

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС РЕДУКТОРА»

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 625

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Машиностроительный институт
Машиностроительный факультет
Кафедра технологии машиностроения и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТО
_____ Б.Н.Гузанов
«__» _____ 20__ г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС РЕДУКТОРА»**

Выпускная квалификационная работа

По направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технология и оборудования машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 625

Исполнитель:
студент группы ЗТО-504

В.В. Коновалов

Руководитель:
доцент, канд. пед. наук

Т.А. Унсович

Екатеринбург 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1.Анализ исходных данных для разработки технологического процесса обработки детали «Корпус редуктора».....	7
1.1.1. Основные источники исходных данных.....	7
1.1.2. Назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.1.3. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
1.1.4. Определение типа производства.....	11
1.1.5. Формулировка основных технологических задач.....	12
1.1.6. Анализ существующего технологического процесса изготовления детали «Корпус редуктора».....	13
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали в новых условиях производства.....	20
1.2.1. Выбор заготовки и методов её получения.....	20
1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования.....	23
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей.....	24
1.2.4. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	5
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения.....	27
1.3. Технологические расчёты.....	31
1.3.1.Расчет припусков.....	31
1.3.2. Выбор элементов режима резания.....	38
1.3.3. Расчет технических норм времени.....	39
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	43
2.1. Программирование на обрабатывающем центре с ЧПУ модели VM-1000.....	43
2.2. Разработка управляющей программы обработки крепежных отверстий в корпусе редуктора.....	47

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	59
3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	59
3.2. Расчёт капитальных затрат.....	59
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	64
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	80
4.1. Разработка программы и методики проведения урока в условиях внутрифирменной подготовки оператора станка VM-1000...	80
4.1.1. Квалификационная характеристика.....	81
4.1.2. Разработка содержания программы обучения.....	83
4.1.3. Разработка методики проведения занятия по теме «Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка».....	87
4.1.4 Конспект нового материала.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	98
Приложение А. Лист задания на проектирование.....	100
Приложение Б. Перечень листов графических документов.....	101
Приложение В. Комплект технологической документации.....	102

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 101 лист машинописного текста, 10 слайдов, 37 таблиц, 13 иллюстраций, 24 использованных источников, приложения на 13 листах, графическую часть на 7 листах

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Совершенствование технологического процесса в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на обрабатывающем центре с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа на обработку крепёжных отверстий.

Приведено экономическое обоснование замены универсальных станков современным обрабатывающим центром с ЧПУ.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.

В методической части разработана программа проведения урока в условиях внутрифирменной подготовки оператора станка VM-1000.

					ДП 440304.625.ПЗ		
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.	Коновалов						
Провер.	Унсович					2	110
Н. контр	Суриков				ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО Кафедра ИММ Группа ЗТО- 504		
Утв.	Гузанов						

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших отраслей промышленности считается машиностроение. Оно создает наиболее активную часть основных производственных фондов - орудия труда, следовательно, ускорение темпов его роста основа научно-технического прогресса во всех отраслях хозяйства страны.

В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Целью дипломного проекта является совершенствование существующей технологии изготовления детали путем переноса большей части механической обработки на оборудование с ЧПУ (обрабатывающий центр с ЧПУ).

При этом обеспечивается:

- снижение трудоемкости обработки детали;
- уменьшение численности рабочих;
- рост производительности труда;
- повышение точности обработки;
- уменьшение числа занятых станков;
- снижение себестоимости изготовления.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ базового технологического процесса;
- совершенствование базового техпроцесса;
- разработка управляющей программы;
- экономическое обоснование проекта;
- разработка методической части.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.625.ПЗ					

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходной информации для разработки технологического процесса обработки детали «Корпус редуктора»

1.1.1. Основные источники исходных данных

К основным источникам исходных данных относятся: рабочий чертёж детали «Корпус редуктора», заводской технологический процесс механической обработки детали, рабочий чертёж заготовки. Для разработки технологического процесса будем использовать справочники и нормативы машиностроения, тип производства – среднесерийный

1.1.2. Назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Корпус редуктора» используется в редукторе механизма перемещения кран-балки. Два отверстия М20-7Н на боковой плоскости предназначены для крепления корпуса редуктора к раме подъёмного механизма. Внутри корпуса редуктора в отверстия $\phi 150H7$, $\phi 80H7$ и $\phi 72H7$ устанавливаются подшипники с валами. Резьбовое отверстие М16Х1,5 - 7Н на боковой поверхности корпуса предназначено для сливной пробки. Ступенчатые отверстия $\phi 8$ и $\phi 12$ предназначено для установки указателя уровня масла. Отверстия М10-7Н и отверстия М10-7Н расположенные на боковых поверхностях корпуса предназначены для крепления крышек подшипников.

Деталь «Корпус редуктора» изготавливается из серого чугуна марки СЧ 20 по ГОСТ 1412-85. В структуре серого чугуна нет первичного и эвтектического (ледебуритного) цементита, в замен которого присутствует пластинчатый графит. Он обуславливает отсутствие пластичности, но придаёт высокую циклическую вязкость, малую чувствительность к концентраторам напряжений, малое коробление, удовлетворительные антифрикционные и противозадирные свойства.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.625.ПЗ

В машиностроении применяют для изготовления станин, плит, рам блоков и головок цилиндров, поршней, поршневых колец, тормозных колодок, корпусов и крышек и т.д. Приведем в таблице 1 химический состав данного чугуна [29].

Таблица 1- Химический состав чугуна СЧ 20

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не более	не более		
3,5-3,7	2,0-2,1	0,9-1,1	0,60	0,60	0,15	0,15

В таблице 2 приведем механические свойства чугуна СЧ 20 [29].

Таблица 2 - Механические свойства чугуна СЧ 20

σ_T	$\sigma_{вр}$	σ_5	ψ	α	HRC
МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	
200	360	10	16	50	200

Литейные свойства [29]:

- температура начала затвердевания, °С.....1190-1204
- показатель трещиноустойчивости, $K_{Tу}$0,7
- склонность к образованию усадочной раковины, $K_{ур}$0,8
- жидкотекучесть $K_{жт}$1,0
- литейная усадка, %.....2,5-2,5

Данный материал оптимально подходит для данной детали и для условий его работы.

1.1.3. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда и сокращения времени на технологическую подготовку производства. Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный [12].

Качественный анализ детали

Достоинства:

- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе механической обработки;
- отверстия, возможно, обрабатывать за проход;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей;
- деталь допускает обработку поверхностей на проход;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;

Недостатки:

- конструкция детали имеет поверхность и отверстия расположенные под углом, что потребует дополнительной специальной оснастки для механической обработки.

При качественной оценке положительных характеристик больше чем отрицательных, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

Количественный анализ

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей.

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4, в которых

T_i – качества, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого качества или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [10, с. 28-30], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	41	287	11	1	11
8	1	8	14	10	140

$$\sum n_i = 53; \sum T_i \cdot n_i = 446;$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{n}\delta} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{446}{53} = 8,415$$

$$\hat{E}_{\delta \times} = 1 - \frac{1}{T_{\bar{n}\delta}} = 1 - \frac{1}{8,415} = 0,881$$

т.к. $K_T > 0,8$, то деталь по данному показателю технологична

Определение коэффициента шероховатости по [10, с. 28-30], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
1,25	7	8,75	12,5	4	50
6,3	35	221			

$$\sum n_i = 46; \sum Ш_i \cdot n_i = 279,75;$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{n}\delta} = \frac{\sum \phi_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{279,75}{46} = 6,08$$

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{ср}} = \frac{1}{6,08} = 0,164$$

т.к. $K_{Ш} = 0,164 < 0,32$ следовательно, деталь технологична.

