;
- размер 17_{-0,3} - 0,5.

Общие припуски на поверхности заготовки в зависимости от принятого ряда припусков, условий получения и точности поверхности после окончательной механической обработки:

- размер 333_{-0,5} - 4,5;
- размер $\varnothing 100H7$ - 4,0 $\times 2$;
- размер $\varnothing 110H7$ - 4,0 $\times 2$;
- размер $\varnothing 150H8$ - 4,0 $\times 2$;
- размер 53 $\pm 0,3$ - 4,5;
- размер 17_{-0,3} - 4,5.

Масса детали по чертежу $m_d=37$ кг;

Масса заготовки определяем по формуле:

$$m_3=m_d+m_p, \quad (1.3)$$

где m_p – масса припуска, определяется по формуле:

$$m_p=V_p \cdot \gamma, \quad (1.4)$$

где $\gamma=7,8$ г/см³;

V_p – объем припуска, определяется по формуле:

$$V_p=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5+V_6; \quad (1.5)$$

$$V_1=20,0 \cdot 0,45 \cdot 1,8=16,2 \text{ см}^3;$$

$$V_2=0,45 \cdot 5,5 \cdot 79=195,5 \text{ см}^3;$$

$$V_3=10^2 \cdot 0,785 \cdot 4,0 - 9,2^2 \cdot 0,785 \cdot 4,0=50,6 \text{ см}^3;$$

$$V_4 = 15^2 \cdot 0,785 \cdot 2,1 - 14,2^2 \cdot 0,785 \cdot 2,1 = 58,6 \text{ см}^3;$$

$$V_5 = 11^2 \cdot 0,785 \cdot 5,5 - 10,2^2 \cdot 0,785 \cdot 5,5 = 73,2 \text{ см}^3;$$

$$V_6 = 21,8^2 \cdot 0,785 \cdot 0,45 - 14,2^2 \cdot 0,785 \cdot 0,45 = 132 \text{ см}^3;$$

$$V_7 = 15,6^2 \cdot 0,785 \cdot 0,45 - 9,2^2 \cdot 0,785 \cdot 0,45 = 56 \text{ см}^3;$$

$$V_8 = 18 \cdot 18 \cdot 0,45 - 10,2^2 \cdot 0,785 \cdot 0,45 = 109 \text{ см}^3;$$

$$V_{\text{п}} = 16,2 + 195,5 + 50,6 + 58,6 + 73,2 + 132 + 56 + 109 = 691,1 \text{ см}^3;$$

$$m_{\text{п}} = 691,1 \cdot 7,85 = 5425,1 \text{ г} = 5,4 \text{ кг};$$

$$m_3 = 37 + 5,4 = 42,4 \text{ кг}.$$

Класс точности отливки 11.

Допуск массы отливки для класса точности 11 не более 16%.

Коэффициенту использования материала определяем по формуле (1.2).

$$K_{\text{им}} = \frac{37}{42,4} = 0,87.$$

1.5.1.2 Литье в песчано-глинистую форму с машинной формовкой

Требования к литью в песчано-глинистую форму с машинной формовкой:

- класс ожидаемой размерной точности отливки 10;
- степень коробления формы отливки 5;
- степень ожидаемой точности размеров поверхностей отливки 16;
- ожидаемая шероховатость поверхностей отливки в зависимости от степени точности размеров отливки $R_a = 63$;
- вероятный ряд припусков на механическую обработку 9.

Допуски на размеры отливки:

- размер 333_{-0,5} - 5,5;
- размер $\varnothing 100\text{H}7$ - 3,2;
- размер $\varnothing 110\text{H}7$ - 3,2;
- размер $\varnothing 150\text{H}8$ - 3,2;
- размер 53 $\pm 0,3$ - 2,7;
- размер 17_{-0,3} - 2,2.

Допуски на формы и взаимное расположение поверхностей отливки:

- размер 333_{-0,5} - 0,4;
- размер $\varnothing 130\text{H}7$ - 0,4;
- размер $\varnothing 150\text{H}7$ - 0,4;
- размер $\varnothing 160\text{H}8$ - 0,4;
- размер 53 $\pm 0,3$ - 0,32;
- размер 17_{-0,3} - 0,32.

Общие припуски на поверхности заготовки в зависимости от принятого ряда припусков, условий получения и точности поверхности после окончательной механической обработки:

- размер 333_{-0,5} - 4,0;
- размер $\varnothing 100\text{H}7$ - 3,5 $\times 2$;
- размер $\varnothing 110\text{H}7$ - 3,5 $\times 2$;
- размер $\varnothing 150\text{H}8$ - 3,5 $\times 2$;

- размер $53 \pm 0,3$ - 4,0;

- размер $17_{-0,3}$ - 4,0.

Масса детали по чертежу $m_d = 37$ кг;

Объем припуска, определяется по формуле (1.5).

$$V_1 = 20,0 \cdot 0,40 \cdot 1,8 = 14,4 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = 0,27 \cdot 5,5 \cdot 79 = 117 \text{ см}^3;$$

$$V_3 = 10^2 \cdot 0,785 \cdot 4,0 - 9,3^2 \cdot 0,785 \cdot 4,0 = 42,4 \text{ см}^3;$$

$$V_4 = 15^2 \cdot 0,785 \cdot 2,1 - 14,3^2 \cdot 0,785 \cdot 2,1 = 50,2 \text{ см}^3;$$

$$V_5 = 11^2 \cdot 0,785 \cdot 5,5 - 10,3^2 \cdot 0,785 \cdot 5,5 = 64,8 \text{ см}^3;$$

$$V_6 = 21,8^2 \cdot 0,785 \cdot 0,3 - 14,3^2 \cdot 0,785 \cdot 0,3 = 117 \text{ см}^3;$$

$$V_7 = 15,6^2 \cdot 0,785 \cdot 0,3 - 9,3^2 \cdot 0,785 \cdot 0,3 = 46 \text{ см}^3;$$

$$V_8 = 18 \cdot 18 \cdot 0,3 - 10,2^2 \cdot 0,785 \cdot 0,3 = 101,1 \text{ см}^3;$$

$$V_{\text{п}} = 14,4 + 117 + 42,4 + 50,2 + 64,8 + 117 + 46 + 101,1 = 552,9 \text{ см}^3.$$

Массу припуска определяем по формуле 1.4.

$$m_{\text{п}} = 552,9 \cdot 7,85 = 4340,2 \text{ г} = 4,3 \text{ кг}.$$

Масса заготовки определяем по формуле 1.3.

$$m_3 = 37 + 4,3 = 41,3 \text{ кг}.$$

Класс точности отливки 11.

Допуск массы отливки для класса точности 11 не более 16%.

Коэффициенту использования материала определяем по формуле (1.2):

$$K_{\text{им}} = \frac{37}{41,3} = 0,89$$

1.5.1.3 Выбор варианта получения заготовки

Произведем расчет технологической себестоимости обоих методов:

$$S_{\text{T}} = \frac{m_{\text{дет}}}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_{\text{с}} \cdot (1 - K_{\text{им}})], \quad (1.6)$$

где $K_{\text{им}}$ – проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{\text{заг}}$ – стоимость 1 кг материала заготовки, $C_{\text{заг}} = 28$ руб;

$C_{\text{с}} = 0,495$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке сталь 25Л.

Литье в песчано-глинистую форму:

$$S_{\text{T}} = 37 / 0,87 \cdot [28 + 0,495 \cdot (1 - 0,87)] = 1193,3 \text{ руб}.$$

Литье в песчано-глинистую форму с машинной формовкой:

$$S_{\text{T}} = 37 / 0,89 \cdot [28 + 0,495 \cdot (1 - 0,89)] = 1168 \text{ руб}.$$

Технологическая себестоимость получения заготовки литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой незначительно меньше технологической себестоимости первого варианта. Учитывая этот фактор, в качестве метода получения заготовки выбираем литье в песчано-глинистые формы с машинной формовкой. Аналогично считаем для корпуса редуктора.

1.5.2 Составление технологического маршрута обработки

На основе анализа заводского технологического процесса изготовления детали разрабатываем новый технологический процесс, который представлен в таблице 1.7

Таблица 1.7 – Технологический маршрут обработки детали

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
Маршрут обработки крышки редуктора 308.10.001.		
005	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать плоскость в размер 18,2 _{-0,5} ; Фрезеровать плоскость в размер 17,4 _{-0,3} ; Фрезеровать торец в размер 333 _{-0,5} ; Центровать 15 отверстий Ø8мм (по плоскости); Сверлить 10 отверстий ø17Н14; Сверлить 3 отверстия ø14,4 ^{+0,3} ; Зенковать 3 фаски 2×45°; Нарезать резьбу М16-7Н.	Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели 6560МФ3
010	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
015	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать плоскость в трёх местах в размер 14,4 _{-0,3} , подготовка баз (чистовых) для шлифовальной операции. Цековать 10 отверстий ø28 ⁺¹ мм в размер 2 ⁺¹ мм Сверлить 2 отверстия ø7Н12.	Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели 6560МФ3
018	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
020	Плоскошлифовальная Шлифовать поверхность в размер 14 _{-0,1}	Станок плоскошлифовальный модель 3Е756
025	Слесарная Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
030	Контрольная Проверить размеры и требования по КД и ТП	Плита 1000х1600
Маршрут обработки корпуса редуктора 308.10.002		
005	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать плоскость в размер 17,2 _{-0,5} ; Фрезеровать плоскость в размер 16,4 _{-0,3} ; Фрезеровать торец в размер 333 _{-0,5} и 265±0,3;	Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели

	Центровать 10 отверстий $\varnothing 8$ мм (по плоскости); Сверлить 10 отверстий $\varnothing 14,4^{+0,3}$; Зенковать 10 фасок $2 \times 45^\circ$; Нарезать резьбу М16-7Н; Сверлить 2 отверстия $\varnothing 7$ Н12.	6560МФ3
--	---	---------

Продолжение таблицы 1.7

1	2	3
010	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
015	Фрезерная с ЧПУ Фрезеровать плоскость в трёх местах в размер $14,4_{-0,3}$, подготовка баз (чистовых) для шлифовальной операции.	Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели 6560МФ3
018	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
020	Плоскошлифовальная Шлифовать поверхность в размер $14_{-0,1}$	Станок плоскошлифовальный модель 3Е756
025	Контрольная Проверить размеры и требования по КД и ТП	Плита 1000x1600
Маршрут обработки корпуса редуктора в сборе 308.10.001/002		
005	Комплектование	
010	Промывка	
015	Сборка	
020	Радиально-сверлильная Рассверлить 2 отверстия $\varnothing 9$ Н14; Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 9,8$ Н12; Развернуть 2 конических отверстия $\varnothing 10$ с конусностью 1:50	Радиально-сверлильный станок 2М55

025	<p>Сверлильно-фрезерно-расточная Позиция 1 Фрезеровать плоскости в размеры 222_{-0,4}; 260_{-0,4}; 14±0,2; Расточить одновременно отверстие ø90H14 на длину 9 мм, отверстие ø97,4H12 на глубину 52±0,5; Расточить отверстие ø99,4H10; Расточить фаску 2,3x45°; Расточить отверстие ø100H7; Расточить одновременно отверстие ø157,6H12, отверстие ø166,8H12 на глубину 35±0,5; Расточить отверстие ø160H9; Расточить отверстие ø169,4H10 (на глубину 35±0,5); Расточить 2 фаски 30°, 2,3x45°; Расточить отверстие ø170H7;</p>	<p>Обрабатываю- щий центр ИСБ 1200</p>
-----	--	--

Продолжение таблицы 1.7

1	2	3
---	---	---

	<p> Центровать 19 отверстий $\varnothing 8$мм (по плоскости); Сверлить 12 отверстий $\varnothing 8,5^{+0,3}$ на длину 26^{+3} (п/р М10-7Н); Сверлить 7 отверстий $\varnothing 18$Н14; Зенковать 12 фасок $1,6 \times 45^\circ$ Нарезать резьбу М10-7Н на длину 20^{+3}. Позиция 2: Поворот стола на -180°. Фрезеровать плоскости в размеры $53 \pm 0,3$; $320 \pm 0,7$; $306 \pm 0,7$; Расточить отверстие $\varnothing 97,2$Н12, фаску $3,4 \times 45^\circ$; Расточить отверстие $\varnothing 99,4$Н10; Расточить отверстие $\varnothing 100$Н7; Расточить отверстие $\varnothing 107,2$Н12, фаску $3,4 \times 45^\circ$; Расточить отверстие $\varnothing 109,4$Н10; Расточить отверстие $\varnothing 110$Н7; Расточить отверстие $\varnothing 147$Н12, точить фаску $3,5 \times 45^\circ$; Расточить отверстие $\varnothing 149,6$Н10; Расточить отверстие $\varnothing 150$Н7; Центровать 26 отверстий $\varnothing 8$мм (по плоскости); Сверлить 9 отверстий $\varnothing 10,2^{+0,36}$ на длину 30^{+3} (п/р М12-7Н); Сверлить 6 отверстий $\varnothing 8,5^{+0,3}$ на длину 24^{+3} (п/р М10-7Н); Зенковать фаски $1,6 \times 45^\circ$; Нарезать резьбу М12-7Н; Нарезать резьбу М10-7Н; Сверлить 4 отверстия $\varnothing 22$Н14 на длину 10^{+5}; Сверлить 6 отверстий $\varnothing 6,7^{+0,26}$ (п/р М8-7Н); Нарезать резьбу М8-7Н; Сверлить отверстие $\varnothing 24,17^{+0,28}$ (п/р G 3/4 - В) на проход; Зенковать фаску $2,5 \times 45^\circ$; Нарезать резьбу G 3/4 - В; Цековать 6 отверстий $\varnothing 28^{+1}$ мм на глубину 2^{+1} мм. Позиция 3: Поворот стола на 135°; Фрезеровать плоскость в размер 14 ± 1; Центровать отверстие $\varnothing 8$мм (по плоскости); Сверлить отверстие $\varnothing 24,17^{+0,28}$ (п/р G 3/4 - В) на проход; Зенковать фаску $2,5 \times 45^\circ$; Нарезать резьбу G 3/4 - В </p>	
--	---	--

1	2	3
025	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
030	Контрольная Проверить размеры и требования по КД и ТП	Плита 1000x1600

1.5.3 Выбор баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров поверхностей, полученных в процессе обработки, выбор режущего и мерительного инструмента, станочных приспособлений, производительность обработки.

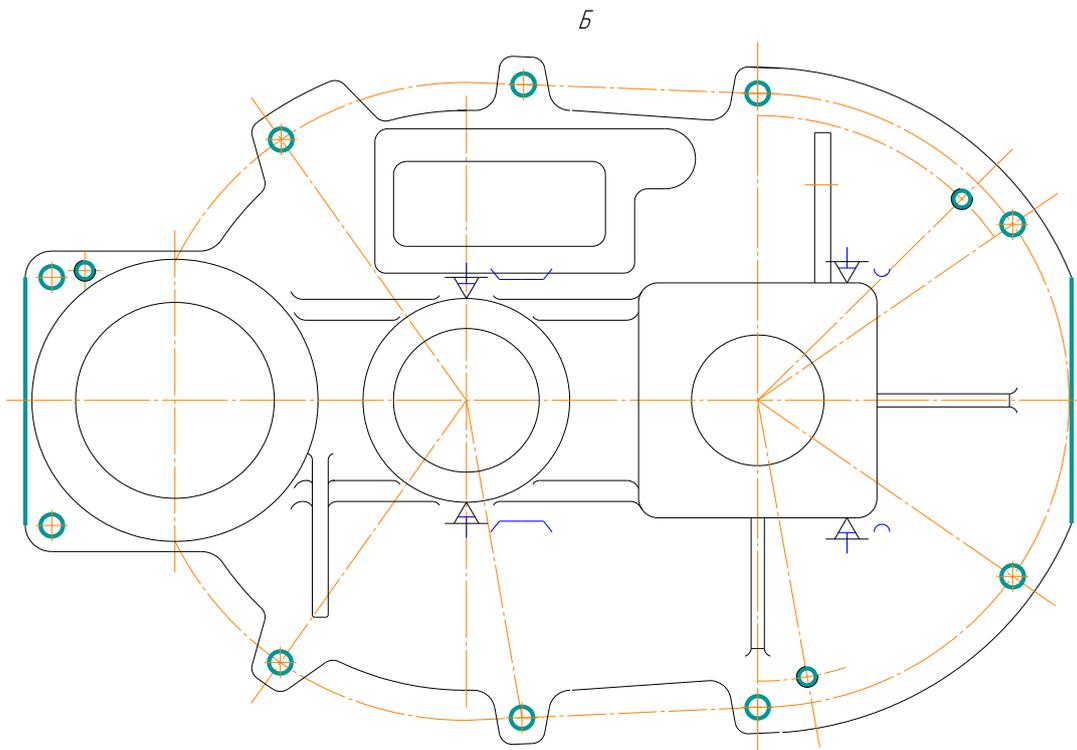
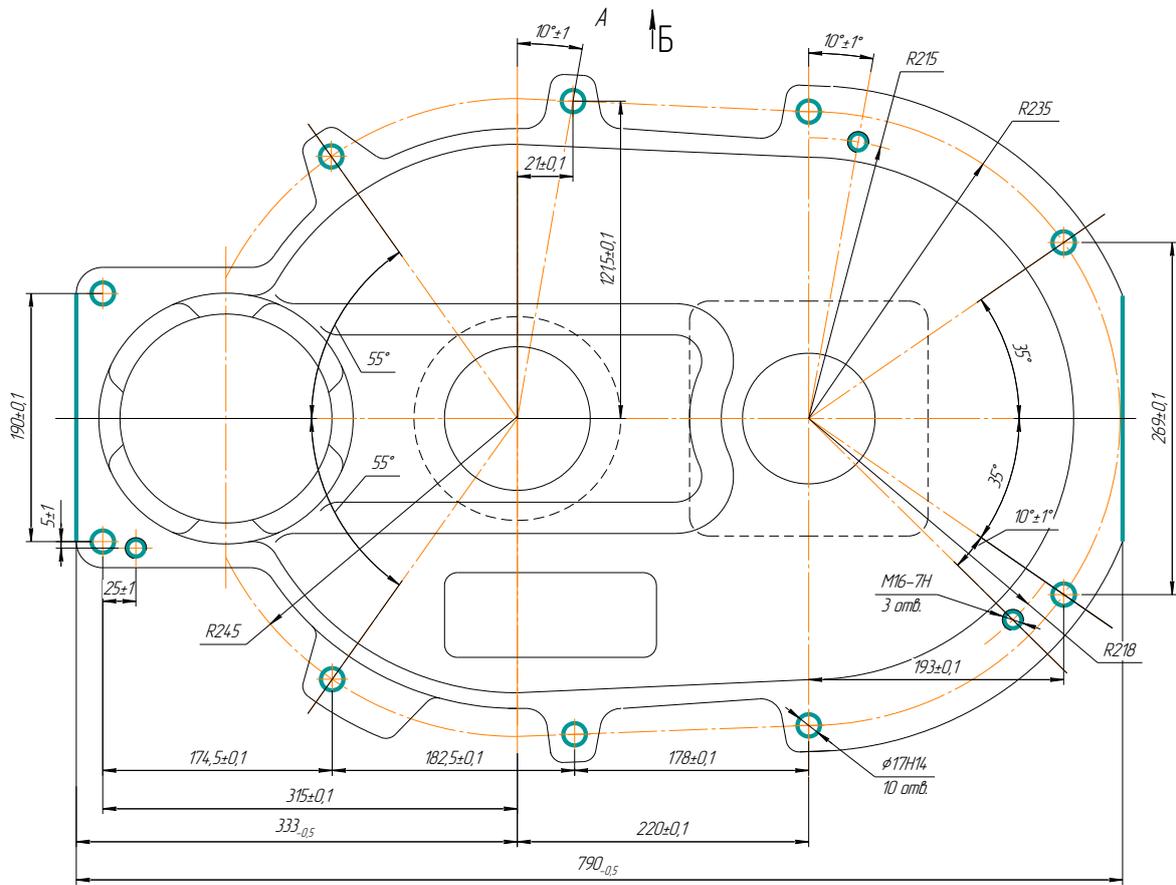
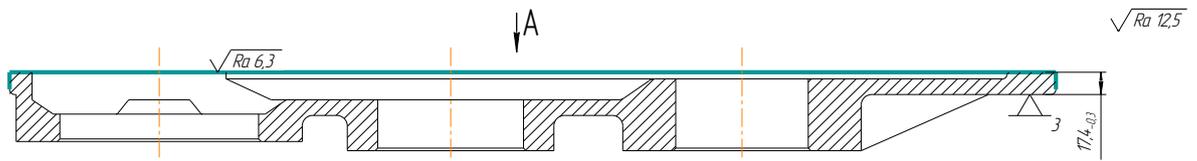
В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности:

1.5.3.1 Схемы базирования крышки редуктора

Операция 005 Фрезерная с ЧПУ. Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели 6560МФ3.

Заготовка базируется на плоскость и в самоцентрирующихся призмах с упором в точечную опору (рисунок 1.15).

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$. Диаметральные размеры обеспечиваются инструментом и станком, поэтому $\varepsilon_6=0$.



* Технологический размер

Рисунок 1.15 Схема базирования крышки редуктора

Операция 015 Фрезерная с ЧПУ. Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели 6560МФ3.

Заготовка базируется на плоскость и на два пальца (цилиндрический и срезанный) (рисунок 1.16).

Диаметральные размеры обеспечиваются инструментом и станком, поэтому $\epsilon_6=0$.

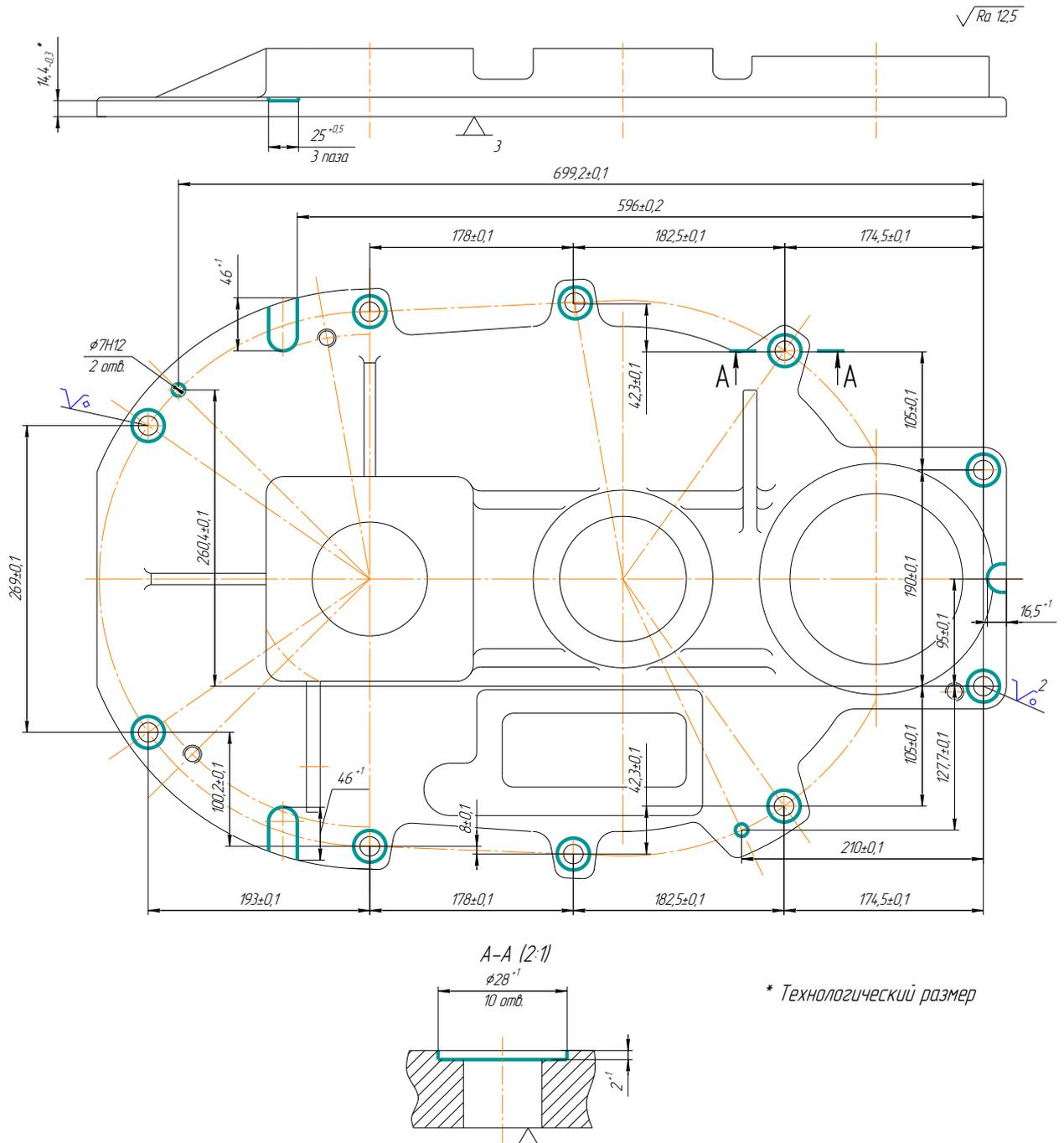


Рисунок 1.16 Схема базирования крышки редуктора

Операция 025 Плоскошлифовальная. Станок плоскошлифовальный модель 3Е756

Заготовка базируется на плоскость (рисунок 1.17).

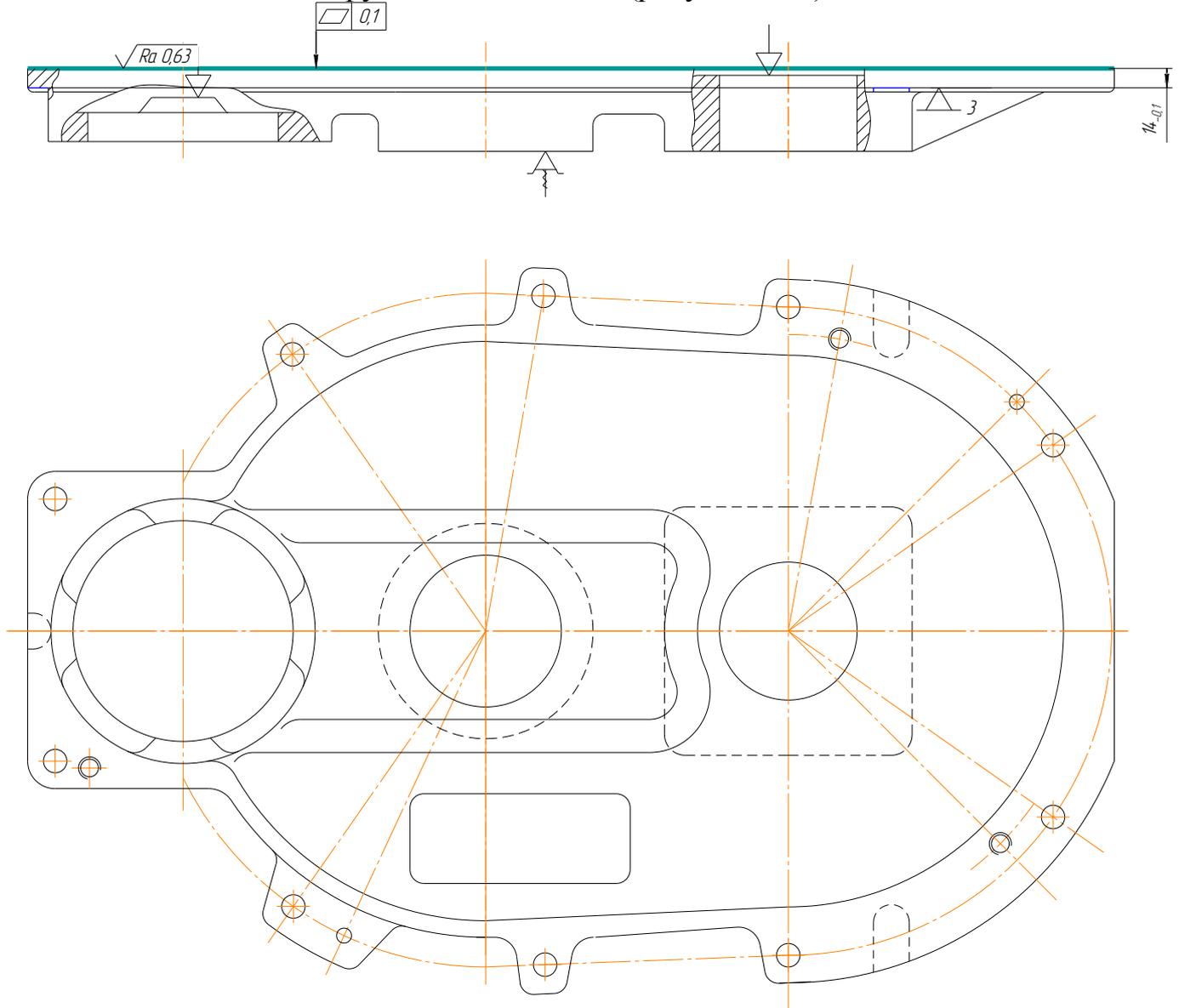


Рисунок 1.17 Схема базирования крышки редуктора

1.5.3.2 Схемы базирования корпуса редуктора

Операция 005 Фрезерная с ЧПУ. Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели 6560МФ3.

Заготовка базируется на плоскость и самоцентрирующимися призмами (рисунок 1.18 и рисунок 1.19). На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$. Диаметральные размеры обеспечиваются инструментом и станком, поэтому $\varepsilon_6=0$.

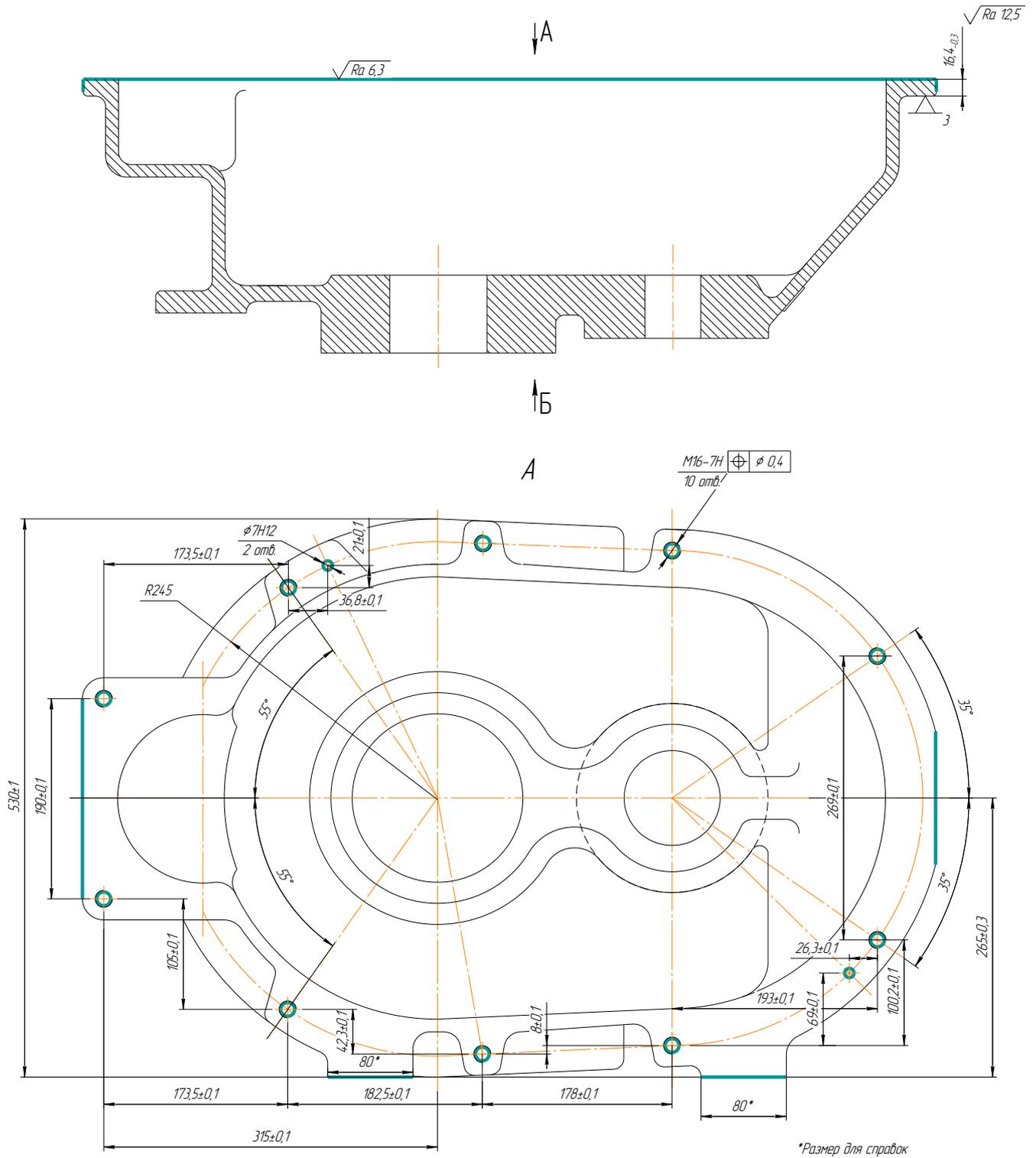


Рисунок 1.18 Схема базирования корпуса редуктора

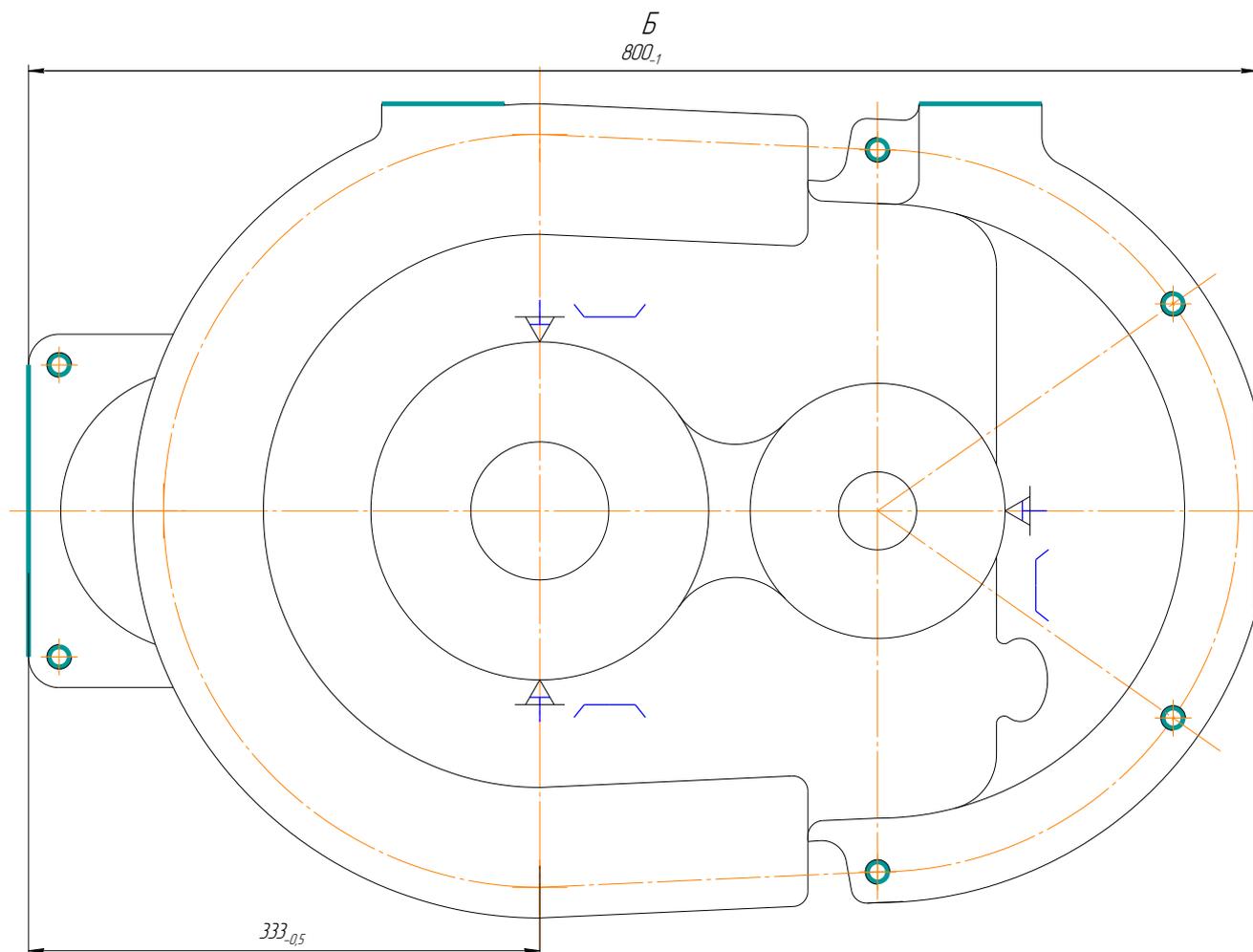


Рисунок 1.19 Схема базирования корпуса редуктора

Операция 015 Фрезерная с ЧПУ. Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели 6560МФ3.

Заготовка базируется на плоскость и на два пальца (цилиндрический и срезанный) (рисунок 1.20).

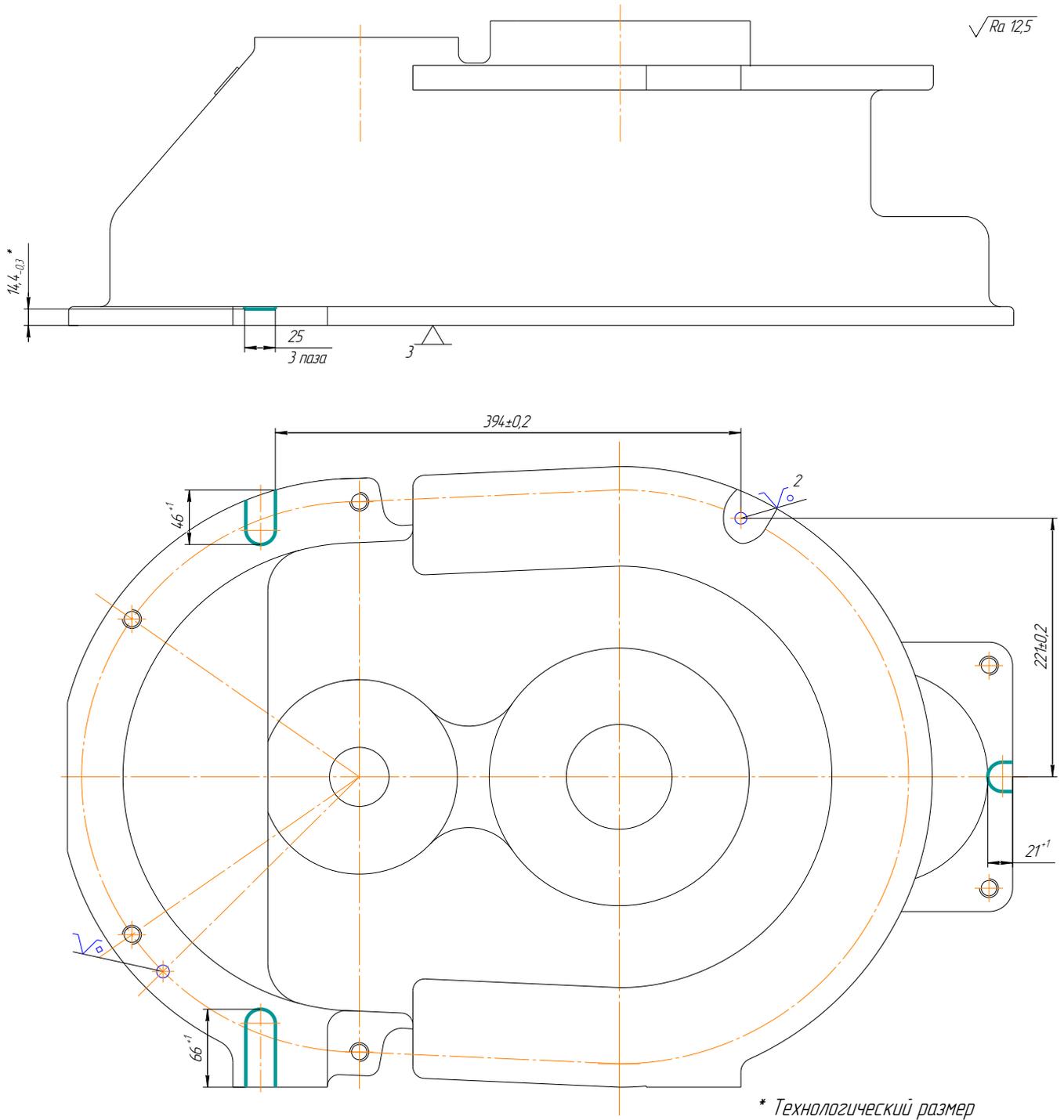


Рисунок 1.20 Схема базирования корпуса редуктора

Операция 020 Плоскошлифовальная. Станок плоскошлифовальный модель 3Е756.