Коэффициент использования материала [10, с. 29]:

$$K_M = \frac{K_{ДЕТ}}{K_{ЗАГ}} = \frac{49,5}{70,7} = 0,70$$

В целом деталь является технологичной. Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки верен (литье в песчаные формы), его следует лишь заменить на другой вид литья соответствующий серийному производству.

1.1.4. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (Кз.о) [10, с. 33]:

Тип производства	Кз.о
Массовое.....	1
Серийное:	
Крупносерийное.....	св. 1 до 10
Среднесерийное.....	св. 10 до 20
Мелкосерийное.....	св. 20 до 40
Единичное.....	св. 40

Таблица 5 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1.0-2.5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2.5-5.0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5.0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали $m_{дет}=49,5$ кг и для среднесерийного производства примем $N=2000$ шт.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска.

В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются. Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированны. Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

1.1.5. Формулировка основных технологических задач

Основные технологические задачи:

- Обеспечить точность размеров: резьбовых отверстий М8, М10, М16 и М20 по качеству 7Н, отверстий $\varnothing 150$, $\varnothing 80$ и $\varnothing 72$ по 7-му качеству, отверстие $\varnothing 130$ по 8-му качеству, отверстие $\varnothing 60$ по 11-му качеству, остальные размеры по 14-му качеству;
- Обеспечить качество поверхностей: отверстий $\varnothing 150$, $\varnothing 80$, $\varnothing 72$, $\varnothing 130$ по Ra1,25мкм, резьбовые отверстия М8, М10, М16 и М20, отверстия $\varnothing 8$, $\varnothing 12$ и боковые поверхности детали по Ra 6,3мкм, остальных поверхностей по Ra12,5;
- Обеспечить допуск позиционирования резьбовых отверстий М8 и М10 пределах 0,2 мм на диаметр относительно оси отверстий, допуск зависимый;
- Обеспечить отжиг и очистку отливки.

						ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			12

1.1.6. Анализ существующего технологического процесса изготовления детали «Корпус редуктора»

Характеристика технологического процесса

По признакам технологического процесса относят [10]:

по числу охватываемых изделий – среднесерийный;

по назначению – рабочий;

по документации – маршрутно-операционный.

Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунках 1 и 2 обозначим обрабатываемые поверхности, проанализируем методы обработки поверхностей с точки зрения экономической точности и результаты занесем в таблицу 6.

В большинстве своем методы обработки соответствуют методам обработки поверхностям экономической точности, следовательно методы обработки в базовой технологии выбраны верно.

Таблица 6 - Методы обработки поверхностей сравнение

№ пов.	Вид поверхности	Квалитет	Шерохов. Ra	МОП в М.К	МОП эконом. точности		Примечание
					Квалитет	Шерохов.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1 8	Плоскость	14	6,3	Фрезерование одно- кратное	12-14	6,3-12,5	Соответ.
2	Отверстие	8	1,25	Точение черновое чистовое тонкое	6-8	1,25-3,2	Соответ.
3	Отверстие	14	6,3	Точение одно- кратное	11-12	6,3-12,5	Соответ.

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Отверстие	11	6,3	Точение одно- кратное	11-12	6,3-12,5	Соответ.
5 6 7	Отверстие	7	1,25	Точение черновое чистовое, тонкое	6-8	1,25-3,2	Соответ.
9 11 12 14	Плоскость	14	12,5	Фрезеро- вание одно- кратное	12-14	6,3-12,5	Соответ.
10 13 17	Резьбовые отверстия	7	6,3	Нареза- ние резьбы метчи- ком	7-9	6,3-12,5	Соответ.
15	Площадка	14	6,3	Зенкero- вание	8-10	3,2-6,3	Соответ.
16	Отверстие	14	12,5	Сверле- ние	12-14	6,3-12,5	Соответ.

Анализ выбора технологических баз.

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях. Результаты занесем в таблицу 7.

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдаются правила базирования: принцип постоянства и совмещения баз.

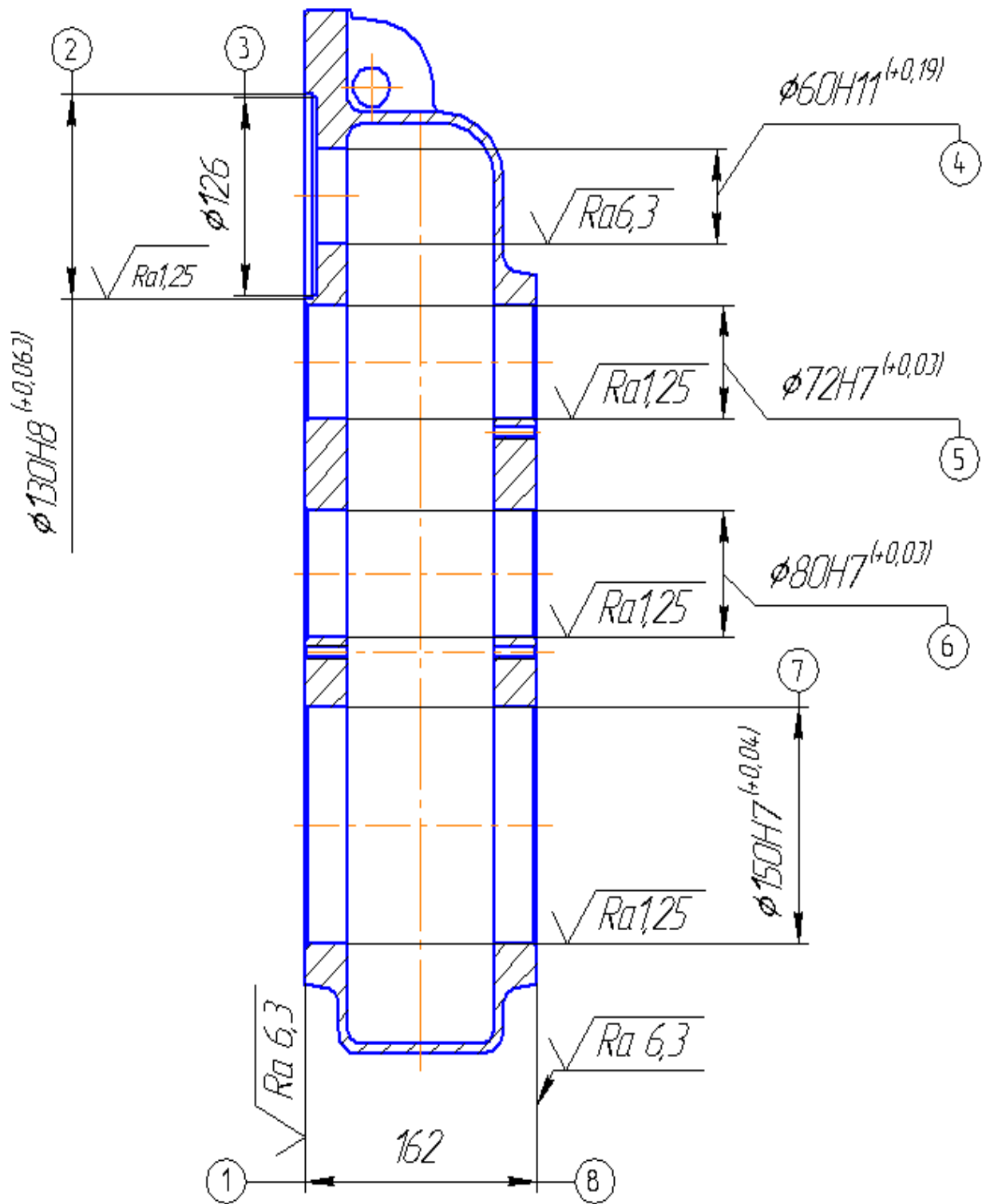


Рисунок 1 – Эскиз детали «Корпус редуктора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