Заготовка базируется на плоскость (рисунок 1.21).

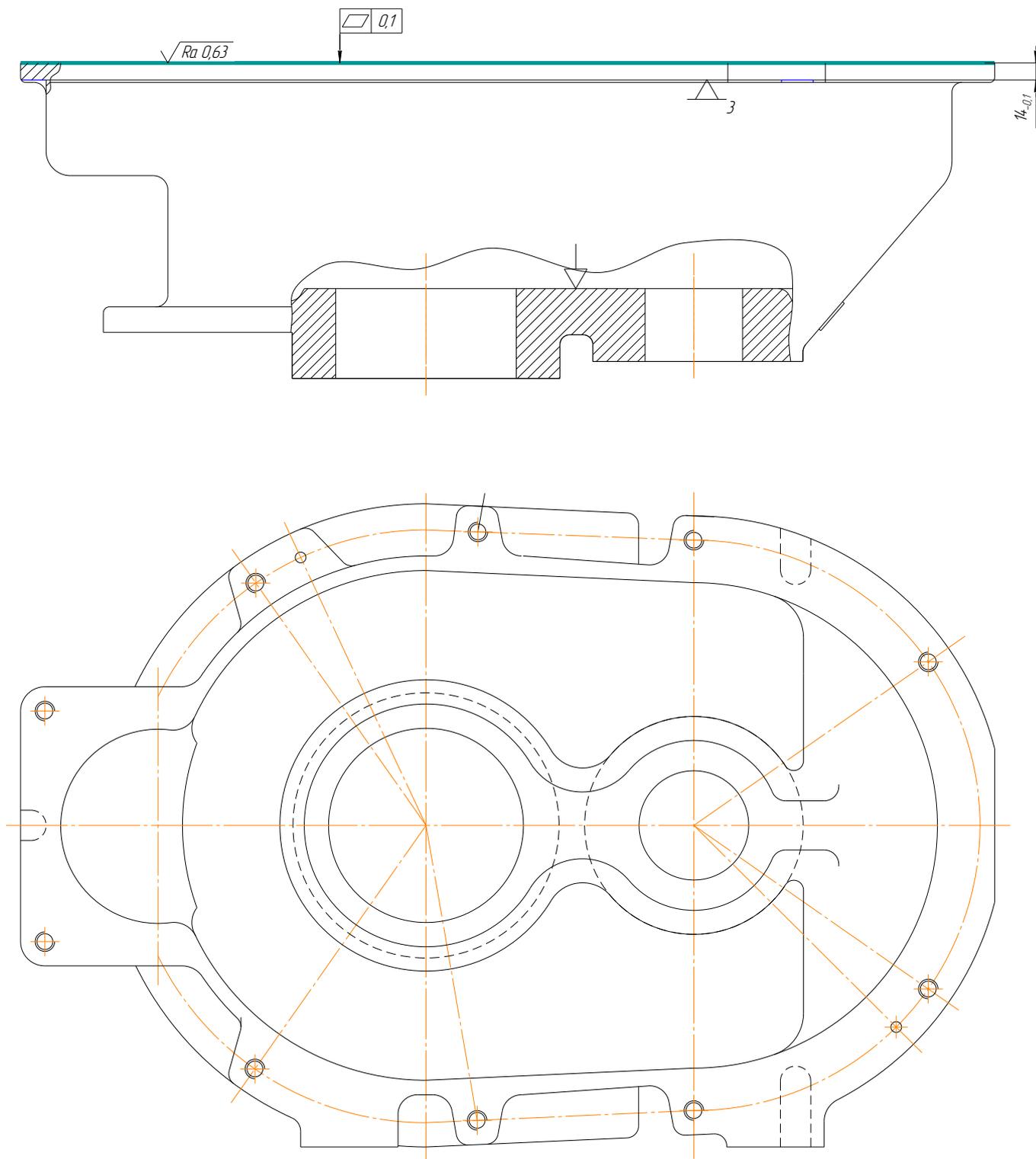


Рисунок 1.21 Схема базирования корпуса редуктора

1.5.3.3 Схемы базирования корпуса редуктора в сборе
Операция 020 Радиально-сверлильная. Радиально-сверлильный станок
2М55
Заготовка базируется в приспособлении на плоскость (рисунок 1.22).

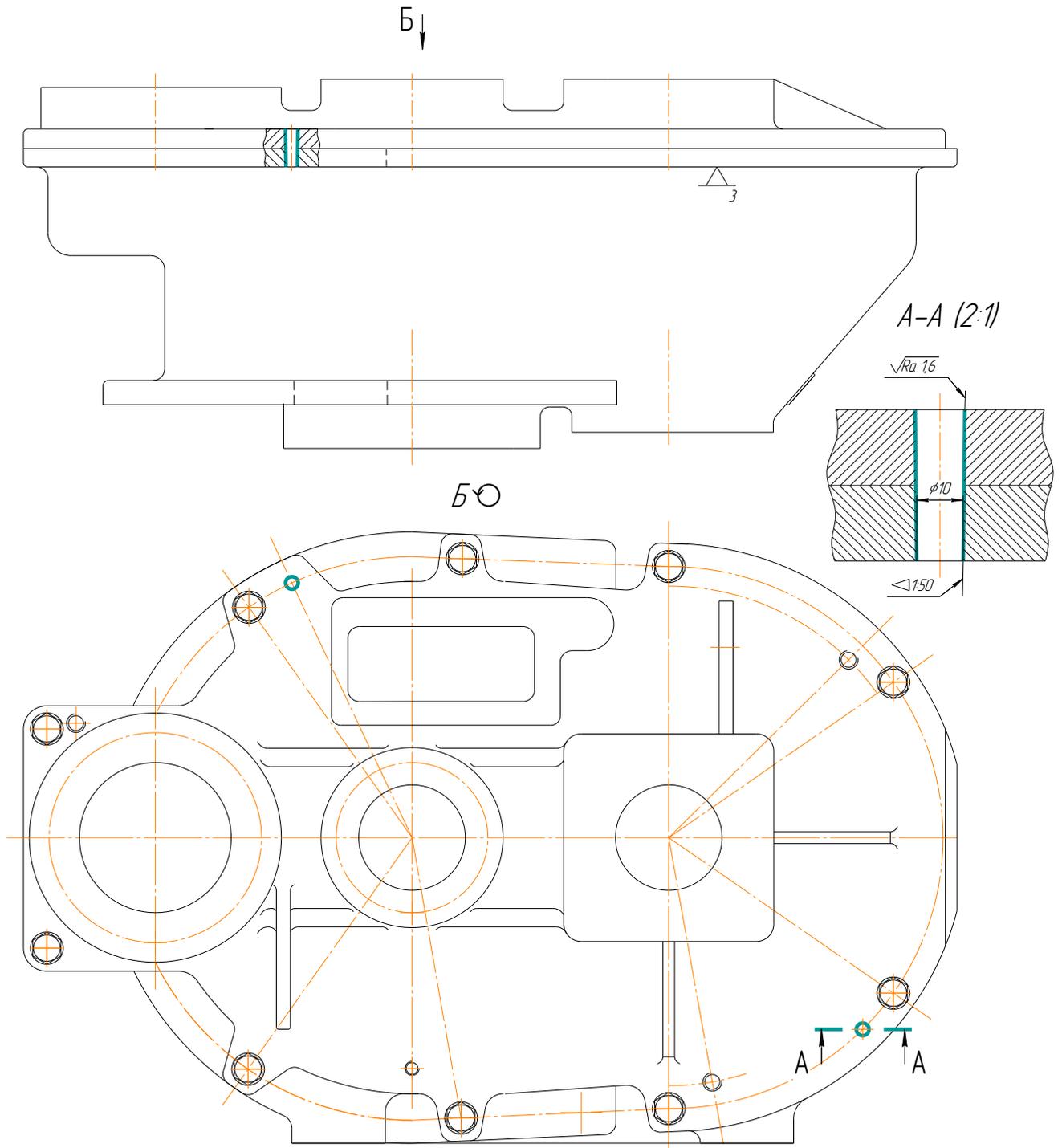


Рисунок 1.22 Схема базирования корпуса редуктора

Операция 025 Сверлильно-фрезерно-расточная. Обрабатывающий центр ИСБ 1200.

Заготовка базируется в специальном приспособлении на плоскость, по плоскости разъема корпуса и по боковой поверхности (рисунок 1.23 - 1.25).

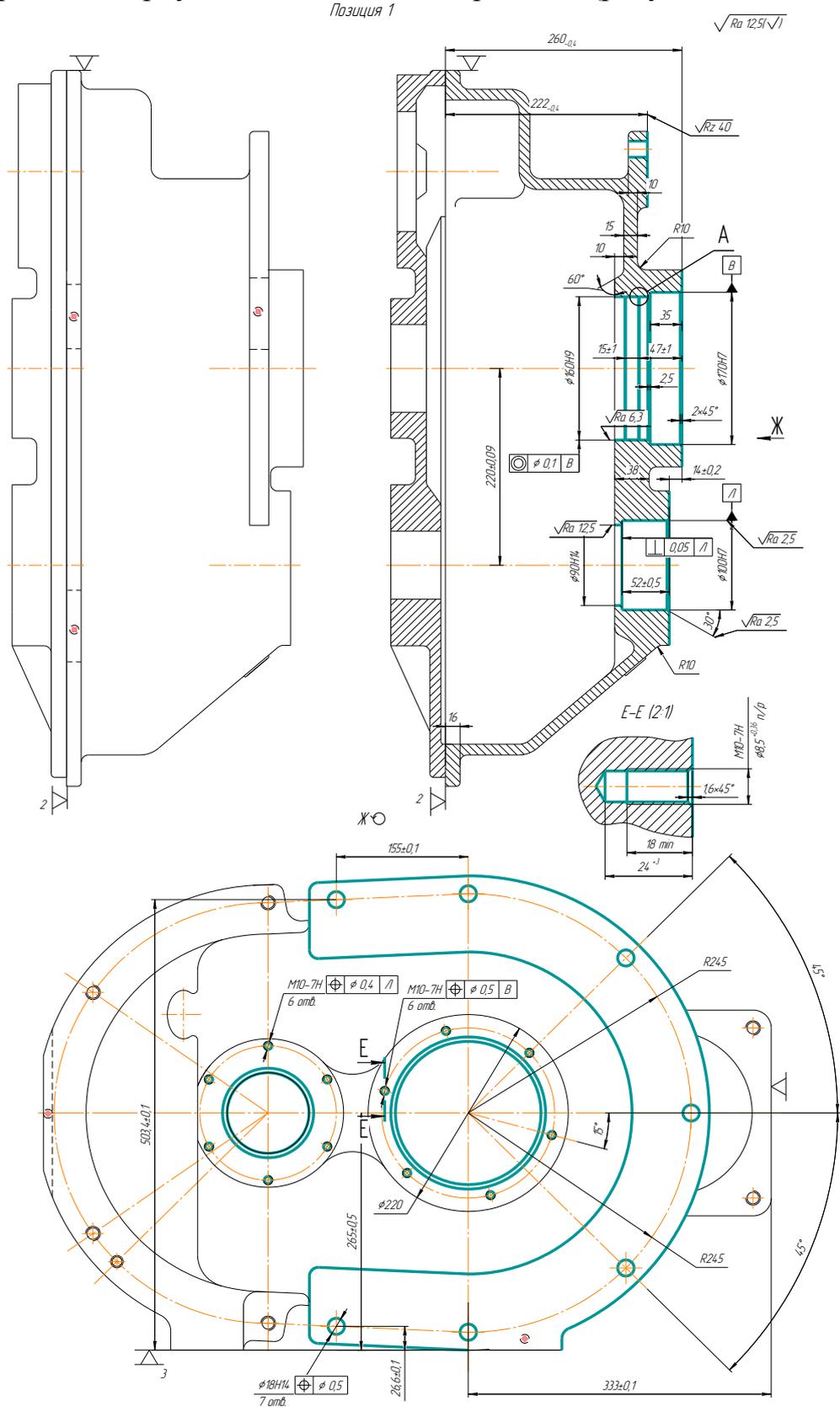


Рисунок 1.23 Схема базирования корпуса редуктора

Рисунок 1.24 Схема базирования корпуса редуктора

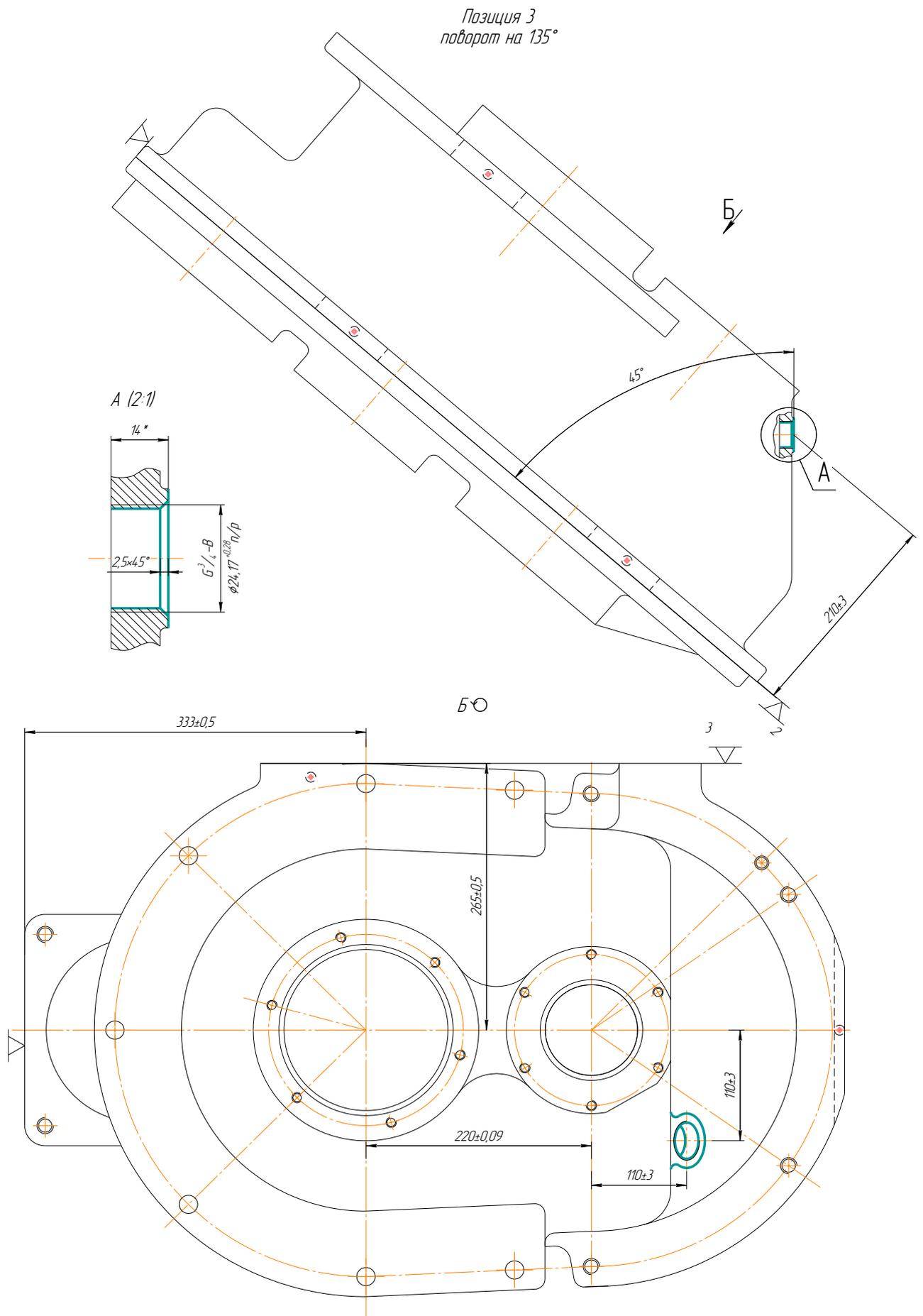


Рисунок 1.25 Схема базирования корпуса редуктора

1.5.4 Выбор средств технологического оснащения

1.5.4.1 Выбор оборудования [7]

Операция 005 и 015 Фрезерная с ЧПУ (обработка крышки и корпуса)

Таблица 1.8 – Вертикально-фрезерный станок ЧПУ. Модель 6560МФЗ.

Технические характеристики	Значение
Размеры рабочей поверхности стола, мм ширина длина	630 1600
Время смены инструмента, с.	20
Наибольшее перемещение стола, мм продольное поперечное вертикальное	800 500 300
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	100–630
Внутренний конус шпинделя (конусность 7:24)	50
Конус отверстия в шпинделе	7:24
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	40–2000
Число подач стола	18
Подача, мм/мин стола шпиндельной бабки	5 – 1200 5 – 1200
Скорость быстрого перемещения, мм/мин стола шпиндельной бабки	1200 – 4800 1200 – 4800
Мощность электродвигателя, кВт	15
Габаритные размеры, мм длина ширина высота	5000 4380 3300
Масса (без выносного оборудования), кг	10500

Операция 020 Плоскошлифовальная (обработка крышки и корпуса)

Станок плоскошлифовальный с выдвижным круглым магнитным столом и вертикальным шпинделем. Модель 3Е756.

Предназначен для шлифования поверхностей различных деталей из стали, чугуна и др. торцом шлифовального круга. На станке установлено измерительное устройство для проверки размеров деталей в процессе обработки.

Таблица 1.9 – Станок плоскошлифовальный с выдвижным круглым магнитным столом и вертикальным шпинделем. Модель 3E756.

Технические характеристики	Значение
Диаметр магнитного стола, мм	900
Наименьшее расстояние от зеркала стола до основания станка, мм	1060
Продольное перемещение стола, мм	520±10
Скорость продольного перемещения стола, м/мм	3,2±0,3
Ступени частот вращения стола	6
Частота вращения стола, об/мин	5-30
Обрабатываемое изделие: наибольшая высота, мм наибольший диаметр, мм наименьший диаметр, мм	450 800 40
Наибольшая масса, кг	400
Размеры конуса шпинделя: конусность диаметр D, мм диаметр d ₁ , мм	1:5 100 M48x3-6g
Наибольший крутящий момент на шпинделе станка, кНм	0,38
Наибольшая величина снимаемого припуска при измерении, мм	1,2
Наибольшая длина образующей шлифовального круга участвующая в резании, мм	7800
Шлифовальная бабка: вертикальное перемещение, мм на один оборот лимба на одно деление лимба вертикальная подача (б/с), мм/мин	0,25 0,005 0,05-3,0
Скорость быстрого хода, м/мин	0,26
Шлифовальный круг: тип размеры наибольший диаметр, мм	500x100x400 500
Частота вращения (синхронная), об/мин	1000
Габариты станка, мм	2800x2500x338 0
Масса станка, кг	9600
Суммарная мощность, кВт	23

Операции 020 Радиально-сверлильная. (обработка в сборе)

Таблица 1.10 – Радиально-сверлильный станок 2М55

Технические характеристики	Значение
Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	50
Расстояние от оси шпинделя до образующей колонны, мм	375... 1600
Расстояние от нижнего торца шпинделя до рабочей поверхности плиты, мм	450... 1600
Наибольшее перемещение: вертикальное, рукава на колонне поперечное горизонтальное, сверлильной головки по рукаву	750 1225
Максимальное рабочее перемещение поперечного суппорта: продольное поперечное	554 100
Конус Морзе отверстия шпинделя	5
Число скоростей шпинделя	21
Частота вращения шпинделя, об/мин	20 - 2000
Число подач шпинделя	12
Подача шпинделя, мм/об	0,056...2,5
Наибольшая сила подачи	20 МН
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	2665 1020 3430
Масса, кг	4700

Операция 025 Сверлильно-фрезерно-расточная. (обработка в сборе)

Быстроходный обрабатывающий центр ИСБ 1200 отличается скоростным выдвижным шпинделем диаметром 130 мм, вращающимся со скоростью до 3000 об/мин с высоким крутящим моментом 1700 Нм, мощностью 30 кВт, высокой скоростью установочных перемещений 30 м/мин. Подача СОЖ осуществляется как внешним поливом, так и через шпиндель под давлением до 0,5 МПа.

Таблица 1.11 – Обрабатывающий центр ИСБ1200

Технические характеристики	Значение
1	2

Размер рабочей поверхности, мм	1200x1200
Грузоподъемность стола, кг	4000

Продолжение таблицы 1.11

1	2
X – подача стола поперечно, мм	1600
Y - шпиндельная бабка вертикально, мм	1400
W - стойка продольно, мм	1000
Z - выдвижной шпиндель, мм	710
B - поворотный стол, град	360°
Дискретность поворота стола (ось B), град	0,001°
Диаметр расточного шпинделя, мм	130
Конус отверстия в шпинделе	50-2 ГОСТ25827-93
Скорость вращения, об/мин	8...2500
Мощность главного привода, кВт	28
Наибольший крутящий момент, Нм	1700
Рабочие подачи по линейным осям, мм/мин.	1...5000
Ускоренные перемещения по осям X, Y, W / Z, м/мин.	15/15/15/6
Усилие подачи по осям X / Y, Z / W, кН	12,5 / 10,0 / 15,0
Ускоренное перемещение по оси B, об/мин	2
Рабочие подачи оси B, град/мин	1...360°
Емкость инструментального магазина, шт.	50
Объем накопителя, шт.	2
Режим смены столов-спутников	автоматический
Время смены столов-спутников, сек	100
Поливом через сопла над шпинделем, расход, л/мин	100
В зону резания через ось шпинделя, расход, л/мин	20
Класс точности согласно ГОСТ 2110	П - повышенный
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	8700х 5200х 4500
Общая масса, кг	25000

1.5.4.2 Выбор средств технологического оснащения [8,9,10]

а) Операция 005 Фрезерная с ЧПУ (обработка крышки):

- фреза торцевая насадная \varnothing 125, z=8, 1Ф/3844-125, ТУ2.035.00223131.177-92 (ТИЗ) (торцевая насадная с механическим креплением твёрдосплавных пластин) – 2шт.;

- сменная многогранная пластина SEHN 1204AFFN (сплав TP40AM) – 8шт;

- сменная многогранная пластина SEHN 1204AFFN (сплав TP20AM) – 8шт;

- фреза концевая с механическим креплением твердосплавных пластин 1Ф/0175 Ø 50, z=4, ТУ3918-02-0223131-96 (ТИЗ);
- сменная многогранная пластина ZPCW 200412 (сплав TP40AM) – 4шт;
- сверло центровочное специальное Ø12, P6M5 ГОСТ10903-77;
- сверло Ø20 HSS/E, 116360 20 DIN 345 (GARANT);
- сверло Ø17 HSS/E, 116360 17 DIN 345 (GARANT);
- сверло Ø14,4 HSS/E, 116360 14,4 DIN 345 (GARANT);
- метчик M16 P6M5 ГОСТ 3266-81;
- хвостовик ГОСТ 25827-83;
- оправка для фрезы 50-190 ОСТ2 П15-2-84 – 2 шт.;
- державка 50-3-186,6 ОСТ2 П15-2-84 – 5шт.;
- патрон резьбонарезной ТУ 2-035-975-85;
- ШЦ-11-250-0,1 ГОСТ 166-80;
- пробка ПР, HE M16-7H ГОСТ 4750-74;
- пробка ø17H14 ГОСТ 8376-77;
- приспособление специальное;
- смазочно-охлаждающая жидкость ЛЗ-СОЖ-15 (MHD) ГОСТ 28549.7;
- очки 0 ГОСТ 12.4.013-85.

б) Операция 015 Фрезерная с ЧПУ:

- фреза концевая с механическим креплением твердосплавных пластин 1Ф/0168 Ø 25, z=3, ТУ3918-02-0223131-96 (ТИЗ);
- сменная многогранная пластина ZDCW 150312 (сплав TP40AM) – 3шт;
- цековка 28x10 СТП 406-1221-76;
- сверло Ø7, HSS/E TiAlN, 114600 7 DIN 338 (GARANT);
- державка 50-3-186,6 ОСТ2 П15-2-84 – 3шт.;
- втулка 6101-0122 ГОСТ 18258-72 для стандартных инструментов;
- ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- приспособление специальное;
- смазочно-охлаждающая жидкость ЛЗ-СОЖ-15 (MHD) ГОСТ 28549.7;
- очки 0 ГОСТ 12.4.013-85.

в) Операция 020 Плоскошлифовальная:

- шлифовальный круг Тип 2 500x100x400 25А 40К 6V.32.2;
- измерительное устройство (на станке) тип ВВ-4066К;
- алмазнометаллический карандаш 3908-0070 2П ГОСТ 607-80;
- приспособление специальное;
- ШЦ-11-125-0,1 ГОСТ 166-80.

г) Операция 005 Фрезерная с ЧПУ (обработка корпуса)

- сверло Ø7, HSS/E TiAlN, 114600 7 DIN 338 (GARANT);
- приспособление специальное ФЮРА.300092.004 СБ.

Остальное смотри обработку крышки кроме:

- сверло 17 2301-3254 ГОСТ12121-77
- пробка ø17H14 ГОСТ 8376-77 ПР.

д) Операция 015 Фрезерная с ЧПУ.

Смотри обработку крышки кроме:

- цековка 28x10 СТП 406-1221-76;
- сверло Ø7, HSS/E TiAlN, 114600 7 DIN 338 (GARANT).

е) Операция 020 Плоскошлифовальная.

Смотри обработка крышки операция 020.

ж) Операция 020 Радиально-сверлильная (Обработка корпуса в сборе):

- сверло Ø9, HSS/E TiAlN, 114600 9 DIN 338 (GARANT);
- зенкер Ø9,8 2320-2555 ГОСТ 12489-71;
- развертка коническая Ø10 2373-0027 ГОСТ 10081-74;
- патрон 6251-0182 ГОСТ 14077-83;
- втулка 6120-0353 ГОСТ 13409-83 – 3шт.;
- смазочно-охлаждающая жидкость ЛЗ-СОЖ-15 (МНД) ГОСТ 28549.7;
- очки 0 ГОСТ 12.4.013-85.

з) Операция 025 Сверлильно-фрезерно-расточная (Обработка корпуса в сборе);

- фреза торцевая насадная Ø 100, z=8, 1Ф/3895-100, ТУ2.035.00223131.149-95 (ТИЗ) (торцевая насадная с механическим креплением твёрдосплавных пластин) – 1шт.;

- сменная многогранная пластина SPMT 120408 (сплав TP20AM) – 8шт;
- сверло центровочное специальное Ø12, P6M5 ГОСТ10903-77;
- резец 16x16x63 T5K6 ГОСТ 9797-84;
- резец 2142-0443 T15K6 ГОСТ 9795-73;
- резец 2142-0591 T15K6 ГОСТ 9797-84;
- резец 2142-0447 T5K10 ГОСТ 9795-73;
- резец 2142-0593 T5K10 ГОСТ 9795-73;
- резец 2142-0593 T15K6 ГОСТ 9795-73;
- головка расточная 1813-2011 T5K10 ост2И23-1-83 – 2шт.;
- головка расточная однозубая T15K6 1813-2021 ост 2И23-1-83 – 2шт.;
- оправка расточная специальная – 8 шт.;
- оправка расточная специальная ФЮРА.300092.006 СБ;
- фреза одноугловая P6M5 ТУ 2-035-526-76;
- сверло Ø6,7 HSS/E TiAlN, 114600 6,7 DIN 338 (GARANT);
- сверло Ø8,5 HSS/E TiAlN, 114600 8,5 DIN 338 (GARANT);
- сверло Ø10,2 HSS/E TiAlN, 114600 10,2 DIN 338 (GARANT);
- сверло Ø18 HSS/E, 116360 18 DIN 345 (GARANT);
- сверло Ø22 HSS/E, 116360 22 DIN 345 (GARANT);
- зенковка 2353-0113 ГОСТ 14953-80;
- зенковка 2353-0131 ГОСТ 14953-80;
- метчик M8 P6M5 ГОСТ 3266-81;
- метчик M12 P6M5 ГОСТ 3266-81;
- метчик M10 P6M5 ГОСТ 3266-81;
- метчик G ¾ HSS/E 133300 DIN 5156 (GARANT);
- цековка 28x10 СТП 406-1221-76;
- оправка для фрезы 50-190 ОСТ2 П15-2-84;
- державка 50-3-186,6 ОСТ2 П15-2-84 – 10шт.;

- патрон резьбонарезной ТУ 2-035-975-85 – 4шт.;
- втулка 6120-0353 ГОСТ 13409-83 – 3шт.;
- патрон 191.132.050 ТУ 2-035-986-85 – 3шт.;
- приспособление специальное ФЮРА.300092.005 СБ;
- образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;
- пробка Пр, НЕ 22Н14 ГОСТ 11756-72 ;
- пробка Пр, НЕ 18Н14 ГОСТ 11756-72 ;
- пробка Пр, НЕ 100Н7 стп 406-4308-75;
- пробка Пр, НЕ 110Н7 стп 406-4308-75;
- пробка Пр, НЕ 150Н7 стп 406-4308-75;
- пробка Пр, НЕ 160Н9 стп 406-4308-75;
- пробка Пр, НЕ М8-7Н стп 406-4307-82;
- пробка Пр, НЕ М10-7Н стп 406-4307-82;
- пробка Пр, НЕ М12-7Н стп 406-4307-82;
- пробка Пр, НЕ G $\frac{3}{4}$ стп 406-4307-82;
- пробка Пр, НЕ 170Н7 стп 406-4308-75;
- штангенглубомер ШГ-400 ГОСТ 162-80;
- штангенрейсмус ШР 400-0,05 ГОСТ 164-80;
- ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80;
- шаблон 5 стп 406-4340-75;
- шаблон 10 стп 406-4342-76;
- нутромер НИ 100-160-1 ГОСТ 868-82;
- калибр перпендикулярности;
- калибр перпендикулярности;
- калибр перпендикулярности;
- калибр соосности ФЮРА.300092.007 СБ;
- смазочно-охлаждающая жидкость ЛЗ-СОЖ-15 (МНД) ГОСТ 28549.7;
- очки 0 ГОСТ 12.4.013-85.

1.5.5 Расчёт припусков на механическую обработку

Расчёт припусков производится по методике, изложенной в [4] .

Припуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Любая заготовка, предназначенная для механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали. В величину припуска, снимаемого при первых, черновых операциях, входит также дефектный слой. Дефектный слой включает в себя выпуклости, вмятины, раковины, трещины, погрешности формы и размеров заготовки. У штамповок дефектный слой от 0,5 до 1,5 мм [4]. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков (РАМОП). РАМОП предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам (промежуточные припуски).

Расчет припусков на обработку для отверстия диаметром $150\text{H}7^{(+0,04)}$ мм.
 Технологический маршрут обработки отверстия диаметром $150^{(+0,04)}$

состоит из черного, чистового и тонкого растачивания. Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы 1.11.

Таблица 1.11 – Последовательность переходов

Отверстие Ø150H7 ^(+0,04)	Квалитет точности	высота неровностей профиля Rz, мкм	глубина дефектного поверхностного слоя h, мкм.
Отливка		250	250
Черновое растачивание	12кв. (-0,46)	50	50
Чистовое растачивание	9кв. (-0,12)	25	25
Тонкое растачивание	7кв. (-0,074)	2,5	2,5

Rz – высота неровностей профиля, мкм;

h – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки, по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{КОР}}^2 + \Delta_{\text{СМ}}^2}, \quad (1.7)$$

где $\Delta_{\text{СМ}}=500\text{мкм}$ – смещение стержня в горизонтальной или вертикальной плоскости, равное допуску на базовую поверхность.

$$\Delta_{\text{КОР}} = \sqrt{(\Delta_{\text{К}} \cdot L)^2 + (\Delta_{\text{К}} \cdot d)^2}, \quad (1.8)$$

где $\Delta_{\text{КОР}}$ - величина коробления отверстия;

$L=32$ мм – длина отверстия отливки;

$\Delta_{\text{К}} = 1\text{мкм}$ – коробление на 1мм.

$$\Delta_{\text{КОР}} = \sqrt{(1 \cdot 32)^2 + (1 \cdot 150)^2} = 154\text{мкм}.$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{154^2 + 500^2} = 523\text{мкм}.$$

Суммарное значение пространственных отклонений при черновом растачивании:

$$\Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ1}}} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma}, \quad (1.9)$$

где $K_y=0,06$ – коэффициент уточнения по [4];

$$\Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ1}}} = 0,06 \cdot 523 = 31\text{мкм}.$$

Суммарное значение пространственных отклонений при чистовом растачивании:

$$\Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ2}}} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ1}}}, \quad (1.10)$$

где $K_y=0,05$.

$$\Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ}2}} = 0,05 \cdot 31 = 1,55 \text{ мкм.}$$

Суммарное значение пространственных отклонений при чистовом растачивании:

$$\Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ}3}} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ}2}}, \quad (1.11)$$

где $K_y = 0,04$.

$$\Delta_{\Sigma_{\text{ОСТ}3}} = 0,04 \cdot 1,55 = 0,062 \text{ мкм.}$$

Погрешность на предшествующей операции при обработке базовой поверхности: $\varepsilon_q = 500 \text{ мкм}$

При черновом растачивании:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2} + \varepsilon_q, \quad (1.12)$$

где $\varepsilon_3 = 0$ – погрешность закрепления;

$\varepsilon_B = l \cdot \text{tg}\alpha$ – погрешность базирования;

$l = 32 \pm 1,5$ – длина обрабатываемой поверхности;

α – угол поворота заготовки на штырях;

$$\text{tg}\alpha = S_{\text{MAX}} / L, \quad (1.13)$$

где $S_{\text{MAX}} = S_{\text{MIN}} + \Delta_e + \Delta_n$ – максимальный зазор между отверстиями и штырями;

$L = 220 \text{ мм}$ – расстояние между базовыми отверстиями;

$S_{\text{min}} = 0,12 \text{ мм}$ – min зазор между диаметром пальца и отверстия;

$\Delta_e = 0,015 \text{ мм}$ – допуск на диаметр отверстия;

$\Delta_n = 0,011$ – допуск на диаметр пальца.

$$\text{tg}\alpha = \frac{0,015 + 0,011 + 0,012}{220} = 0,00011.$$

$$\varepsilon_B = 32 \cdot 0,00011 = 3,6 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon = 3,6 + 500 = 504 \text{ мкм.}$$

При чистовом растачивании:

$$\varepsilon_q = K_y \cdot \varepsilon = 0,05 \cdot 504 = 25,2 \text{ мкм.} \quad (1.14)$$

При чистовом растачивании:

$$\varepsilon_T = K_y \cdot \varepsilon_q = 0,04 \cdot 25,2 = 1 \text{ мкм.} \quad (1.15)$$

На основе проведенных расчетов проводим расчет минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left[(R + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]. \quad (1.16)$$

Минимальный припуск на черновое растачивании:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left[500 + \sqrt{523^2 + 504^2} \right] = 2 \cdot 1226 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при чистовом растачивании:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left[(50 + 50) + \sqrt{31^2 + 25,4^2} \right] = 2 \cdot 140 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при тонком растачивании:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \left[(25 + 25) + \sqrt{1,55^2 + 1^2} \right] = 2 \cdot 51 \text{ мкм.}$$

Рассчитываем наибольший предельный размер для конечного перехода:

$$150+0,04=150,04\text{мм.}$$

Для предшествующих переходов определяем расчетный размер, вычитая из последующего размера Z_{\min} .

Для чистового растачивания

$$150-2\cdot 0,051=149,898\text{мм.}$$

Для чернового растачивания

$$149,898-2\cdot 0,140=149,618\text{мм.}$$

Для заготовки $149,6-2\cdot 1,226=147,166\text{мм.}$

Записываем максимальные предельные размеры, округляя их до знака допуска.

Определяем минимальные размеры, вычитая допуск.

Аналогично рассчитываем для остальных диаметров.

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.12

Таблица 1.12 – Операционные припуски

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Допуск на изготовление T_d , мм	Расчетный припуск $2Z_{\min p_2}$, мм	Расчетный размер d_p , мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	h	Δ_Σ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
$\varnothing 150^{(+0,04)}$ заготовка	250	250	523	-	1800	-	147,166	145,3	147,1	-	-
Растачивание черновое	50	50	31	504	1000	2×1226	149,61	148,6	149,6	2500	3300
Растачивание чистовое	25	25	1,55	25,2	250	2×140	149,898	149,65	149,9	300	1050
Растачивание тонкое	2,5	-	-	1	40	2×51	150	150	150,04	140	350

1.5.6 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания и назначение режимов обработки производим по [7,8,11,12].

1.5.6.1 Операция 005 Фрезерная с ЧПУ (обработка крышки корпуса)

Первый переход: Фрезеровать плоскость в размер 18,2_{-0,5}.

Фреза торцевая насадная \varnothing 125, $z=8$, 1Ф/3844-125, ТУ2.035.00223131.177-92

Глубину резания принимаем $t = 2,8$ мм, ширину фрезерования $B = 50$ мм;

Назначаем подачу на зуб: $S_z = 0,12$ мм/зуб [7];

Скорость резания находим по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \quad (1.17)$$

где T – период стойкости фрезы, который принимаем равным $T = 180$ мин. [7];

C_v, q, x, y, u, p, m – коэффициент и показатели степени [7], $C_v = 332$, $q = 0,2$, $x = 0,1$, $y = 0,4$, $u = 0,2$, $p = 0$, $m = 0,2$;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, который определяется по формуле:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{PIV}, \quad (1.18)$$

где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал, который определяется по формуле:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.19)$$

где K_{Γ} – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, $K_{\Gamma} = 1,0$;

n_v – показатель степени, $n_v = 1$;

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^1 = 1,42;$$

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{IV} = 0,65$;

K_{PIV} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания, $K_{PIV} = 1,0$;

$$K_v = 1,42 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 0,92.$$

$$V = \frac{332 \cdot 125^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 2,8^{0,1} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 50^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 0,92 = 245,5 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (1.20)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 245,5}{3,14 \cdot 125} = 624,9 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст} = 500$ об/мин.