15

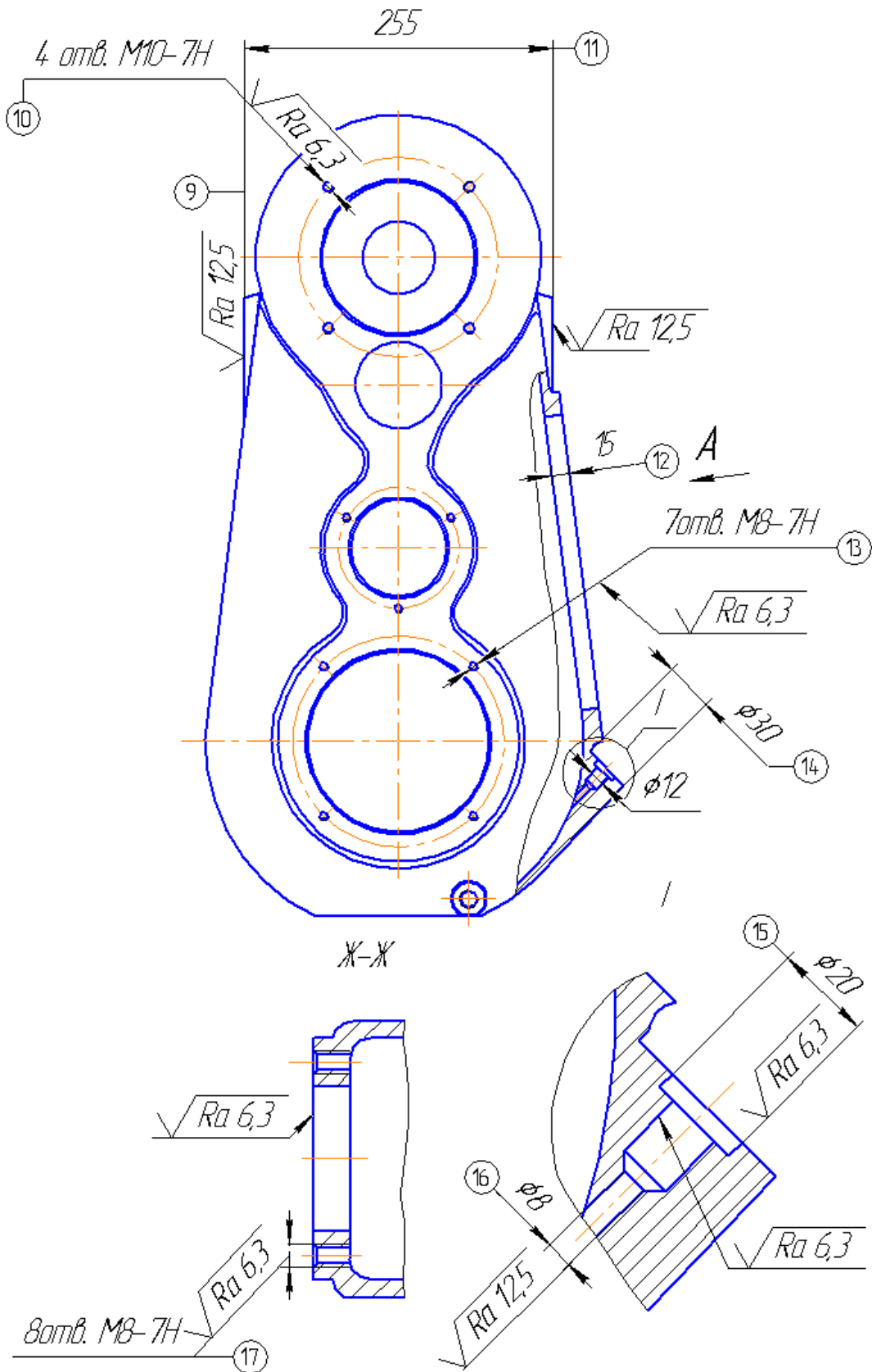


Рисунок 2 – Эскиз детали «Корпус редуктора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

16

Таблица 7- Технологические базы в станочных операциях базового технологического процесса.

№	Наименование и содержание операции	Технологические базы	
		Черновые	Чистовые
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерная Фрезеровать боковую плоскость	Боковая плоскость и отв. Ø150 и ø72	
010	Вертикально-фрезерная Фрезеровать противоположную боковую плоскость	Отверстия Ø150 и ø72	Боковая плоскость
015	Координатно-расточная Расточить отверстия ø150, ø80, ø72 и ø60	Литые боковые поверхности	Боковая плоскость
020	Радиально-сверлильная. Сверлить и нарезать резьбу в отверстиях М10, М8, М16.		Боковая поверхность и отв. Ø150 и ø72
025	Радиально-сверлильная. Сверлить и нарезать резьбу в отверстиях М8 и М20.		Боковая поверхность и отв. Ø150 и ø72
030	Горизонтально-фрезерная Фрезеровать две площадки в размер 255мм		Боковая поверхность и отв. Ø150 и ø72
035	Горизонтально-фрезерная Фрезеровать боковой фланец в размер 15мм		Боковая поверхность и отв. Ø150 и Ø72.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

17

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
040	Радиально-сверлильная. Сверлить и нарезать резьбу в отверстиях М8.		Боковая поверхность и отв. Ø150 и Ø72
045	Радиально-сверлильная. Сверлить отверстия Ø8, Ø12 и зенкеровать площадку Ø20 под маслоуказатель.		Боковая поверхность и отв. Ø150 и Ø72

Анализ маршрута обработки детали.

При изучении маршрутных карт установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных поверхностей. Маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД.

Анализ станочных операций.

Проанализируем операцию 010 Вертикально-фрезерную и операцию 040 Радиально-сверлильную, а результаты занесем в таблицу 8.

Таблица 8 - Анализ станочных операций

№	Наименование и содержание операции	Структура операций				Технологическая база	Способ установки и закрепления	Модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во позиций	Кол-во переходов	Кол-во ходов				
010	Вертикально-фрезерная Фрезеровать боковую поверхность	1	-	2	4	Боковая поверхность и отверстия Ø150 и ø72	Спец. приспособление	Вертикально-фрезерный	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
040	Радиально-сверлильная. Сверлить и нарезать резьбу М8 в отверстиях	1	-	16	25	Боковая поверхность и отверстия Ø150 и ø72	Спец. приспособления	Радиально-сверлильный 2Н55	Одноместная, многоинструментальная, последовательная обработка

Выводы

В целом технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, допуски отклонения формы и расположения поверхностей. Тип производства по данному технологическому процессу среднесерийный. Предполагается заменить несколько универсальных станков (фрезерные и сверлильный) на горизонтально-расточной станок, что соответствует крупносерийному типу производства.

1.2. Разработка технологического процесса обработки детали в новых условиях серийного производства

В связи с увеличением заказа на крановые редукторы до 2000 шт. в год, применяемое универсальное оборудование не обеспечат поставленную задачу. Необходимо применение современного высокопроизводительного оборудования и инструмента.

1.2.1. Выбор заготовки и методов её получения

Исходной заготовкой детали «Корпус редуктора» в базовой технологии является литьё в песчаные формы. Данный метод получения заготовки для серийного производства не подходит.

Заготовку в оптимизированной технологии получают литьем в кокиль. В кокилях получают детали различных габаритных размеров, массы. Точность отливки 8-0-0-8: класс размерной точности 8, класс точности массы отливки 8 [7, с. 5-8].

Возрастающая популярность процесса литья в кокиль обусловлена его несомненными достоинствами и рядом четко выраженных преимуществ перед традиционными способами изготовления отливок. Главные из них относятся к эффективности процесса литья и к качеству отливок. Повышение эффективности литейного производства связано с такими достоинствами литья в кокиль, как многократность использования литейных форм, рост производительности труда и снижение себестоимости отливок, улучшение качества отливок благодаря повышению точности и ускоренному охлаждению металла. Само собой разумеется, что снижение брака отливок, повышение их точности, снижение припусков на обработку и т. п. обеспечивает повышение эффективности процесса литья.

Литье в кокиль успешно применяется в производстве отливок из серого и высокопрочного чугунов, алюминиевых, магниевых и медных сплавов. В отдельных случаях в кокилях получают детали из стали и ковкого чугуна.

						ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			20

Трудно найти такую отрасль машиностроения, где бы не занимались литьем в кокиль, либо не использовали отливки, полученные таким способом

Весьма разнообразны конструктивные особенности отливок, получаемых в кокилях: от простых - типа опорных плит, колосников, болванок и втулок до сложных - типа картеров двигателей, головок блоков цилиндров, ребристых корпусов электродвигателей и стоек плугов. Литьем в кокиль получают детали с особыми свойствами: повышенной герметичности, износостойкости (например, чугунные с поверхностным и местным отбелом), окалино-стойкости и др. Важно подчеркнуть, что в кокилях производят детали различного, в том числе весьма ответственного назначения.

При литье в кокиль определяющее значение имеют тепловые условия формирования структуры отливки, которые в широких пределах могут изменяться варьированием толщины стенки кокиля, а также составом и толщиной покрытия, наносимого на рабочую поверхность кокиля.

Покрытия, наносимые на рабочие поверхности кокиля, позволяют регулировать интенсивность теплообмена между отливкой и кокилем, защищают поверхность кокиля от химического взаимодействия с жидким металлом и обеспечивают литейной формы за счет их газопроницаемости.

При литье в кокиль алюминиевых сплавов вследствие повышенной скорости затвердевания газоусадочная пористость подавляется, что способствует получению плотных отливок. Положительно сказывается повышенная скорость затвердевания на дисперсность структурных составляющих и фазовом составе сплавов: измельчается эвтектика, уменьшаются размеры и улучшается форма железосодержащих фаз. Однако кокиль хуже заполняется сплавом, чем песчаная форма, поэтому необходима повышенная температура металла при заливке. Улучшению заполняемости способствует также повышение температуры кокиля и применение покрытий с высокими теплоизолирующими свойствами.

Большое значение имеют условия теплообмена между отливкой и кокилем для алюминиевых сплавов с широким температурным интервалом затвердеванием.

В зависимости от расположения поверхности разъема кокили бывают: неразъемные, с вертикальной плоскостью разъема, с горизонтальной плоскостью разъема, со сложной поверхностью разъема. Неразъемные, или вытряхные, кокили применяют, когда конструкция отливки позволяет удалить из плоскости кокиля без его разъема. Кокили с вертикальной плоскостью разъема состоят из двух и более полуформ. Отливка может располагаться целиком в одной из половин кокиля, в двух половинах кокиля, одновременно в двух половинах кокиля и в нижней плите.

К основным конструктивным элементам кокилей относят: формообразующие элементы - половины кокилей, нижние плиты, вставки, стержни, конструктивные элементы - выталкиватели, плиты выталкивателей, запирающие механизмы, системы нагрева и охлаждения кокиля и отдельных его частей, вентиляционную систему, центрирующие штыри и втулки. Корпус кокиля или его половины выполняют коробчатыми, с ребрами жесткости. Толщина стенки кокиля зависит от состава заливаемого сплава и его температуры, размеров и толщины стенки отливки, материала, из которого изготавливается кокиль, конструкции кокиля. Толщина стенки кокиля должна быть достаточной, чтобы обеспечить заданный режим охлаждения отливки, достаточную жесткость кокиля и минимальное его коробление при нагреве теплотой залитого расплава, стойкость против растекания. Стержни в кокилях могут быть песчаными и металлическими.

Песчаные стержни для кокильных отливок должны обладать пониженной газотворностью и повышенной поверхностной прочностью.

При использовании металлических стержней возрастают напряжения в отливках, возможно появление трещин.

Стойкость кокилей зависит от температуры заливаемого металла и от массы получаемых отливок. Точность отливки при литье в кокиль

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.625.ПЗ					

соответствует 5-9-му классам, а шероховатость поверхности 4-6-му классам. Припуск на механическую обработку колеблется в пределах 2-4 мм [7, с. 5-8].

Из-за автоматизации технологического процесса, литье в кокиль становится наиболее экономически выгодным при изготовлении больших партий отливок или начале серийного производства конкретной детали.

1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления. Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят боковую поверхность и отверстия М20-7Н. К вспомогательным базам относят отверстия $\varnothing 150\text{H}7$, $\varnothing 80\text{H}7$, $\varnothing 72\text{H}7$, и боковая поверхность.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствует обработанная поверхность. В нашем случае черновой базой будет боковая поверхность **А** (лишает деталь трех степеней свободы), отверстие **Б** ($\varnothing 150$) (лишает деталь двух степеней свободы) и отверстие **В** ($\varnothing 72$) (лишает деталь одной степени свободы). Таким образом, базирование полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 3.

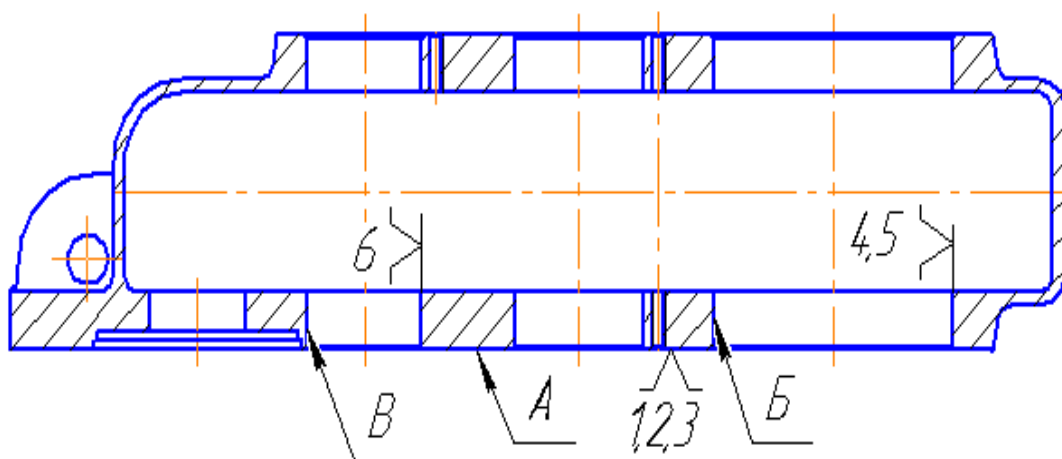


Рисунок 3 - Черновые базы

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами

будет боковая поверхность Г (лишает деталь трех степеней свободы), отверстие Д ($\varnothing 150H7$) (лишает деталь двух степеней свободы) и отверстие Е ($\varnothing 72H7$) (лишает деталь одной степени свободы). Таким образом, базирование полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 4.