Находим действительную скорость резания по формуле:

$$V_d = \frac{\pi D n_{ct}}{1000}, \quad (1.21)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 500}{1000} = 196,2 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу определяем по формуле:

$$S_M = S_z z n_{ct}, \quad (1.22)$$

$$S_M = 0,12 \cdot 8 \cdot 500 = 480 \text{ мм/мин.}$$

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n_{ct}^w} K_{MP}, \quad (1.23)$$

где C_p , x , y , u , q , w – коэффициент и показатели степени, $C_p = 825$, $x = 1$, $y = 0,75$, $u = 1,1$, $q = 1,3$, $w = 0,2$;

K_{MP} – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, который определяется по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (1.24)$$

где n – показатель степени, $n = 0,3$;

$$K_{MP} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,3} = 0,9;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,8^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 50^{1,1} \cdot 8}{125^{1,3} \cdot 500^{0,2}} \cdot 0,9 = 2236,4 \text{ Н.}$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}, \quad (1.25)$$

$$M_{кр} = \frac{2236,4 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 1397,7 \text{ Нм.}$$

Мощность, затрачиваемую на резание, определяем по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z V_d}{1020 \cdot 60}, \quad (1.26)$$

$$N_{рез} = \frac{2236,4 \cdot 196,2}{1020 \cdot 60} = 7,16 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка производится по формуле:

$$N_{рез} \leq N_{шп}, \quad (1.27)$$

где $N_{шп}$ – мощность привода станка, которая определяется по формуле:

$$N_{шп} = N_{ct} \eta, \quad (1.28)$$

где N_{ct} – мощность станка, $N_{ct} = 15 \text{ кВт}$;

η – КПД привода, $\eta = 0,9$;

$$N_{шп} = 15 \cdot 0,9 = 13,5 \text{ кВт.}$$

Так как $7,16 < 13,5$, следовательно, условие выполняется.

Основное время определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_M} i, \quad (1.29)$$

где i – число проходов, $i = 1$;

L – длина рабочего хода, которая определяется по формуле:

$$L = l + l_{вр} + l_{пер}, \quad (1.30)$$

$$L = 2243 + 13 + 6 = 2262 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{2262}{480} = 4,7 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываем второй и третий переход.

Результаты расчета:

Второй переход: Фрезеровать плоскость в размер $17,4_{-0,3}$.

$$t = 0,8 \text{ мм}, \quad S_M = 400 \text{ мм/мин}, \quad V = 196,2 \text{ м/мин}, \quad n = 500 \text{ об/мин},$$

$$M_{кр} = 372 \text{ Нм}, \quad P_z = 596 \text{ Н}, \quad N = 1,6 \text{ кВт}, \quad T_o = 5,6 \text{ мин.}$$

Третий переход: Фрезеровать плоскость в размер $333_{-0,5}$.

$$t = 4 \text{ мм}, \quad S_M = 320 \text{ мм/мин}, \quad V = 125,6 \text{ м/мин}, \quad n = 800 \text{ об/мин},$$

$$M_{кр} = 582 \text{ Нм}, \quad P_z = 1126 \text{ Н}, \quad N = 2,2 \text{ кВт}, \quad T_o = 0,8 \text{ мин.}$$

Четвертый переход: Центровать 15 отверстий $\varnothing 8$ мм (по плоскости).

Глубина сверления: $t=4$ мм.

Подача: $S=0,10 \dots 0,15$ мм/об; $S=0,15$ мм/об [8].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.31)$$

где $T=25$ мин. - период стойкости сверла;

$$C_v=9,8 \quad q=0,4; \quad y=0,5; \quad m=0,2;$$

$$K_v=0,73;$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,5}} \cdot 0,73 = 22,3 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя по формуле (1.20).

$$n = \frac{1000 \cdot 22,3}{\pi \cdot 8} = 887,7 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст} = 800$ об/мин.

Фактическая скорость резания по формуле (1.21).

$$V_{ф} = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 800}{1000} = 20,1 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \quad P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.32)$$

$$\text{где } C_M=0,0345; \quad q=2,0; \quad y=0,8; \quad C_p=68; \quad q=1,0; \quad y=0,7;$$

$$K_p=0,77;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^{2,0} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,77 = 3,72 \text{ Нм};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,77 = 1110 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ст}}}{9750} = \frac{3,72 \cdot 800}{9750} = 0,3 \text{ кВт.} \quad (1.33)$$

Проверка на достаточность привода станка по формулам (1.27) и (1.28).
 $0,3 \text{ кВт} < 13,5 \text{ кВт}$.

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.34)$$

где L – длина обработки, $L_1=4\text{мм}$;
 i – число отверстий, $i=15$.

$$T_o = \frac{4}{800 \cdot 0,15} \cdot 15 = 0,5 \text{ мин.}$$

Седьмой переход: Зенковать 3 фаски $2 \times 45^\circ$

$$t = 2\text{мм}, \quad S = 0,08 \text{ мм/об}, \quad V = 17,8\text{м/мин}, \quad n = 315 \text{ об/мин},$$
$$M_{\text{кр}} = 11,2\text{Нм}, \quad P_z = 402\text{Н}, \quad N = 0,4\text{кВт}, \quad T_o = 0,2\text{мин.}$$

Восьмой переход: Нарезать резьбу М16-7Н

$$t = 0,8\text{мм}, \quad S = 1,45 \text{ мм/об}, \quad V = 10,4\text{м/мин}, \quad n = 200 \text{ об/мин},$$
$$M_{\text{кр}} = 9,2\text{Нм}, \quad P_z = 315\text{Н}, \quad N = 0,2\text{кВт}, \quad T_o = 0,25\text{мин.}$$

По методике [7,8,11,12] проводим расчеты для последующих переходов и операций. Для инструмента фирмы GARANT расчет режимов резания проводим при помощи модуля расположенного на сайте www.toolscout.de.

Расчет режимов резания сводим в таблицу 1.18

1.5.6.2 Операция 020 Плоскошлифовальная (обработка крышки корпуса)

Шлифовать поверхность в размер $14_{-0,1}$.

Круг Тип 2 500x100x400 25А 40К 6V.32.2

Расчет среднего диаметра расположения деталей на столе станка [11]:

$$d_{\text{расч.}} = \frac{d_{\text{н}} + d_{\text{в}}}{2}, \quad (1.35)$$

где $d_{\text{н}}$ – наружный диаметр расположения деталей на столе станка;

$d_{\text{в}}$ – внутренний диаметр расположения деталей на столе станка;

Для детали $d_{\text{расч.}} = 790\text{мм}$.

Приведенная ширина шлифования $b_{\text{пр}} = 51\text{мм}$.

Расчет скорости круга по формуле:

$$V_{\text{кр.}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кр}}}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 1000}{1000 \cdot 60} = 26\text{м/мин.} \quad (1.36)$$

Средняя скорость вращения детали $V=35\text{м/мин}$.

Число оборотов стола определяем по формуле:

$$n_{\text{стола}} = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot d_{\text{расч}}} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 790} = 14,8\text{об/мин.} \quad (1.37)$$

Принимаем $n_{\text{стола}} = 14\text{об/мин}$.

Фактическая скорость определяется по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d_{\text{расч.}} \cdot n_{\text{стола}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 790 \cdot 14}{1000} = 34,5 \text{ м/мин.} \quad (1.38)$$

Минутная подача круга определяем по формуле:

$$S_{\text{м}} = S_{\text{м(табл)}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (1.39)$$

где K_1 и K_2 – поправочные коэффициенты в зависимости от обрабатываемого материала и диаметра круга, $K_1=0,6$, $K_2=1,1$.

$$S_{\text{м}} = 0,18 \cdot 0,6 \cdot 1,1 = 0,12 \text{ мм/мин.}$$

Время выхаживания $t_{\text{вых}} = 0,25$ мин.

Припуск снимаемый при выхаживании $a_{\text{вых}} = 0,02$ мм.

Основное время определяем по формуле:

$$T_o = \left(t_{\text{вр}} + \frac{a - a_{\text{вых}}}{S_{\text{м}}} + t_{\text{вых}} \right) \cdot \frac{1}{q}, \quad (1.40)$$

где $t_{\text{вр}}$ – время врезания, $t_{\text{вр}}=0,05-0,06$;

a – припуск на шлифование, $a=0,4$ мм;

q – количество одновременно обрабатываемых деталей.

$$T_o = \left(0,06 + \frac{0,4 - 0,02}{0,12} + 0,25 \right) \cdot 1 = 3,48 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываем режимы для 020 операции (обработка корпуса редуктора).

Таблица 1.18 – Режимы резания

№	Содержание перехода	i	t, мм	S _м , мм/мин	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T _о , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операция 005 Фрезерная с ЧПУ (обработка крышки редуктора)								
5	Сверлить 10 отверстий $\phi 17\text{H}14$	10	8,5	-	0,2	33,6	630	1,6
6	Сверлить 3 отверстия $\phi 14,4^{+0,3}$	3	7,2	-	0,16	28,5	630	0,6
Операция 005 Фрезерная с ЧПУ (обработка корпуса редуктора)								
1	Фрезеровать плоскость в размер $17,2_{-0,5}$	1	2,8	480	-	196,2	500	4,7
2	Фрезеровать плоскость в размер $16,4_{-0,3}$	1	0,8	400	-	196,2	500	5,6
3	Фрезеровать торец в размер $333_{-0,5}$ и $265 \pm 0,3$	1	4	320	-	125,6	800	1,0

4	Центровать 10 отверстий Ø8мм (по плоскости)	10	4	-	0,15	20,1	800	0,3
5	Сверлить 10 отверстия ø14,4 ^{+0,3}	10	7,2	-	0,16	28,5	630	2,0
6	Зенковать 10 фасок 2×45°	10	2	-	0,08	17,8	315	0,7
7	Нарезать резьбу М16-7Н	10	0,8	-	1,45	10,4	200	0,8
8	Сверлить 2 отверстия ø7Н12	2	3,5	-	0,08	32,9	1500	0,35

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операция 015 Фрезерная с ЧПУ (обработка крышки редуктора)								
1	Фрезеровать плоскость в трёх местах в размер 14,4 _{-0,3}	3	2,6	360	-	94,2	1200	0,7
2	Цековать 10 отверстий ø28 ⁺¹ мм в размер 2 ⁺¹ мм	10	5,5	-	0,25	21,9	250	0,5
3	Сверлить 2 отверстия ø7Н12.	2	3,5	-	0,08	32,9	1500	0,35
Операция 015 Фрезерная с ЧПУ (обработка корпуса редуктора)								
1	Фрезеровать плоскость в трёх местах в размер 14,4 _{-0,3}	3	1,6	360	-	94,2	1200	0,7
Операция 020 Радиально-сверлильная (обработка корпуса редуктора в сборе)								
1	Рассверлить 2 отверстия ø9Н14	2	1	-	0,11	35,3	1250	0,5
2	Зенкеровать 2 отверстия ø9,8Н12	2	0,4	-	0,3	15,3	500	0,52
3	Развернуть 2 конических отверстия ø10 с конусностью 1:50	2	0,1	-	0,4	9,8	315	0,6
Операция 025 Сверлильно-фрезерно-расточная (обработка корпуса редуктора в сборе)								
ПОЗИЦИЯ 1								
1	Фрезеровать плоскости в размеры 222 _{-0,4} ; 260 _{-0,6} ; 14±0,2	1	3	500	-	188,4	400	4,6

2	Расточить одновременно отверстие $\varnothing 90H14$ на длину 9 мм, отверстие $\varnothing 97,4H12$ в размер $52\pm 0,5$	1	3	-	0,3	122,3	400	0,46
3	Расточить отверстие $\varnothing 99,4H10$	1	1	-	0,3	124,8	400	0,46
4	Расточить фаску $2,3\times 45^\circ$	1	2	-	0,3	129,3	400	0,03
5	Расточить отверстие $\varnothing 100H7$	1	0,3	-	0,1	125,6	400	1,4

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Расточить одновременно отверстие $\varnothing 157,6H12$, отверстие $\varnothing 166,8H12$ в размер $35\pm 0,5$	1	3	-	0,3	104,7	200	0,6
7	Расточить отверстие $\varnothing 160H9$	1	1,2	-	0,1	125,6	250	0,4
8	Расточить отверстие $\varnothing 169,6H10$ в размер $35\pm 0,5$	1	1,4	-	0,3	106,5	200	0,6
9	Расточить 2 фаски $30^\circ, 2\times 45^\circ$	1	2	-	0,3	107,3	200	0,08
10	Расточить отверстие $\varnothing 170H7$	1	0,2	-	0,1	133,4	250	1,6
11	Фрезеровать канавки $\varnothing 161,4\pm 0,4$	2	0,35	150	-	25,1	100	1,1
12	Центровать 19 отверстий $\varnothing 8$ мм (по плоскости)	19	4	-	0,15	20	800	0,7
13	Сверлить 12 отверстий $\varnothing 8,5$ на длину 26^{+3} (п/р М10-7Н)	12	4,25	-	0,11	37	1390	2,4
14	Сверлить 7 отверстий $\varnothing 18H14$	7	9	-	0,2	30	530	1,3
15	Зенковать 12 фасок $1,6\times 45^\circ$	12	1,6	-	0,1	15,1	315	0,6
16	Нарезать резьбу	12	0,75	-	1,6	5	160	1,2

	М10-7Н на длину 20 ⁺³							
ПОЗИЦИЯ 2: Поворот стола на 180°								
17	Фрезеровать плоскости в размеры 53±0,3; 320±0,7; 306±0,7	1	3	500	-	188,4	400	1,5
18	Расточить отверстие Ø97,2Н12, фаску 3,4х45°	1	1,6	-	0,3	122,6	400	0,35
19	Расточить отверстие Ø99,4Н10	1	1,1	-	0,3	124,8	400	0,35

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	Расточить отверстие Ø100Н7	1	0,3	-	0,1	125,6	400	1,32
21	Расточить отверстие Ø107,2Н12, фаску 3,4х45°	1	1,6	-	0,3	106	315	0,31
22	Расточить отверстие Ø109,4Н10	1	1,3	-	0,3	108,2	315	0,31
23	Расточить отверстие Ø110Н7	1	0,3	-	0,1	108,8	315	0,95
24	Расточить отверстие Ø147Н12, точить фаску 3,5х45°	1	1,5	-	0,3	115,3	250	0,3
25	Расточить отверстие Ø149,6Н10	1	1,3	-	0,3	117,4	250	0,3
26	Расточить отверстие Ø150Н7	1	0,2	-	0,1	117,7	250	0,92
27	Центровать 26 отверстий Ø8мм (по плоскости)	26	4	-	0,15	20	800	0,9
28	Сверлить 9 отверстий Ø10,2 ^{+0,36} на длину 30 ⁺³ (п/р М12-7Н)	9	5,1	-	0,11	37	1150	2,6
29	Сверлить 6 отверстий Ø8,5 ^{+0,3} на длину 24 ⁺³ (п/р М10-7Н)	6	4,25	-	0,11	37	1390	1,2
30	Сверлить 6 отверстий Ø6,7 (п/р М8-7Н)	6	3,35	-	0,08	37	1760	1,0
31	Зенковать фаски	21	1,6	-	0,08	15,1	500	0,84

	1,6×45°							
32	Нарезать резьбу М12-7Н	9	0,9	-	1,8	4,7	125	1,4
33	Нарезать резьбу М10-7Н	6	0,75	-	1,6	5	160	0,9
34	Нарезать резьбу М8-7Н	6	0,65	-	1,3	5	200	0,5
35	Сверлить отверстие ø24,17 ^{+0,28} (п/р G 3/4 - В) на проход;	1	12,1	-	0,2	30	390	0,3
36	Сверлить 4 отверстия ø22Н14 на длину 10 ⁺⁵	4	11	-	0,2	30	430	0,7
37	Зенковать фаску 2,5×45°	1	2,5	-	0,15	25,7	315	0,05

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	Нарезать резьбу G 3/4 - В	1	1,6	-	1,7	25,1	400	0,3
39	Цековать 6 отверстий ø28 ⁺¹ мм на глубину 2 ⁺¹ мм	6	2	-	0,25	21,9	250	0,22
ПОЗИЦИЯ 3: Поворот стола на 135°.								
40	Фрезеровать плоскость в размер 14±1	1	3	500	-	188,4	400	0,2
41	Центровать отверстие Ø8мм (по плоскости)	1	4	-	0,15	20	800	0,04
42	Сверлить отверстие ø24,17 ^{+0,28} (п/р G 3/4 - В) на проход;	1	12,1	-	0,2	30	390	0,3
43	Зенковать фаску 2,5×45°	1	2,5	-	0,15	25,7	315	0,05
44	Нарезать резьбу G 3/4 - В	1	1,6	-	1,7	25,1	400	0,3

1.5.7 Нормирование технологического процесса

Норма времени [12,13]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (1.41)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{П-3}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.
Для станков с ЧПУ:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{цв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (1.42)$$

где $T_{ца} = T_{о} + T_{мв}$, - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{о}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{мв}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$T_{в}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{цв}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{в} = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}, \quad (1.43)$$

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

$T_{опер}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.обр}, \quad (1.44)$$

где $T_{П-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{П-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{П-3.обр}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_{о} + T_{в} \cdot K_{цв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right). \quad (1.45)$$

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [12,13] и приведены в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Нормирование технологического процесса

№ оп	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4

005	Фрезерная с ЧПУ (крышка корпуса)		
	1. Основное время		14,25
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с переходом	Карта 14, поз.1-6	4,1
	время на измерение	Карта 13, поз. 3	0,8
	время на установку и снятие изделия	Карта 87	6,5
	машинно-вспомогательное время по программе	Карта 10	1,4
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 16 Поз.39	1,0
	Суммарное вспомогательное время		12,8
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 26	8%
4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 34	39,3	
Штучное время		29,1	
Штучно-калькуляционное время		29,9	
015	Фрезерная с ЧПУ (крышка корпуса)		
	1. Основное время		1,55
	2. Вспомогательное время:		

Продолжение таблицы 1.19

1	2	3	4
---	---	---	---

	время, связанное с переходом	Карта 14, поз.1-6	1,7
	время на измерение	Карта 13, поз. 3	0,25
	время на установку и снятие изделия	Карта 87	4,3
	машинно-вспомогательное время по программе	Карта 10	0,6
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 16 Поз.39	1,0
	Суммарное вспомогательное время		6,85
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 26	8%
	4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 34	28,6
	Штучное время		9,1
	Штучно-калькуляционное время		9,6
020	Плоскошлифовальная (крышка корпуса)		
	1. Основное время		3,48
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с переходом	Карта 51	0,48
	время на измерение	Карта 87	0,3
	время на установку и снятие изделия	Карта 10	3,4
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 16 Поз.39	1,0
	Суммарное вспомогательное время		4,18
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 26	10%
	4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 52	23
	Штучное время		8,4
	Штучно-калькуляционное время		8,8
005	Фрезерная с ЧПУ (корпус редуктора)		
	1. Основное время		14,75
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с переходом	Карта 14, поз.1-6	4,35

Продолжение таблицы 1.19

1	2	3	4
	<p>время на измерение</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 13, поз. 3</p> <p>Карта 87</p> <p>Карта 10</p> <p>Карта 16</p> <p>Поз.39</p> <p>Карта 26</p> <p>Карта 34</p>	<p>0,95</p> <p>8,3</p> <p>1,5</p> <p>1,0</p> <p>15,1</p> <p>8%</p> <p>40,6</p> <p>32,2</p> <p>33</p>
015	<p>Фрезерная с ЧПУ (корпус редуктора)</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время:</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>время на измерение</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 14, поз.1-6</p> <p>Карта 13, поз. 3</p> <p>Карта 87</p> <p>Карта 10</p> <p>Карта 16</p> <p>Поз.39</p> <p>Карта 26</p> <p>Карта 34</p>	<p>0,7</p> <p>1,2</p> <p>0,15</p> <p>5,7</p> <p>0,3</p> <p>1,0</p> <p>7,35</p> <p>8%</p> <p>27,3</p> <p>8,7</p> <p>9,2</p>
020	<p>Плоскошлифовальная (корпус редуктора)</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время:</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>время на измерение</p>	<p>Карта 51</p> <p>Карта 87</p>	<p>3,48</p> <p>0,48</p> <p>0,3</p>

Продолжение таблицы 1.19

1	2	3	4
	<p>время на установку и снятие изделия</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 10</p> <p>Карта 16</p> <p>Поз.39</p> <p>Карта 26</p> <p>Карта 52</p>	<p>4,8</p> <p>1,0</p> <p>5,58</p> <p>10%</p> <p>23</p> <p>9,9</p> <p>10,3</p>
020	<p>Радиально-сверлильная (корпус редуктора в сборе)</p> <p>1 Основное время</p> <p>2 Вспомогательное время:</p> <p>время на установку и снятие детали</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>Время на измерение:</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 6</p> <p>поз. 50</p> <p>Карта 44</p> <p>поз. 68</p> <p>Карта 86</p> <p>поз. 26</p> <p>Карта 45,</p> <p>поз. 1</p> <p>Карта 45,</p> <p>поз. 10</p>	<p>1,62</p> <p>3,4</p> <p>1,5</p> <p>0,3</p> <p>1,0</p> <p>5,2</p> <p>10%</p> <p>11</p> <p>7,5</p> <p>7,7</p>
025	<p>Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ (корпус редуктора в сборе)</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время:</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>время на измерение</p> <p>время на установку и снятие изделия</p>	<p>Карта 14,</p> <p>поз.1-6</p> <p>Карта 13,</p> <p>поз. 3</p> <p>Карта 87</p> <p>Карта 10</p>	<p>35,5</p> <p>7,8</p> <p>2,3</p> <p>9,8</p>

Продолжение таблицы 1.19

1	2	3	4
	машинно-вспомогательное время по программе	Карта 16	5,5
	Коэффициент на вспомогательное время	Поз.39	1,0
	Суммарное вспомогательное время		25,4
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 26	10%
	4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 34	47,5
	Штучное время		67
	Штучно-калькуляционное время		67,9

1.6 Конструкторская часть

1.6.1 Проектирование сверлильно-фрезерного приспособления

В конструкторской части спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление (ФЮРА.300092.004СБ), которое предназначено для обработки корпуса редуктора на 005 операции на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ 6560МФ3.