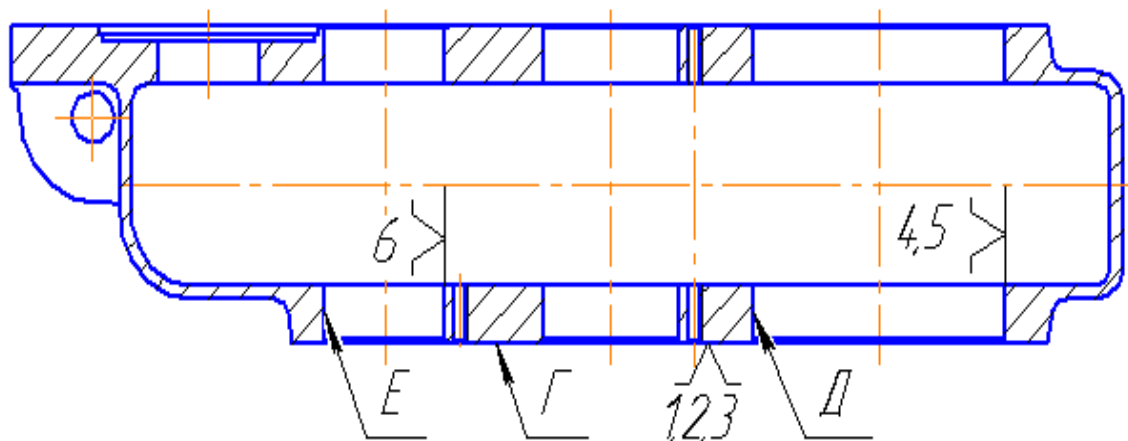


Рисунок 4 - Чистовые базы

1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунках 1 и 2 обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки. Методы обработки будем выбирать по таблице экономической точности [10, с. 70-71].

Поверхности 1 и 8:

- фрезерование однократное.

Отверстие 2:

- точение черновое;

- точение чистовое;

- точение тонкое.

Отверстие 3:

- точение однократное.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

24

Отверстие 4:

- точение однократное.

Отверстия 5, 6 и 7:

- точение черновое;

- точение чистовое;

- точение тонкое.

Поверхности 9, 11, 12 и 14:

- фрезерование однократное.

Отверстия 10, 13 и 17:

- сверление;

- нарезание резьбы.

Площадка 15:

- зенкерование.

Отверстие 16:

- сверление.

1.2.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах. В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование и режущий инструмент.

Проектный технологический процесс: маршрут обработки детали, выбор оборудования показано в таблице 9.

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Таблица 9 – Проектный вариант обработки детали «Корпус редуктора»

№ операции	Наименование операции	Оборудование
005	Вертикально-фрезерная Фрезеровать плоскость 8	Вертикально-фрезерный модели 6550
010	Комбинированная с ЧПУ Фрезеровать поверхность 1, расточить отверстия 2, 3, 4, 5, 6, 7, сверлить и нарезать резьбу в отверстиях 10, 13, М16х1,5-7Н, М20-7Н.	Обрабатывающий центр с ЧПУ модели VM-1000
015	Комбинированная с ЧПУ Фрезеровать поверхности 9, 10, 12, сверлить и нарезать резьбу в отверстиях 17, фрезеровать поверхность 14, сверлить отверстия 15, 16.	Обрабатывающий центр с ЧПУ модели VM-1000
020	Промывка	Камера моющая
025	Контроль	Стол контрольный

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); приспособление, средства механизации и автоматизации технологических процессов [10, с. 77].

Выбор оборудования

Выбор типа станка его возможностями обеспечить технические требования, формы и качества обрабатываемых поверхностей.

При выборе станков особое внимание следует обратить на использование обрабатывающих центров с ЧПУ, являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в машиностроении.

В проектируемом технологическом процессе предлагается использовать: обрабатывающий центр с ЧПУ модели VM-1000 [30].

Оборудование выбираем так, чтобы:

- выдерживалось соответствие основных размеров станка габаритными размерами детали;

- при изготовлении деталей должны выдерживаться заданные параметры по точности изготовления и чистоте обрабатываемых поверхностей детали.

Обрабатывающий центр с ЧПУ модели VM-100 предназначен для силовой высокопроизводительной обработки крупногабаритных деталей из чугуна, стали и легких сплавов из литых и штампованных заготовок легких сплавов из литых или штампованных заготовок.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Станина из высококачественного чугуна марки «Механит» обладает высокой жесткостью и виброустойчивостью.

Коробчатые направляющие скольжения обеспечивают высокую точность и стабильность перемещения при максимальной нагрузке.

Высокоточные ШВП класса точности С3 со сдвоенной гайкой гарантируют высокую жесткость и точность даже при долговременных тяжелых нагрузках.

Шпиндель с конусом ISO40 и частотой вращения - 10000 об/мин.

Мощный привод шпинделя — 15/18,5 кВт (опция).

Магазин на 24 инструмента типа «рука» уже в стандартной комплектации.

Все элементы электрического шкафа отвечают европейским нормам СЕ.

Технические характеристики ОЦ VM-1000 [30]:

Размер стола, мм.....	1300x600
Максимальная нагрузка на стол, кг.....	800
Ход по оси X, мм.....	1000
Ход по оси Y, мм.....	500
Ход по оси Z, мм.....	570
Инструментальный конус, ISO.....	40
Макс. частота вращения, об/мин.....	10000
Мощность двигателя, кВт.....	11
Количество инструментов.....	24
Макс. длина инструмента, мм.....	300
Макс. вес инструмента, кг.....	8
Точность позиционирования, мм.....	±0,005/300
Размеры (ДхШхВ), мм.....	2945x3265x2800
Вес станка, кг.....	5000

Комплектация: магазин инструментов на 24 позиции, соответствие требованиям норм СЕ, переносной пульт, транспортер стружки, функция резбонарезания, ЧПУ Fanuc 0iMC.

На рисунке 5 показан обрабатывающий центр с ЧПУ модели VM-1000.



Рисунок 5 – Обрабатывающий центр с ЧПУ модели VM-1000

Для обработки поверхностей детали будем использовать сменные многогранные неперетачиваемые пластины и державки фирмы «Korloy».

Для фрезерования плоскостей будем использовать многогранную быстросменную пластину, марка материала пластины по обозначению фирмы «Korloy» PC5300 [27]. Данный сплав рекомендуется для получистовой и чистовой обработки чугунов при средних скоростях резания. Отличная стойкость к термическому удару делает сплав идеальным для условий прерывистого резания. Обозначение пластины SEKN 1203AFSN-SU [27, с. E31], здесь обозначено: А - форма пластины (четырёхгранник), Е - задний угол (равен 20°), К – класс точности, N – тип смп (крепление винтом через отверстие), 12 – номинальная длина режущей кромки, 03– высота смп, А-угол в плане (равен 45°), FS – геометрия режущей кромки, N – исполнение, SU – стружколом. Оправка фрезы AE(M) 4250R [27, с. E31].

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Для растачивания отверстий примем СМП ТСМТ 16Т304-НМР [27, В39], оправка расточная А32S-STFCR-16 [27, с. В111].

Для сверления отверстий под резьбу примем свёрла цельные по [27, с. G26-G27]: для сверления отверстия $\varnothing 6,7$ сверло CD 0670, для сверления отверстия $\varnothing 8,43$ сверло TSDM 0843, для сверления отверстия $\varnothing 14,2$ сверло TSDM 142, для сверления отверстия $\varnothing 17,2$ сверло TSDM 172, для сверления отверстия $\varnothing 8$ сверло TSDM 080, для сверления отверстия $\varnothing 12$ сверло TSDM 120.

Для фрезерования бобышек примем фрезу концевую серии ZSE340 [27, с. F54].

Для нарезания резьбы примем метчики по ГОСТ 13266-81.

Для обработки поверхностей на операции 015 используем угловую головку немецкой фирмы «BENZ» и поворотный стол тайванской фирмы «GOLDEN SUN».

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

1.3. Технологические расчёты

Для решения технологических задач по обеспечению заданных требований необходимо выполнить расчёты припусков, выбор элементов режима резания и технических норм времени.

1.3.1. Расчет припусков

Определим припуск на размер $\phi 72H7(+0,030)$.

Заготовка – отливка в кокиль.

Класс точности I. Материал детали чугун СЧ 20 ГОСТ 1412-85 [7].

Масса заготовки $m_3 = 59,1$ кг.

Технологический маршрут обработки отверстия $\phi 72H7(+0,030)$:

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое;
- растачивание тонкое.

Определим элементы припуска [24, с. 186 табл.12 и 12, с. 188 табл.25] и занесем в таблицу 10.

Определим пространственные отклонения заготовки ρ , мм [24, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2},$$

где $\rho_{см}$ - смещение поверхностей, примем $\rho_{см} = 1,8$ мм;

$\rho_{кор}$ - коробление поверхностей, определим по формуле

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 2,4 = 1,2 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{1,8^2 + 1,2^2} = 2,16 \text{ мм} = 2160 \text{ мкм}$$

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 10 - Расчет припусков на размер $\phi 72H7^{(+0,030)}$

Техноло- гич. переходы обработки	Элементы припуска, мкм				Расчет. припус к $2Z_{\min}$, мкм	Расчетн. размер, D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельн. размер, мм		Предельное значение припуска, мм	
	Rz	h	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	160	200	2160			66,184	1,200	66, 2	67,40		
Черновое расточива- ние	50	50	130	100	2*2522	71,228	0,30	71,2 0	71,50	4,10	5,0
Чистовое расточива- ние	25	25	86	60	2*243	71,714	0,190	71,7 1	71,90	0,40	0,51
Тонкое расточива- ние	10	10	43	35	2*143	72,000	0,030	72, 0	72,03	0,13	0,29

Остаточные пространственные отклонения [24, с. 37]:

-после черного растачивания

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,06 \cdot 2160 = 130 \text{ мкм}$$

-после чистового растачивания

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_3 = 0,04 \cdot 2160 = 86 \text{ мкм}$$

-после тонкого растачивания

$$\rho_3 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2160 = 43 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим по [24, с. 75 табл. 410].

Расчетный минимальный припуск определим по формуле, а результаты занесем в таблицу 10.

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

32

Графу D_p заполняем начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Определим наименьший предельный размер путем округления в сторону увеличения расчетных размеров D_p до той же значащей цифры, что и у допуска.

Наибольшие предельные размеры получим путем прибавления допуска к наименьшему предельному размеру.

Определим предельные значения припусков по формулам:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np},$$

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np}$$

Определим общий припуск:

$$2 \cdot Z_{\min} = \sum Z_{i \min} = 0,13 + 0,40 + 4,10 = 2 \cdot 2,315 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{\max} = \sum Z_{i \max} = 0,29 + 0,51 + 5,0 = 2 \cdot 2,900 \text{ мм}$$

Произведем проверку по формуле:

$$2 Z_{\max i}^{id} - 2 Z_{\min i}^{id} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

$$0,290 - 0,13 = 0,19 - 0,030 = 0,160 \text{ мм}$$

$$0,51 - 0,40 = 0,30 - 0,19 = 0,11 \text{ мм}$$

$$5,0 - 4,10 = 1,2 - 0,30 = 0,90 \text{ мм}$$

На рисунке 6 представлена графическая схема припусков и допусков.