Приспособление состоит из плиты поз. 4 на которой установлены: две стойки позиция 3 с поворотными опорами позиция 6, стойка с опорой позиция 32, четыре стойки позиция 1 с самоустанавливающимися опорами позиция 31, самоцентрирующиеся призмы позиция 14 и позиция 15, подводная призма позиция 16 и две шпильки позиция 46 и позиция 47 с прихватами позиция 33 и позиция 34. Смотри ФЮРА.300092.004 СБ.

Деталь устанавливается на две поворотные опоры позиция 6, опору позиция 32 и на четыре самоустанавливающиеся опоры позиция 31, которые фиксируется в этом положении винтами позиция 26, после закрепления самоцентрирующимися призмами позиция 14 и 15 и подводной призмой позиция 16. Окончательное закрепление происходит двумя прихватами позиция 33 и 34 с помощью гаек позиция 29.

1.6.1.1 Силовой расчет приспособления

Рассчитаем силу зажима на приспособление.

Сдвигу заготовки под действием силы R препятствуют силы трения, возникающие в местах контактов заготовки с опорами и зажимным механизмом. Силы направлены взаимно перпендикулярно (рисунок 1.26).

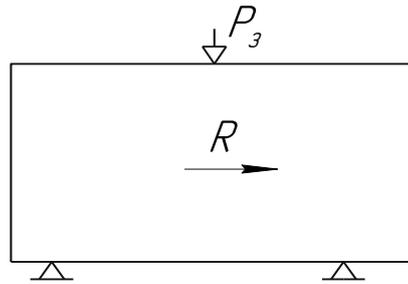


Рисунок 1.26 Расчетная схема зажима

$$P_3 \cdot f_1 + P_3 \cdot f_2 = K \cdot R, \quad (1.46)$$

$$P_3 = \frac{K \cdot R}{f_1 + f_2} = \frac{K \cdot R}{f_{\text{оп}} + f_{3.м}}, \quad (1.47)$$

где $f_{\text{оп}}$ – коэффициент трения между опорой и деталью;

$f_{3.м}$ – коэффициент трения между зажимным механизмом и деталью;

$R = 2236,4$ Н – максимальная сила, действующая на деталь при фрезеровании по контуру;

k – коэффициент запаса;

$f_{1,2}$ – коэффициент трения.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.48)$$

где $K_0 = 1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей (при черновой обработке);

$K_2 = 1,15$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления инструмента (при сверлении чугуна);

$K_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании (в данном случае резание непрерывное);

$K_4 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы, развиваемое зажимным механизмом (в данном случае немеханизированный привод);

$K_5 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий эргономику немеханизированного привода (угол поворота рукоятки ключа больше 90°);

$K_6 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью;

$f_{\text{оп}} = 0,16$ – коэффициент трения между обработанными поверхностями заготовки и опорами;

$f_{3.м} = 0,7$ – коэффициент трения между необработанной поверхностью заготовки и зажимным механизмом.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 3,2.$$

$$P_3 = \frac{3,2 \cdot 2236,4}{0,16 + 0,7} = 8321,4 \text{ Н.}$$

В качестве зажимов выбираем 2 зажима с резьбовой шпилькой М18 с шагом 2 мм.

При этом:

$\beta = 30^\circ$ – половина угла при вершине резьбы;

$\varphi_{\text{пр}} = 6^\circ 40'$ – приведенный угол трения в резьбе;

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{P}{\pi \cdot d_2}, \quad (1.49)$$

где $P = 2$ мм – шаг резьбы;

$d_2 = 15,294$ мм – средний диаметр резьбы.

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{2}{3,14 \cdot 15,294} = \operatorname{arctg} 0,0416 \approx 2^\circ 38'.$$

Принимается стандартная шпилька:

M18-6gx450.109.40X.019 ГОСТ 22034-76.

Материал: сталь 40X, $\sigma_{вр} = 100$ кгс/мм².

Класс прочности: 109 $\sigma_{тек} = 90$ кг/мм².

Стандартная гайка 7003-0279 ГОСТ 8918-69.

Материал: сталь 40X, HRC 33...38, $\sigma_{вр} = 100$ кгс/мм²,
 $\sigma_{тек} = 90$ кг/мм².

Момент M , который нужно приложить к гайке для создания силы закрепления P_3 .

Приближенный расчет:

$$M = 0,2 \cdot P_3 \cdot d_2 = 0,2 \cdot 8321,4 \cdot 0,01529 = 25,44 \text{ Нм}. \quad (1.50)$$

Учитывая, что применено два прижима, находятся сила закрепления и момент на каждый прижим:

$$P_1 = P_2 = P_3 / 2 = 8321,4 / 2 = 4160,7 \text{ Н}, \quad (1.51)$$

$$M_1 = M_2 = M / 2 = 25,44 / 2 = 12,7 \text{ Нм}. \quad (1.52)$$

Напряжение при растяжении шпильки.

$$\sigma_p = 2 \cdot P_3 / d_1^2 < [\sigma_p], \quad (1.53)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы шпильки,

$$\sigma_p = \frac{2 \cdot 8321,4}{0,01529^2} = 71,2 \text{ МПа} < [\sigma_p] = 540 \text{ МПа}.$$

Следовательно, напряжение находится в пределах допустимого.

1.6.1.2 Расчет приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления.

$$\varepsilon_{пр} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{п}^2 + \varepsilon_{изн}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{и}^2 + \Delta_{н}^2 + \Sigma \Delta_{\phi}^2 + \Delta T^2} \quad (1.54)$$

где K – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, $K = 1,2$;

ε_6 – погрешность базирования;

K_1 – принимается если присутствует погрешность базирования, $K_1 = 1$;

ε_3 – погрешность закрепления, принимаем ;

$\varepsilon_3 = 0$;

$\varepsilon_{уст}$ – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_{уст} = 0,02$;

$\varepsilon_{п}$ – погрешность смещения режущего инструмента, $\varepsilon_{п} = 0$, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{\text{изн}}$ – погрешность, возникающая в результате износа составных частей,
 $\varepsilon_{\text{изн}}=0,04$;

Δ_y – погрешность, возникающая в результате упругих деформаций;

$\Delta_{\text{и}}$ – погрешность, вызываемая размерным износом инструмента;

$\Delta_{\text{н}}$ – погрешность, возникающая в результате настройки станка;

$\Sigma\Delta_{\text{ф}}$ – погрешность, возникающая в результате геометрической неточности станка;

$\Delta_{\text{т}}$ – погрешность, возникающая в результате температурных деформаций.

Составляющие Δ_y , $\Delta_{\text{и}}$, $\Delta_{\text{н}}$, $\Sigma\Delta_{\text{ф}}$, $\Delta_{\text{т}}$ рассчитываются затруднительно, но известно, что их влияние на точность приспособления невелико, поэтому в расчёте их учитывать не будем.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,039^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,059 \text{ мм.}$$

Можно сделать вывод, что общая погрешность обработки допустима для обработки.

1.6.2 Проектирование сверлильно-фрезерно-расточного приспособления

Для окончательной обработки детали корпус редуктора в сборе на станке обрабатывающий модуль ИСБ1200 спроектировано приспособление ФЮРА.300092.005СБ.

Приспособление состоит из сварной плиты позиция 1 на которой установлены: две стойки позиция 2 и 3 с опорами позиция 29 и позиция 31, две опоры позиция 6 и 7 с прихватами позиция 10, регулируемая опора позиция 30. Смотри ФЮРА.300092.005 СБ.

Заготовка устанавливается на два платика позиция 9 с упором в торец и упирается в опору позиция 31. Корпус поджимается к торцу платиков прихватами позиция 10 и затягивается гайками позиция 27. С помощью установочного винта позиция 25 заготовка прижимается к опоре позиция 29. Окончательное закрепление заготовки осуществляется откидной планкой позиция 5, на которой имеется прихват позиция 4, с помощью гаек позиция 28.

На столе станка приспособление центрируется с помощью шпонок позиция 45. Для транспортировки приспособления предусмотрены рым-болты позиция 32.

1.6.2.1 Силовой расчет приспособления

На данной операции осуществляется сверление отверстий. В расчете участвует сила резания R , направленная под 90° к силе зажима, которая стремится сдвинуть заготовку вдоль опор. Силы направлены взаимно перпендикулярно. Схема зажима представлена на рисунке 1.27.

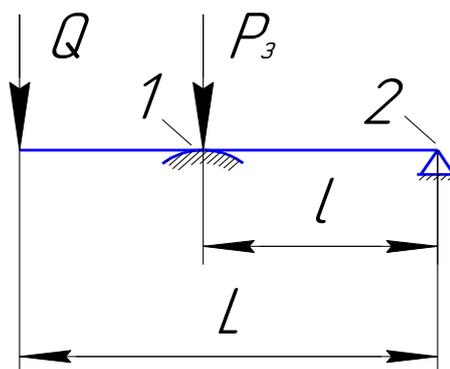


Рисунок 1.27 Расчетная схема зажима

Из равенства моментов сил относительно опор находим необходимую силу зажима:

$$P_3 = Q \frac{L}{l} \cdot \eta, \quad (1.55)$$

где η – КПД, учитывающий потери на трение в опоре планки, $\eta=0,95$;

Q – исходная сила, развиваемая винтовым механизмом, Н;

$L=980$ мм; $l=490$ мм – длины рычагов;

P_3 – сила зажима, Н, определяется по формуле:

$$P_3 = K \cdot R, \quad (1.56)$$

где R – сила резания (в нашем случае $R=10350$ Н);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле (1.48).

$$K=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,1=3,04.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = 3,04 \cdot 10350 = 32499 \text{ Н.}$$

Преобразовав формулу (1.55) получаем формулу:

$$Q = P_3 \frac{l}{L \cdot \eta}, \quad (1.57)$$

$$Q = 32499 \cdot \frac{490}{980 \cdot 0,95} = 17104 \text{ Н.}$$

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (1.58)$$

где σ_p – напряжение материала винта, $\sigma_p = 100$ МПа;

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{17104}{100}} = 20,3 \text{ мм.}$$

Принимаем $d = 36$ мм.

Определяем необходимые параметры резьбы: резьба М36, шаг резьбы $P=4$ мм, $d_1=D_1=31,67$ мм, $d_2=D_2=33,402$ мм.

При этом:

$\beta = 30^\circ$ - половина угла при вершине резьбы;

$\varphi_{пр} = 6^\circ 40'$ – приведенный угол трения в резьбе.

Угол подъема определяем по формуле 1.49.

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{4}{3,14 \cdot 33,402} = \operatorname{arctg} 0,038 \approx 2^\circ 18'.$$

где $P = 4$ мм – шаг резьбы,

$d_2 = 33,402$ мм – средний диаметр резьбы.

Материал шпильки: сталь 40Х, $\sigma_{вр} = 100$ кгс/мм².

Класс прочности: 109, $\sigma_{тек} = 90$ кг/мм².

Момент M , который нужно приложить к гайке для создания силы закрепления P_3 .

Приближенный расчет по формуле 1.50.

$$M = 0,2 \cdot 17104 \cdot 0,0334 = 114,2 \text{ Нм.}$$

Напряжение при растяжении шпильки, определяем по формуле 1.53.

$$\sigma_p = \frac{2 \cdot 17104}{0,0316^2} = 34,2 \text{ МПа} < [\sigma_p]_{40X} = 540 \text{ МПа.}$$

1.6.2.2 Расчёт приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления по формуле (1.54).

Погрешность закрепления, которая определяется по формуле:

$$\varepsilon_3 = [(K_{Rz} Rz + K_{HB} HB) + C_1] \left(\frac{Q}{9,8} \right)^n \frac{1}{F^m}, \quad (1.59)$$

$$\varepsilon_3 = [(0,016 \cdot 32 - 0,0045 \cdot 241) + 1,057] \cdot \left(\frac{4408}{9,8} \right)^{0,6} \cdot \frac{1}{4^{0,6}} = 0,008 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{пр} = 1,2 \cdot \sqrt{0,02^2 + 0,008^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,051 \text{ мм.}$$

Можно сделать вывод, что общая погрешность обработки допустима для обработки отверстий.

1.6.3 Проектирование специального режущего инструмента

Проектирование расточной оправки ФЮРА.300092.006СБ. Специальный режущий инструмент – расточной резец, который применяется на операции 025 при растачивании отверстий корпуса в сборе: диаметром 100Н7 – 2 отверстия, диаметром 110Н7, диаметром 150Н7, диаметром 170Н7.

Обработка производится на сверлильно-фрезерно-расточном станке ИСБ1200.

Резец состоит из корпуса позиция 3, на переднем торце которого имеется наклонное точно выполненное отверстие, и державки позиция 2 с квадратным сквозным отверстием для резца позиция 1. На державке выполнена точная резьба, на которую навинчена гайка-либб позиция 4 со шкалой. Державка для предотвращения поворота снабжена шпонкой позиция 10, которая скользит по шпоночному пазу, имеющемуся в отверстии корпуса позиция 3. Пружина позиция 7 и толкатель позиция 5 осуществляют прижим либб-гайки позиция 4 к плоскости корпуса 3. Резец позиция 1 предварительно

устанавливается в пазу державки 2 и закрепляется винтом позиция 8, соединяющим жестко резец с державкой. Регулирование вылета резца осуществляется посредством поворота лимба – гайки на некоторый угол, соответствующий определенному числу делений лимба. Винт позиция 9 служит для фиксирования державки и резца в заданном положении. Предварительная настройка на размер производится вне станка на приборе, а окончательная подналадка по пробному проходу.

Резец оснащен твердосплавной пластиной Т15К6. Пластина характеризуемой высокой эффективностью точения за счет физико–химических свойств: микротвердость – от 6000 до 7500 кН/м²; теплостойкость от 1100 до 1300 °С, а также химической инертностью к железу и его сплавам.

Геометрия расточного блока:

- радиус при вершине $r = 0,2$ мм;
- главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$;
- вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 6^\circ$.

Общие параметры:

- $d = 48$ мм – диаметр лимба;
- $n = 80$ – число рисок на диаметре лимба;
- $t = 0,5$ мм – шаг резьбы лимба, т.к. резьба на лимб-гайке М33×0,5.

Длина окружности лимб-гайки:

$$L = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 48 = 150 \text{ мм.} \quad (1.60)$$

Расстояние между рисками:

$$l = \frac{L}{n} = \frac{150}{140} = 1,07 \text{ мм.} \quad (1.61)$$

Определяем перемещение резца вдоль оси лимб-гайки при повороте на одну цену деления, т.е. на 1,8 мм (на сторону)

$$X = t / z, \quad (1.62)$$

$$X = 0,5 / 140 = 0,00357 \text{ мм.}$$

Принимаем $X_1 = 0,0025$ мм, т.е. одного деления лимба соответствует радиальному перемещению резца на 0,0025 мм.

Перемещение резца в направлении диаметра обработки (на диаметр или цена деления)

$$\Delta d = X_1 \cdot 2 = 0,0025 \cdot 2 = 0,005 \text{ мм.} \quad (1.63)$$

Определяем угол наклона отверстия для резца из прямоугольного треугольника (рисунок 1.28):

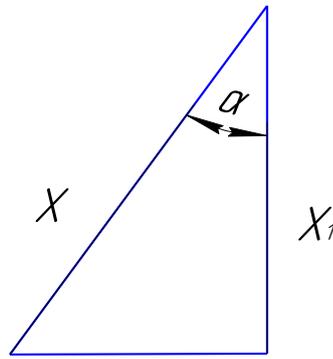


Рисунок 1.28 Схема для расчета угла наклона

$$\cos \alpha = X_1 / X, \quad (1.64)$$

Следовательно: $\alpha = \arccos (X_1 / X)$,

$$\alpha = \arccos(0,0025 / 0,00357) = 45,55 = 45^\circ 33'.$$

1.6.4 Проектирование специального мерительного инструмента

Специальный мерительный инструмент – калибр соосности, который применяется для контроля соосности двух отверстий диаметром 100H7 ФЮРА.300092.007СБ.

Для неразъемной ступени диаметром $100^{+0,035}$ мм. Расчет калибра проводим по методике [6].

Наибольший допустимый диаметр ступени калибра:

$$D_{к\text{ наиб}} = D_a - e + k + v + ek, \quad (1.65)$$

где D_a – наименьший предельный диаметр контролируемого отверстия;

$e = 100 \mu\text{м}$ – допуск на несоосность ступеней изделия;

$ek = 10 \mu\text{м}$ – допуск на несоосность ступеней калибра;

$v = 28 \mu\text{м}$ – допуск на износ ступени калибра;

$k = 15 \mu\text{м}$ – допуск на неточность изготовления ступеней калибра.

$$D_{к\text{ наиб.}} = 100 - 0,1 + 0,028 + 0,015 + 0,01 = 99,953 \text{ мм.}$$

Наименьший допустимый диаметр ступени калибра:

$$D_{к\text{ наим}} = D_a - e + ek + v, \quad (1.66)$$

$$D_{к\text{ наим}} = 100 - 0,1 + 0,008 + 0,028 = 99,936 \text{ мм.}$$

Диаметр допустимого износа ступени калибра:

$$D_{к\text{ изн}} = D_a - e + ek, \quad (1.67)$$

$$D_{к\text{ изн}} = 100 - 0,1 + 0,01 = 99,91 \text{ мм.}$$

Для разъемной ступени $\varnothing 100^{+0,035}$ мм.

Наибольший допустимый диаметр ступени калибра:

$$D_{к\text{ наиб}} = D_a - e + y + k + v + ek, \quad (1.68)$$

где y – наибольший зазор между разъемными частями калибров, $y = 5 \mu\text{м}$.

$$D_{к\text{ наиб.}} = 100 - 0,1 + 0,028 + 0,015 + 0,01 + 0,005 = 99,958 \text{ мм.}$$

Наименьший допустимый диаметр ступени калибра:

$$D_{к\text{ наим}} = D_a - e + y + ek + v, \quad (1.69)$$

$$D_{к\text{ наим}} = 100 - 0,1 + 0,008 + 0,028 + 0,005 = 99,941 \text{ мм.}$$

Диаметр допустимого износа ступени калибра:

$$D_{\text{к изн}} = D_a \cdot e + ek + y, \quad (1.70)$$

$$D_{\text{к изн}} = 100 - 0,1 + 0,01 + 0,005 = 99,915 \text{ мм.}$$

Чертеж калибра представлен на листе ФЮРА.300092.007 СБ.

1.7 Организационная часть

1.7.1 Определение трудоемкости программы выпуска изделий

$$T_c = \frac{\sum T_{\text{шт-к}} \cdot N_r}{60} = \frac{175,6 \cdot 550}{60} = 1609,6 \text{ н/час.} \quad (1.71)$$

где T_c – трудоёмкость в нормо-часах;

$T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

N_r – годовая программа выпуска, шт.

$$\sum T_{\text{шт-к}} = 29,9 + 9,6 + 8,8 + 32,2 + 9,2 + 10,3 + 7,7 + 67,9 = 175,6 \text{ мин.} \quad (1.72)$$

1.7.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [19]:

$$C_p = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.73)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n = 1975 \cdot 0,97 = 1915, \quad (1.74)$$

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{30} = \frac{C_p}{C_{\text{п}}} \cdot 100, \quad (1.75)$$

где $C_{\text{п}}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.20

Таблица 1.20 – Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{\text{шт-к}}$, мин	C_p	$C_{\text{п}}$	K_{30} , %
Крышка корпуса				
005	29,9	0,143	1	14,3
015	9,6	0,046	1	4,6
020	8,8	0,042	1	4,2
Корпус редуктора				
005	32,2	0,154	1	15,4
015	9,2	0,044	1	4,4
020	10,3	0,049	1	4,9

Корпус редуктора в сборе				
020	7,7	0,036	1	3,6
025	67,9	0,325	1	32,5

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 10,48\%$.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

1.7.3 Определение численности рабочих

Определяем количество станочников. На фрезерных операциях с ЧПУ 005 и 015 для обработки крышки корпуса и корпуса редуктора принимаем многостаночное обслуживание. Определяем численность рабочих по формуле [20]:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{пi} \cdot п_{смi}), \quad (1.76)$$

где $п_{смi}$ – количество смен работы оборудования на i -й операции.

$$Ч_{осн} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 5 \text{ чел.}$$

Вспомогательных рабочих:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \cdot \frac{k_{всп}}{100}, \quad (1.77)$$

где $k_{всп} = 60\%$ – коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 5 \cdot \frac{60}{100} = 3.$$

Численность вспомогательных рабочих 3 чел.

Специалистов:

$$Ч_{спец} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \cdot \frac{k_{спец}}{100}, \quad (1.78)$$

где $k_{спец} = 8...12\%$ – коэффициент численности специалистов.

$$Ч_{спец} = (5 + 3) \cdot \frac{12}{100} = 0,96.$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Служащих:

$$Ч_{служ} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец}) \cdot \frac{k_{служ}}{100}, \quad (1.79)$$

где $k_{служ} = 2...4\%$ – коэффициент численности служащих.

$$Ч_{служ} = (5 + 3 + 1) \cdot \frac{4}{100} = 0,32.$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Руководителей:

$$Ч_{рук} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ}) \cdot \frac{k_{рук}}{100}, \quad (1.80)$$

где $k_{рук} = 1,5...2\%$ – коэффициент численности руководителей.

$$Ч_{рук} = (5 + 3 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,2.$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$Ч_{общ} = Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ} + Ч_{рук}, \quad (1.81)$$

$$Ч_{общ} = 5 + 3 + 1 + 1 + 1 = 11 \text{ чел.}$$

Таблица 1.21 – Численность рабочих

Наименование операции	Количество работающих	Разряд	Оборудование
1.Производственные рабочие:			
- сверловщик	1	3	2М55
-шлифовщик (крышка и корпус редуктора)	1	4	3Е756
-оператор станков с ЧПУ	2	4	6560МФ3
	1	4	ИСБ1200
2.Вспомогательные рабочие			
-наладчик станков с ЧПУ	2	6	
-заточник	1	3	
3.Специалисты:			
-инженер технолог	1	9	
4.Служащие:			
-уборщик производственных помещений	1	2	
5.Руководители:			
-мастер	1	10	

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. В-10300

(Подпись)

М.А. Суханов

(Дата)

Консультант

(Подпись)

Д.Н. Нестерук

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

Целью экономической части является расчет себестоимости детали корпус редуктора с заводским номером КС-4372.308.10.001/002, при заданном объеме производства 550 штук и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Норма расхода материала – 176,4кг.

Чистый вес – 157 кг.

Материал – Сталь 25Л ГОСТ 977-88.

Годовой объем выпуска – 550 шт.

Расчет экономической части производим по методике изложенной в [22].

2.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ($K_{то}$) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции, шт.;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.

Расчет сводим в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{тоi}$, руб.
005 и 015	6560МФ3	2000000	4	8000000
020	3E756	1500000	2	3000000
020 (сборка)	2M55	500000	1	500000
025 (сборка)	ИСБ1200	4500000	1	4500000
Всего				16000000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное

оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определяем по списку технологического оснащения технологической части:

$$K_{\text{во}} = 692000 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приблизительно в размере от 10 до 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (резцы, фрезы, сверла, штангенциркуль, шаблоны и т.д.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески и т.д.);

- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15, \quad (2.2)$$

где $K_{\text{ин}}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15 = 16000000 \cdot 0,15 = 2400000 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (S_{\text{пп}} \cdot A_{\text{пп}} + S_{\text{сп}} \cdot A_{\text{сп}}) \cdot T, \quad (2.3)$$

где $S_{\text{пп}}$, $S_{\text{сп}}$ – соответственно производственная и складская площадь, м^2 ;

$A_{\text{пп}}$, $A_{\text{сп}}$ – арендная плата 1м^2 за месяц, руб./ м^2 ;

T – отчетный период ($T=12$ мес.).

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (200 \cdot 200 + 50 \cdot 200) \cdot 12 = 600000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{N_{\text{м}} \cdot N \cdot C_{\text{м}}}{360} \cdot T_{\text{обм}} = \frac{168,1 \cdot 550 \cdot 28}{360} \cdot 30 = 215728 \text{ руб.}, \quad (2.4)$$

где $N_{\text{м}}$ – норма расхода материала, кг/ед.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$C_{\text{м}}$ – цена материала, $C_{\text{м}} = 28$ руб./кг;

$T_{\text{обм}}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{нзп}}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{г}}}{360} = \frac{550 \cdot 5 \cdot 5537 \cdot 0,93}{360} = 39335 \text{ руб.}, \quad (2.5)$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность производственного цикла, дни;

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$k_{\text{г}}$ – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_{\text{м}} \cdot \Pi_{\text{м}}}{k_{\text{м}}} = \frac{168,1 \cdot 28}{0,85} = 5537 \text{ руб.}, \quad (2.6)$$

где $k_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_{\text{м}} = 0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{г}} = (k_{\text{м}} + 1) \cdot 0,5 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93. \quad (2.7)$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}} = \frac{5537 \cdot 550}{360} \cdot 7 = 59215 \text{ руб.}, \quad (2.8)$$

где $T_{\text{гп}}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{V_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}} = \frac{279496}{360} \cdot 20 = 15527 \text{ руб.}, \quad (2.9)$$

где $V_{\text{рп}}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{\text{дз}}$ – продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{дз}} = 7 \div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$V_{\text{рп}} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right) = 5537 \cdot 550 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 3654420 \text{ руб.}, \quad (2.10)$$

где p – рентабельность продукции ($p = 15 \div 20\%$).

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10 = 215728 \cdot 0,10 = 21572,8 \text{ руб.} \quad (2.11)$$

2.1.10 Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{\text{к.в.}} = K_{\text{то}} + K_{\text{во}} + K_{\text{ии}} + C_{\text{п}} + K_{\text{пзн}} + K_{\text{нзп}} + C_{\text{обс}}. \quad (2.12)$$

$$C_{к.в.} = 16000000 + 692000 + 2400000 + 600000 + 215728 + 39335 + 21572,8 = 19968635,8 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot H_0), \quad (2.13)$$

где $K_{\text{тзр}}$ – коэффициент транспортно - заготовительных расходов ($K_{\text{тзр}}=1,04$);

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 3,0$ руб/кг;

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0 = 168,1 - 157 = 11,1 \text{ кг/шт.}, \quad (2.14)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

Расчет сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_M , руб.
Деталь-представитель	2588740	18315	2570425
Всего:			2570425

2.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шп}i} \cdot C_{\text{час}j}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.15)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{\text{шп}i}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{\text{час}j}$ – часовая ставка j -го разряда на ООО" Юргинский машзавод" в

2016 г., руб./час;

k_n – коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p – районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Таблица 2.3 – Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	$t_{\text{шп}i}$, мин	Разряд	Количество	$C_{\text{час}i}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
Сверловщик	7,5	3	1	29,65	3975

Шлифовщик	18,3	4	1	33,15	10942
Оператор станков с ЧПУ	40,9	4	2	33,15	24456
Оператор станков с ЧПУ	67	4	1	33,15	40062
Фонд заработной платы всех рабочих					79435

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{\text{осо}} = C_{\text{зо}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.16)$$

где $C_{\text{осо}}$ – отчисления на социальные нужды, руб.;

$C_{\text{зо}}$ – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,30$ руб./год;

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,03 \div 1,7)$ руб./год.

$$C_{\text{осо}} = 79435 \cdot (0,30 + 0,08) = 30185,3 \text{ руб./год.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов к времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{\text{ни}} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (2.17)$$

где $a_{\text{ни}}$ – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n Ц_i \cdot a_{\text{ни}}, \quad (2.18)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

$Ц_i$ – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

$a_{\text{ни}}$ – годовая норма амортизации каждого оборудования.

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{\text{ни}}}{F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вр}i}} \cdot K_{\text{зо}i}, \quad (2.19)$$

где $A_{\text{ч}}$ – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

$Ц_i$ – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

$a_{\text{ни}}$ – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, в 2016 году $F_{\text{д}} = 1975$ часа;

$K_{\text{зо}i}$ – коэффициент загрузки i -го на операции для проектируемой детали;

$K_{\text{вр}i}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Таблица 2.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	$Ц_i$, руб.	$a_{\text{ни}}$	$F_{\text{д}}$, час.	$K_{\text{вр}i}$	$K_{\text{зо}i}$	Q_i , шт.	$A_{\text{ч}i}$, руб.
005 и 015	2000000	0,0833	1975	1	0,097	4	32,7
020	1500000	0,0833	1975	1	0,043	2	5,4
020 (сборка)	500000	0,0833	1975	1	0,036	1	0,8
025 (сборка)	4500000	0,0833	1975	1	0,325	1	61,7
Вспомогательное оборудование	692000	0,166	1975	1	0,104	1	6,1
Амортизационные отчисления для всех станков ($A_{\text{ч}i}$) на деталь							106,7

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{р}} = (K_{\text{то}} + K_{\text{во}}) \cdot k_{\text{рем}} + C_{\text{п}} \cdot k_{\text{з.рем}}, \quad (2.20)$$

$$C_{\text{р}} = (16000000 + 692000) \cdot 0,002 + 600000 \cdot 0,05 = 63384 \text{ руб.}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы, на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЖ}} = n \cdot N \cdot g_{\text{ох}} \cdot \text{ц}_{\text{ох}}, \quad (2.21)$$

где $C_{\text{СОЖ}}$ – затраты на СОЖ, руб.;

n – количество станков, шт.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$g_{\text{ох}}$ – средний расход, охлаждающий жидкости для одного станка,

$g_{\text{ох}} = 0,03$ кг/дет.;

$\text{ц}_{\text{ох}}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб./кг.

$$C_{\text{СОЖ}} = 8 \cdot 550 \cdot 0,03 \cdot 37 = 4884 \text{ руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \text{ц}_{\text{возд}} \cdot N}{60} \sum t_{\text{oi}}, \quad (2.22)$$

где $C_{\text{возд}}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

$g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7$ м³/ч;

$\text{ц}_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

t_{oi} – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,30 \cdot 550}{60} \cdot 18,3 = 7668 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{\text{yi}} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \text{ц}_{\text{Э}}, \quad (2.23)$$

где $C_{\text{чЭ}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_{\text{д}} = 1975$ часа;

K_{N} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $K_{\text{N}} = 0,5$;

$K_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, $K_{\text{вр}} = 0,3$;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{\text{од}} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{\text{од}} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, $K_{\omega} = 1,06$;

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

$C_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии (на ООО "Юргинский машзавод") на 2016 год, $C_{\text{э}} = 1,28$ руб.

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	Q_i , шт.	$C_{\text{чэи}}$, руб.
005 и 015	15	4	24117
020	23	2	18490
020	5,5	1	2210
025	25	1	10049
Затраты на электроэнергию для всех операций			54866

2.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь

Стоимость инструмента для изготовления данной детали ($K_{\text{ини}} = K_{\text{ин}} \cdot 0,05 = 120000$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{звр}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зМj}} \cdot Ч_{\text{врj}} \cdot 12 \cdot k_{\text{нj}} \cdot k_{\text{рj}} \cdot k_{\text{y}}, \quad (2.24)$$

где $C_{\text{звр}}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

$C_{\text{зМj}}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$Ч_{\text{врj}}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

$k_{\text{нj}}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для вспомогательных рабочих, $k_{\text{нj}} = (1,2 \div 1,3)$;

$k_{\text{рj}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{рj}} = 1,3$;

k_{y} – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_{\text{y}} = 0,08$.

$$C_{\text{зврВСП}} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot (0,3 + 0,05), \quad (2.25)$$

где $C_{\text{овр}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{звр}}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{\text{овр}} = 12168 \cdot (0,30 + 0,05) = 4259 \text{ руб.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зауп}i} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}i} \cdot 12 \cdot k_{\text{р}j} \cdot k_{\text{пд}j} \cdot k_{\text{у}}, \quad (2.26)$$

где $C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;

k – количество административно-управленческого персонала;

$C_{\text{зауп}i}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ауп}i}$ – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

$k_{\text{р}j}$ – районный коэффициент, $k_{\text{р}j} = 1,3$;

$k_{\text{у}}$ – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_{\text{у}} = 0,02$.

$k_{\text{пд}j}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{заупРУК}} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заупСПЕЦ}} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зауп}} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,30 + 0,02), \quad (2.27)$$

где $C_{\text{оауп}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{\text{оауп}} = 10119,7 \cdot (0,30 + 0,02) = 3238,3 \text{ руб.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,1, \quad (2.28)$$

где $C_{\text{проч}}$ – прочие расходы, руб.;

ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{\text{проч}} = 4872,8 \cdot 550 \cdot 0,1 = 268004 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (550шт.) изделия корпус редуктора с заводским номером КС-4372.308.10.001/002 и разработанным производственным процессе: себестоимость изделия составляет 6086 при ее реализации по цене 6320 руб., предполагаемая прибыль составит 128700 руб.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	4872,8	2680045,3
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	4673,5	2570425
заработная плата производственных рабочих	144,4	79435
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	54,9	30185,3
Косвенные затраты:	1213,2	667275,3
амортизации оборудования предприятия	106,7	58685
арендная плата или амортизация помещений	109,1	60000
отчисления в ремонтный фонд	115,2	63384
вспомогательные материалы на содержание оборудования	22,8	12552
затраты на силовую электроэнергию	99,7	54866
износ инструмента	218,2	120000
заработная плата вспомогательных рабочих	22,1	12168
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	7,8	4259
заработная плата административно-управленческого персонала	18,3	10119
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	5,9	3238,3
прочие расходы	487,4	268004
Итого	6086	3347320,6

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. В-10300	_____	<u>М.А. Суханов</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Консультант	_____	<u>В.А. Портола</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Нормоконтроль, к.т.н., доцент. кафедры ТМС	_____	<u>А.А. Ласуков</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	

3.1 Характеристика объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

В ходе технологического процесса обрабатывается корпус редуктора КС-4372.308.10.001/002, входят в сборку механизма вращения поворотной части крана КС-4372.

Материалом детали «Корпус редуктора» является сталь 25Л ГОСТ 977-88. Масса заготовки: крышки корпуса – 41,3 кг; корпуса – 138,6 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно – транспортных устройств или средств механизации. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 10 кг. т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем.

Следовательно для установки заготовки на станок требуются подъёмно-транспортные устройства.

Крышка изготавливается на сверлильно-фрезерном, токарном и шлифовальном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ.

Обработка, в основном, ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 50 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все движущиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался, или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведенные места.

Участок, на котором изготавливают корпус КС-4372.308.10.001/002, расположен в здании цеха 43.

По своему назначению площади цеха подразделяются: производственные, вспомогательные и служебно-бытовые.

К производственной площади относятся площади, занимаемые всеми производственными участками, включая рабочими местами мастеров, участками консервации и упаковки изделия, а также проходами и проездами между рядами оборудования, за исключением транспортных проездов.

Производственное здание состоит из нескольких параллельных однотипных пролетов, образуемых рядами колонн.

К вспомогательным площадям относят площади, занятые вспомогательными участками, а также магистральными и пожарными проездами.

3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

Реальные производственные условия характеризуются наличием некоторых вредных и опасных производственных факторов.

Опасные производственные факторы – такие факторы, воздействие которых может привести к травме, несчастным случаям. Эти факторы создаются открытыми движущимися частями машин, незащищенными приводами и деталями машин, находящимися под электрическим напряжением, разогретыми деталями, стружкой и др.

Вредные факторы – производственные факторы, воздействие которых может привести к ухудшению состояния здоровья, к профессиональному заболеванию.

Вредные факторы подразделяются на:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

К физическим факторам в свою очередь относятся: запыленность воздуха рабочей зоны, вибрации, акустические колебания, статическое электричество, электромагнитные поля и излучения и другие различные излучения, электрический ток, движущие механизмы, падающие предметы, острые кромки, повышенная или пониженная температуры, загазованность рабочей зоны, запыленность рабочей зоны.

К химическим – попадание ядов на кожные покровы и слизистые оболочки, попадание ядов в желудочно – кишечный тракт.

К биологическим – смазочно – охлаждающие жидкости.

К психофизиологическим – физические перегрузки, нервно-психические перегрузки: умственное утомление, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

При обработке крышки выявлены следующие вредные факторы на рабочем месте.

3.2.1 Шум

Шум – неблагоприятно влияет на человека, представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. При длительном воздействии шума нарушаются функции не только слухового аппарата, но и центральной нервной системы, сердечно – сосудистой и других физиологических систем организма человека.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83, уровни звука не должны превышать: в помещениях конструкторских бюро – 50 дБ; в помещениях управления, рабочих комнатах – 60 дБ; в помещениях точной сборки – 65 дБ; на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений – 80 дБ.

Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 60 дБ, шум от работы станков от 80 до 90 дБ, шум от движения транспорта от 70 до 80 дБ.

На данном участке источником шума является работа станка, обработка металла резанием. Интенсивность шума колеблется в пределах от 90 до 100 дБ,

что является неблагоприятно для работы. Меры по защите от шума будут рассмотрены ниже.

Предельно – допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

3.2.2 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По действию на организм человека вибрацию подразделяют:

- общая – передается по всему телу;
- локальная – передается только на руки рабочего.

Систематическое воздействие вибраций может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия.

Предельно- допустимая норма вибрации:

- общая – 92 дБ;
- локальная – 120 дБ.

Предельно-допустимый уровень вибрации на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

При выполнении основной обработки для изготовления данной детали, используются станки с ЧПУ, что ограничивает время контакта рук оператора с органами управления работающего станка, то есть основным видом вибрации на рабочих местах является общая вибрация. В общем, значение вибрации не превышает предельно – допустимого значения, оно колеблется в пределах от 80 до 90 дБ. На крупных шлифовальных станках предусмотрены виброгасители, поставляемые вместе со станками.

3.2.3 Смазочно – охлаждающие технологические средства (СОТС)

В результате механического разбрызгивания и испарения компоненты смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) поступают в воздух, вызывая раздражение органов дыхания, легочной ткани, а также неблагоприятно воздействуют на другие системы организма. Взаимодействие СОЖ с кожей рук приводит к возникновению различных кожных заболеваний.