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

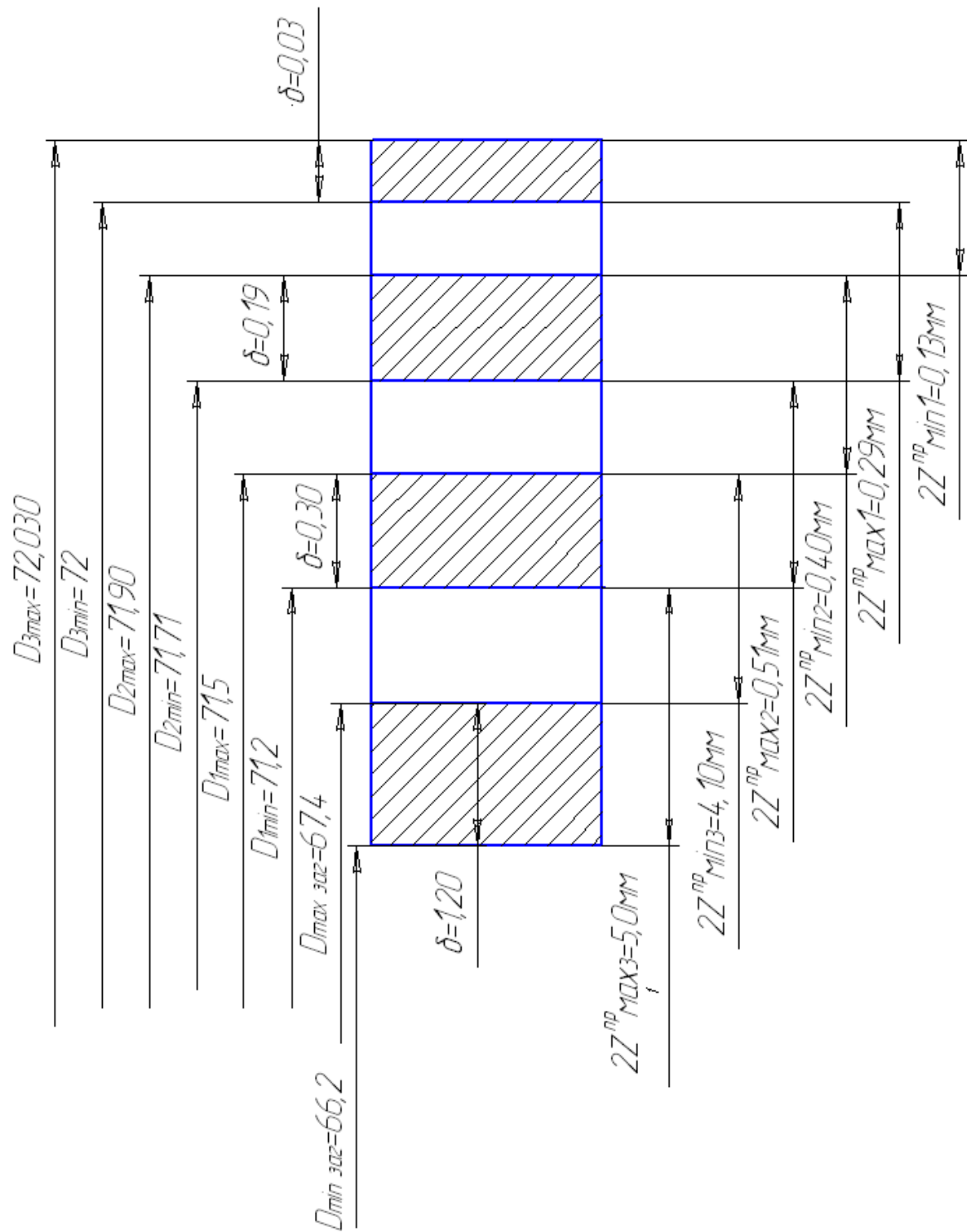


Рисунок 6 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\text{Ø}72\text{H}7$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

34

Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали (см. рисунки 7 и 8) припуски назначим по [24, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 11.

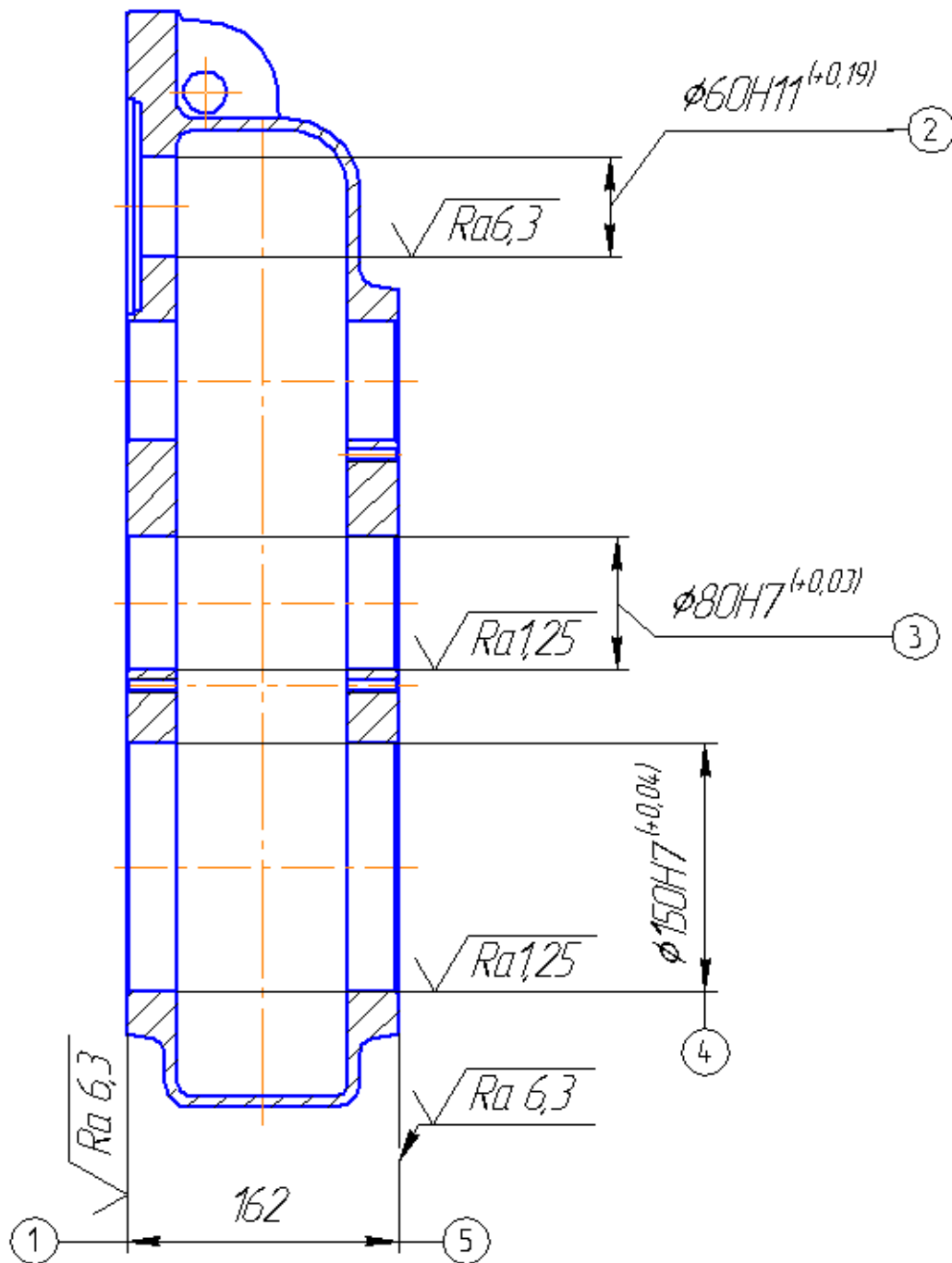


Рисунок 7 – Припуски на обработку детали «Корпус редуктора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

35

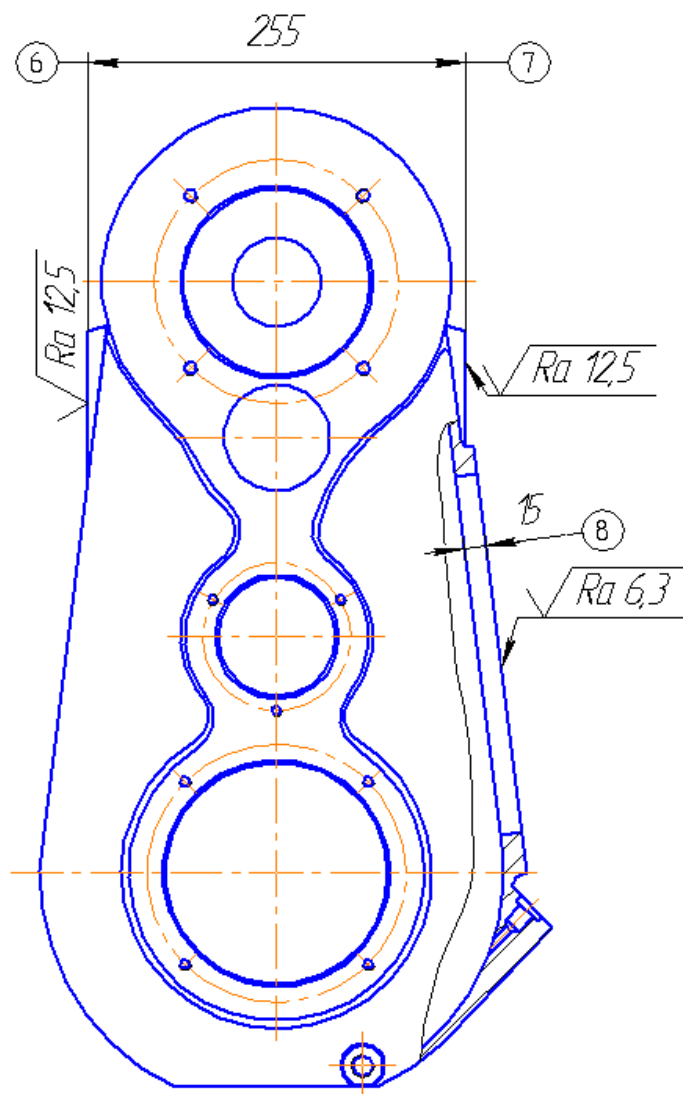


Рисунок 8 – Припуски на обработку детали «Корпус редуктора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

36

Таблица 11 - Припуски на обработку.