На СОЖ, применяемые для обработки резанием, необходимо иметь соответствующее разрешение Министерства здравоохранения РФ. Состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны содержаться и производиться в строгом соответствии с ГОСТ 12.3.025-80. Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004-79.

В настоящее время насчитывается более 500 вредных примесей, загрязняющих атмосферу. Самые распространенные из них – оксид углерода CO (5,7%), диоксид серы SO₂ (13,3%), оксиды азота NO_x (6,5%), углеводороды C_nH_m (3.3%), и пыль (27%). Кроме приведенных выше веществ и пыли в

атмосферу выбрасываются и более токсичные вещества (серная, хромовая и минеральная кислоты, органические растворители).

Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля ее содержания не реже одного раза в 6 месяцев. Контроль качества СОТС на масляной основе проводится не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11-106-72.

3.2.4 Физические перегрузки

На данном участке существуют два вида физических перегрузок:

- статические перегрузки – продолжительная работа в неудобной позе (стоя);

- динамические перегрузки – подъем и перенос тяжестей, ручной труд.

На участке выявлены следующие опасные факторы:

- электрический ток – проходя через организм человека электрический ток производит термическое (ожог), электролитическое (разложение жидкости), механическое (разрыв тканей) и биологическое (раздражение, возбуждение живых тканей) действие. Нормирование – по ГОСТ 12.1.038-82;

- движущиеся изделия и механизмы;

- острые кромки.

При обработке металла резанием образуется стружка. При фрезеровании плоскости – стружка надлома.

3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Производственное освещение предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции; благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего; повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости источников света, а так же больших перепадов яркости соседних объектов. Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда негативными последствиями, нежелательными как для трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

К промышленному освещению предъявляются следующие требования:

- освещение на рабочем месте должно соответствовать зрительным условиям труда согласно строительным нормам СНиП 23-05-95;

- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства;

- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;

- величина освещенности должна быть постоянной во времени;

- осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей;

- установка должна быть удобной, надежной и простой в эксплуатации.

Существует три вида освещения:

- общее;

- местное;

- комбинированное.

В производственном помещении должно быть обеспечено естественное освещение. Световые проемы не допускаются загромождать оборудованием и следует очищать от пыли по мере загрязнения.

На данном участке используется комбинированное освещение, которое соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [18].

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

E – минимальная освещенность, лк;

K – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м²;

z – коэффициент неравномерности освещения;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности E выбирается исходя из следующих требований таблица 3.1

Таблица 3.1 – Требования для выбора освещенности

Характеристика зрительной работы	наивысшей точности
Наименьший размер объекта различения	менее 0,15 мм
Разряд зрительной работы	Б
Подразряд зрительной работы	1
Контраст объекта с фоном	малый
Характеристика фона	средний

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 лк, из которых 400 лк – общего освещения.

Для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса

$K=1,5$.

Наименьшая высота подвеса светильников над полом для светильников СЗ—4ДРЛ равна 3,5 до 4,5 м. Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 7 м.

Следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:

$$h = 7 - 1 = 6 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (3.2)$$

где $\lambda = 14$; отсюда, $L = 1 \cdot 6 = 6$ м.

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно $1/3 L = 1/3 \cdot 6 = 2$ м.

$$20 - 4 = 16 \text{ м.}$$

$$11 - 4 = 7 \text{ м.}$$

$$\lambda_1 = \frac{16}{6} = 2,7.$$

Принимаем 3 шт.

$$\lambda_2 = \frac{7}{6} = 1,2.$$

Принимаем 2 шт.

Количество светильников: $n = 6$.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}, \quad (3.3)$$

где A, B – стороны помещения, м.

$$i = \frac{220}{6(20 + 11)} = 1,2.$$

Коэффициент использования светового потока $\eta = 53\%$.

Коэффициент неравномерности освещения $z = 0,9$.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{6 \cdot 0,53} = 37358,5 \text{ лм.}$$

Принимаем: 6 светильников СЗ-4ДРЛ 1000 Вт ($\Phi = 46000$ лм).

3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места.

Вентиляция и кондиционирование

В результате производственной деятельности в воздушную среду могут поступать вредные различные вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Необходимым условием здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха рабочей зоны производственных помещений. Микроклимат производственных помещений, т.е. климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Для нормальной деятельности организма человека необходимо, чтобы воздух в рабочей зоне был по своему составу близок к атмосферному. Однако, атмосферный воздух, попадая в помещение цеха, изменяет свой состав, загрязняясь примесями вредных газов, паров, пыли, которые появляются в

процессе механической обработки. Для поддержания требуемых параметров чистоты воздуха и микроклимата применяют различные виды вентиляции.

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой – за счёт отопительных систем, летом – за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяются на:

- естественную (аэрация, проветривание);
- механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают:

- общеобменную;
- местную.

По времени действия:

- постоянно действующая;
- аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

В цехах механической обработки применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (менее -15°C) и препятствует проникновению холодного воздуха.

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Основные параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, С°	16...18	13...19
Относительная влажность воздуха, %	40...60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела представлено в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Допустимый уровень интенсивности теплового излучения

50% и более	35Вт/м ²
от 25 до 50%	70Вт/м ²
не более 25%	100Вт/м ²

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

- температура - от 14 С° зимой до 24 С°летом;
- относительная влажность – от 50% зимой до 80% летом;
- скорость движения воздуха – 0,15м/с;
- уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% – 65Вт/м².

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса вредное воздействие не оказывается.

3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

3.5.1 Расчет заземления

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 2,5 м и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000 В должно быть не более 10 Ом.

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы [18].

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва – суглинок.

Сопротивление одиночного заземлителя R_3 , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_r}{d}\right), \quad (3.4)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, $d = 4$ см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, $\rho_3 = 10^4$ Ом·см;

l_m – длина трубы, $l_m = 250$ см;

h_r – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, $h_r = 205$ см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя, $\eta = 0,8$.

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.,}$$

Принимаем $\Pi = 9$ шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (3.6)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (3.7)$$

где b – ширина полосы, $b = 1,2$ см;

l_n – длина полосы, $l_n = 4200$ см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, $\rho_n = 10^4$ Ом·см;

h_n – глубина погружения трубы в землю, $h_n = 80$ см.

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

Резльтирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.8)$$

где η_3 – коэффициент использования труб контура, $\eta_3 = 0,8$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

Подставив значения в формулу получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом.}$$

Сопротивление заземляющего устройства для установок мощностью до 1кВт должно быть не более 10 Ом.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

3.5.2 Шум

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96 шумы делятся:

- широкополосные;

- тональные;
- постоянные;
- непостоянные;
- прерывистые;
- колеблющиеся;
- импульсные.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

- уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);
- ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами).

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – от 500 до 8000Гц с допустимыми уровнями звукового давления от 83 до 74дБ соответственно, что не превышает предельно допустимого уровня.

3.5.3 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. На плакате представлена конструкция виброизолирующей опоры, применяемой при монтаже металлорежущих станков. Принцип работы опоры основан на некоторых особенностях деформации резины: при сжатии она происходит за счёт изменения формы, а не объёма. С ростом нагрузки увеличивается и коэффициент жёсткости опоры. Поэтому частота собственных колебаний станка на этих опорах мало зависит от нагрузки на опору. Металлообрабатывающие, станки имеющие достаточно большую частоту вращения по сравнению с собственными частотами номинально нагруженных опор устанавливаются на данных опорах. При этом станина станка должна быть достаточно жёсткой: отношение длины и ширины к высоте сечения должно быть меньше 5 по ГОСТ 17712-72.

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

- общая – 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63Гц;
- общая – 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8Гц;
- общая – 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4Гц;
- общая – 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2Гц;
- местная – 124 Дб.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании применяемом в проектируемом технологическом процессе не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой от 6 до 9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную.

Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Защитой от такого вида стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

Сливная стружка образуется при точении, растачивании, сверлении. Она сходит в виде непрерывной ленты и может острыми кромками нанести работающему тяжелую травму. Станки снабжены пылестружкоотсасывающими системами. При помощи мощной

насосной станции отсасывается пыль и стружка из зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Вентиляция осуществляется по вытяжному трубопроводу.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру от 600 до 700°C, что может нанести ожоги.

Режимы резания выбраны с таким расчётом, чтобы сечение стружки делало её хрупкой и облегчало измельчение.

СОТС выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80.

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79. Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей – одного раза в две недели.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11–106–72.

В качестве средства защиты от масляного тумана, брызг СОЖ и мелкозернистой пыли образующихся на шлифовальных операциях разработанного технологического процесса применяем агрегат АЭ2-12, который серийно производит Дербентский завод шлифовальных станков.

Данный агрегат предназначен для индивидуального использования совместно с одним станком. В агрегате загрязнённый атмосферный воздух последовательно проходит три ступени очистки. На первой ступени очистки используется инерционный эффект; вторая ступень очистки выполнена в виде патронов, снабженных несколькими слоями плоских мелкоячеистых тканых сеток; третья ступень очистки - в виде тонкого слоя пенополиуретановой губки, который размещен после вентилятора и служит одновременно глушителем шума, возникающего при работе вентилятора. Технические характеристики агрегата АЭ2-12 представлены в таблице 3.4

Таблица 3.4 – Технические характеристики

Производительность по воздуху м ³ /ч	750
Габариты, мм	
длина	480
ширина	480
высота	1560
Общая площадь фильтрования, м ²	0,9
Диаметр входного отверстия, мм	125
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Частота вращения электродвигателя, об/мин	2860

3.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Важным элементом рабочего места является рабочая (производственная) среда, которая оказывает существенное влияние на функциональное состояние и работоспособность человека. Рабочая среда также оказывает непосредственное влияние на показатели надежности, быстродействие и точности работы человека.

Увеличение сложности и скорости течения производственного процесса выдвигает повышенные требования к точности действий рабочего, скорости принятия решений в осуществлении управленческих функций. В значительной степени возрастает ответственность за совершаемые действия, т.к. ошибка рабочего также может привести к браку. Поэтому работа рабочего характеризуется значительными увеличениями нагрузки на нервно-психическую деятельность человека.

Степень автоматизации технологического процесса требует от рабочего высокой готовности к экстренным действиям, т.к. при нормальном протекании процесса основной функцией рабочего является контроль и наблюдение за его ходом. А при возникновении нарушений он должен осуществить резкий переход от монотонной работы к активным, энергичным действиям по ликвидации возникших отклонений. При этом он должен в течение короткого промежутка времени переработать большое количество информации, принять и осуществить правильное решение. Это приводит к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок.

На психику рабочего также влияют степень освещенности рабочего места, т.к. 90% всей информации он получает через зрительный анализатор. А плохое освещение является раздражителем зрительного анализатора, что вызывает общее утомление рабочего.

Факторы рабочей среды разделяют на физические и химические. При нормировании факторов рабочей среды различают следующие уровни:

- комфортная рабочая среда, обеспечивающая оптимальную динамику работоспособности человека, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья;
- относительно дискомфортная рабочая среда, воздействие которой в течение определенного интервала времени обеспечивает заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека неприятные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;
- экстремальная рабочая среда, приводящая к снижению работоспособности человека, вызывающая изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим изменениям;
- сверхэкстремальная рабочая среда, приводящая к снижению работоспособности человека и вызывающая патологические изменения, создающая невозможность выполнения работы.

Факторы рабочей среды могут оказывать как прямое, так и косвенное влияние на состояние и качество работы человека.

3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

3.7.1 Природные

Ураганный ветер, ливневые дожди, которые могут привести к замыканию электропроводки. В этом случае происходит эвакуация людей в безопасное место, отключение электроэнергии.

При резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

3.7.2 Техногенные

Утечка хлора или аммиака. Если произошла утечка хлора, необходимо подняться наверх, т.к. хлор оседает на нижнем уровне (на земле) и воспользоваться защитными средствами. В случае утечки аммиака, необходимо укрыться в убежище, т.к. аммиак поднимается в верхние слои атмосферы, и так же воспользоваться защитными средствами. В термических цехах может возникнуть взрывопожароопасность при применении масел при работе с контролируемыми атмосферами, с соляными, щелочными печами – ваннами.

На предприятии ООО «Юргинский машзавод», согласно ГОСТ 12.3.004-75, участки травления металлов, цианирования, жидкостного азотирования, а также участки борирования отделены от других участков. При термической и химико – термической обработке применяются масла, кислоты, щелочи и другие вещества, на которые утверждена нормативно – техническая документация. Термическое оборудование и помещения оснащены контрольно – измерительными приборами для контроля уровня опасных и вредных производственных факторов. Для уменьшения загрязнения атмосферы устроены системы газоулавливания и газоочистки; заменяют процессы с большим газовыделением другими.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров в ходе обработки данной детали могут явиться:

- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления);
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;
- износ и коррозия оборудования.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» производство можно отнести к категории В – пожароопасные.

Мероприятия по пожарной профилактике:

- организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;
- режимные – запрещение курения в неустановленных местах, производства электросварочных работ в пожароопасных помещениях;
- эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Работы по пожаротушению проводят штатные пожарные части, одновременно с тушением пожара эвакуируют людей.

Тушение пожара производится водяными стволами (ручными и лафетными). Для подачи воды используются устанавливаемые на предприятиях и в населенных пунктах водопроводы. Для того чтобы обеспечить тушение пожара в начальной стадии его возгорания, на водопроводной сети установлены внутренние пожарные краны.

Участок оснащен автоматическим средством обнаружения пожара – пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация должна быстро и точно сообщать о пожаре с указанием места его возникновения.

Для эвакуации людей при пожаре на участке имеется два эвакуационных выхода. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы, а также с помощью специальных дымовых люков.

Общие требования к пожарной безопасности – по ГОСТ 12.1.004-85.

Степень стойкости здания, а так же конструктивная и функциональная пожарная опасность регламентирует СНиП 21-01-97.

Требования к системам противопожарного водоснабжения – по СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Также на данном участке и цехе предусмотрены ящики с песком, щит с противопожарным инструментом, пенные огнетушители и др.

3.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Правила установления допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу – в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78.

Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение имеет поступление их через органы дыхания, потому что загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность. Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Так же, как и на человека, загрязненный атмосферный воздух отрицательно воздействует на животных, птиц, насекомых, и может существенно повлиять на элементы жизненно важные для растений.

Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе.

Основной способ защиты атмосферы от промышленной пыли и тумана – применение пыле- и тумано-улавливающего оборудования. Основные группы этого оборудования: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры, и фильтры.

К сухим пылеуловителям относятся вихревые и радиальные аппараты), деление пыли происходит за счет сил гравитации и инерции).

Мокрые пылеуловители работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель или пленки жидкости под действием сил инерции и броуновского движения.

Очистка в электрических фильтрах основана на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда. Газы, попадающие в электрофильтр, частично ионизированы и способны проводить ток. Поэтому попадая между двумя электродами фильтра они осаждаются на них. Фильтры широко применяются в промышленности для очистки вентиляционного воздуха от примесей.

На машиностроительных предприятиях сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, характерных для

определенного технического прогресса, затем осуществляется очистка общего стока предприятия.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно- бытового использования – в соответствии с инструкцией 2932-83. Общие требования к определению загрязняющих веществ почвы – по ГОСТ 17.4.3.03-85.

Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные емкости. Водную фазу СОЖ подвергают очистке до предельно допустимой концентрации или разбавляют. Концентрация нефтепродуктов сточных вод при сбросе их в канализацию должна соответствовать СНиП 32-74.

На машиностроительном предприятии ООО «Юргинский машзавод» в процессе производства образуется большое количество отходов. Твердые отходы: отходы металлов, пластмасс, дерева, пыль, промышленный мусор (резина, шлак, песок, и другое). Жидкие отходы: осадки сточных вод из очистных сооружений, пыль из систем мокрой очистки воздуха и газов.

Большое количество отходов используется в качестве вторичного сырья. В частности, лом и отходы металлов, которые классифицируют по физическим признакам – на группы и марки, по показателям качества – на сорта.

Целесообразность обработки отходов определяется их качеством и степенью использования в производстве. Отходы, не пригодные для переработки и использования в качестве вторичного сырья либо сжигаются, либо вывозятся, и производится их захоронение на полигонах.

3.9 Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства;
- для обеспечения допустимых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса;
- для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31;
- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников;
- от механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией;
- для защиты от шума разработаны защитные кабины, также в местах, где уровень шума превышает допустимый используются специальные наушники.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма а так же благоприятствует повышению производительности труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан техпроцесс механической обработки детали корпус редуктора ФЮРА.300092.001 для мелкосерийного производства.

В заключении выпускной квалификационной работы проанализируем проделанную работу.

На основании базового технологического процесса была спроектирована заготовка – литье в песчанно-глинистые формы и литьё в песчано–глинистые формы с машинной формовкой, коэффициент использования металла равен $K_{\text{им}}=0,89$.

Составлен новый технологический процесс, который в значительной степени сократил время на изготовление изделия. Время на изготовление одной детали составило 175,6 мин. В базовом 208,9 минут.

Выбранные средства технологического оснащения позволили повысить режимы резания, что значительно сократило время на изготовление и общую трудоемкость, равную 1609,6 н/час.

В конструкторской части спроектировано 2 приспособления. Первое сверлильно-фрезерное приспособление, предназначено для фрезерования и сверления корпуса редуктора на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели 6560МФ3 (операция 005). Второе сверлильно-фрезерно-расточное приспособление необходимо для сверления, фрезерования и растачивания корпуса редуктора в сборе с трех сторон на станке обрабатывающий модуль ИСБ1200 (операция 025). Спроектированные приспособления обеспечивает необходимую силу зажима и удовлетворяют требованиям точности. Спроектирован специальный режущий и мерительный инструмент, которые позволили повысить оснащенность технологического процесса.

Спроектированные специальные приспособления позволили сократить время на наладку и зажим заготовки.

Применены станки с ЧПУ 6560МФ3 и ИСБ1200, что в значительной степени снижает трудоемкость, повышает точность обрабатываемой детали.

В организационной части рассчитано необходимое количество рабочих, станков, коэффициент загрузки оборудования. Средний коэффициент загрузки оборудования 10,48%.

В разделе "Социальная ответственность" проведен анализ опасных и вредных факторов производства и средств защиты. Был разработан необходимый комплекс мероприятий по охране труда и защите окружающей среды.

Ожидаемая прибыль от внедрения данного технологического процесса составит 128700руб. на программу выпуска 550 штук.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Технология машиностроения: Методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» всех форм обучения. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 32 с.
- 2 Балабанов А.Н.. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
- 3 Ямпольский А.М.. Гальванические покрытия. – Л.: Машиностроение. 1978. – 248 с.
- 4 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
- 5 Гамрат - Курек Л.И.. Экономическое обоснование дипломных проектов.: Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов. 4-ое издание, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 159 с.
- 6 Шнайдер Ю.Г.. Образование регулярных микрорельефов на деталях и их эксплуатационные свойства. – Л.: Машиностроение. 1972. –240 с.
- 7 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 8 Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 9 Кожевников Д.В., Кирсанов С.В.. Металлорежущие инструменты.: Учебник. – Томск: издательство ТПУ, 2003. – 392 с.
- 10 Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник 2-ое изд., перераб, и доп. – М.: Машиностроение 1990. – 510 с.
- 11 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник. – М.: Машиностроение. 1972. – 407с.
- 12 Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1967. – 412 с.
- 13 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1967. – 410 с.
- 14 Горошкин А.К.. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение, 1971. – 383 с.
- 15 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т1 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
- 16 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
- 17 Ансеров М.А.. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машгиз, 1960. – 624 с.

- 18 Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М.. Конструирование инструмента. – М.: Машиностроение, 1979. – 383 с.
- 19 Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В 6-ти томах. Т4 / Под общ.ред. Е.С. Ямпольского. – М.: Машиностроение, 1975. – 326 с.
- 20 Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник / Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
- 21 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности. – Томск: издательство ТПУ, 2006. – 126 с.
- 22 Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 24 с.