Технологические переходы	Поверхность	Припуск	Размер	Отклонения
Фрезерование однократное	1	4,0	162	+0 -1
	5	4,0	162	+0 -1
	6	3,5	255	+0 -1,3
	7	3,5	255	+0 -1,3
	8	2,5	15	+0 -0,43
Растачивание черновое	2	3,5	60	+0,19 -0
	3	3,65	79,30	+0,30 -0
	4	3,65	149,3	+0,40 -0
Растачивание чистовое	3	0,23	79,76	+0,074 -0
	4	0,23	149,76	+0,100 -0
Растачивание тонкое	3	0,12	80	+0,035 -0
	4	0,12	150	+0,040 -0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

37

1.3.2. Выбор элементов режима резания

Для остальных операций элементы режима резания определим по каталогу фирмы «Korloy» [27], а результаты занесем в таблицу 12.

Таблица 12 - Элементы режима резания по операциям.

Наименование операции, перехода, позиции	t , мин	S_o , мм/об	S_m , мм/мин	n , об/мин	V , м/мин
Операция 005 Вертикально-фрезерная					
Переход 1	4,0	2,16	270	125	98,1
Операция 010 Комбинированная с ЧПУ					
Переход 1	4,0	2,16	270	125	98,1
Переход 2	3,65	0,56	157	280	132
	0,21	0,22	136	620	292
	0,12	0,07	112	1600	753,6
Переход 3	3,65	0,56	157	280	70,0
	0,21	0,22	136	620	156
	0,12	0,07	112	1600	402
Переход 4	3,65	0,56	157	280	63
	0,21	0,22	136	620	140
	0,12	0,07	112	1600	362
Переход 8	3,35	0,28	112	400	9,0
Переход 9	0,65	1,0	125	125	3,0
Переход 10	4,21	0,28	112	400	10,6
Переход 11	0,79	1,5	188	125	4,0
Переход 12	5,0	0,32	160	500	47
Переход 13	7,1	0,24	96	400	18
Переход 15	2,0	0,24	96	400	0,3
Переход 15	0,9	1,5	188	125	6,3
Переход 16	3,35	0,28	112	400	9,0
Переход 17	0,65	1,0	125	125	3,0
Переход 18	2,5	0,24	96	400	25
Переход 19	8,61	0,24	96	400	25
Переход 20	1,39	2,0	250	125	8,0
Операция 030 Комбинированная с ЧПУ					
Переход 1	3,5	1,8	180	100	16
Переход 2	3,5	1,8	180	100	16
Переход 3	2,5	2,16	270	125	98
Переход 4	3,35	0,28	112	400	9,0
Переход 5	0,65	1,0	125	125	3,0
Переход 6	4,0	0,28	88	315	8
Переход 7	2,0	0,28	88	315	12
Переход 8	4,0	0,34	95	280	18

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

38

1.3.3. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [10, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от},$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время;

n - количество деталей в партии, $n=318$ шт;

t_0 - основное время, мин;

t_B - вспомогательное время;

$t_{об}$ - время на обслуживание рабочего места;

$t_{от}$ - время перерывов на отдых и личные надобности.

Вспомогательное время определяется по формуле [10, с. 99]:

$$t_B = t_{ус} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из},$$

где $t_{ус}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{з.о}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$ - время на приемы управления, мин;

$t_{из}$ - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [8, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}$$

где $t_{тех}$ - время на техническое обслуживание;

$t_{орг}$ - время на организационное обслуживание;

Основное время определяется по формуле [10, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i,$$

где l - расчетная длина;

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина определяется по формуле [10, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер},$$

где l_0 - длина обработки поверхности;

$l_{вр}$ - величина врезания инструмента;

$l_{пер}$ - величина перебега.

Определим $T_{ш-к}$ на операцию 005 Вертикально-фрезерная.

Операция 005 Вертикально-фрезерная.

Переход 1. Фрезерование боковой поверхности.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 460\text{мм}$$

Величина врезания и перебега [10, с. 95]:

$$l_{вр} + l_{пер} = 120\text{мм}$$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 460 + 120 = 580\text{мм}$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_0 = \frac{580}{2,16 \cdot 125} = 2,15\text{мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [10, с. 98]:

$$t_{ус} = 0,28 \text{ мин}$$

$$t_{уп} = 0,16 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,65 \text{ мин}$$

$$t_B = 0,28 + 0,16 + 0,65 = 1,09 \text{ мин.}$$

Оперативное время [10, с. 101]:

$$t_{on} = t_0 + t_B = 2,15 + 1,09 = 3,24\text{мин}$$

Время технического обслуживания [10, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{\text{он}}}{100} = \frac{6 \cdot 3,24}{100} = 0,19 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [10, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{\text{он}}}{100} = \frac{8 \cdot 3,24}{100} = 0,26 \text{ мин}$$

Время на отдых [10, с. 102]:

$$t_{\text{от}} = \frac{2,5 \cdot t_{\text{он}}}{100} = \frac{2,5 \cdot 3,24}{100} = 0,08 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 3,24 + 0,19 + 0,26 + 0,08 = 3,77 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [10, с. 216-217]:

$$T_{\text{п.з.}} = 25 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{25}{260} + 3,77 = 3,87 \text{ мин}$$

На остальные операции время определим аналогично по таблицам, а результаты занесем в таблицу 13.

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Таблица 13 - Технические нормы времени по операциям, мин.

Операция, переход	t _о	t _в			t _{об}		t _{от}	t _{шт}	t _{п.з}	п, шт	t _{ш-к}
		t _{ус}	t _{уп}	t _{изм}	t _{тех}	t _{орг}					
005 Вертик.- фрезерная	2,15	0,28	0,16	0,65	0,19	0,26	0,08	3,77	25	260	3,87
010 Комбинир. с ЧПУ		0,26	0,45	6,30	2,27	3,02	0,94	44,02	32	260	44,14
Переход 1	2,74										
Переход 2	1,13										
	1,28										
	1,58										
Переход 3	1,13										
	1,28										
	1,58										
Переход 4	1,13										
	1,28										
	1,58										
Переход 5	0,26										
Переход 6	2,44										
Переход 7	0,42										
Переход 8	2,19										
Переход 9	1,96										
Переход 10	1,25										
Переход 11	0,75										
Переход 12	0,05										
Переход 13	0,23										
Переход 14	0,07										
Переход 15	0,12										
Переход 16	3,13										
Переход 17	2,80										
Переход 18	0,23										
Переход 19	0,08										
Переход 20	0,09										
015 Комбинир. с ЧПУ		0,28	0,20	4,12	0,86	1,15	0,36	16,72	36	260	16,86
Переход 1	1,28										
Переход 2	1,28										
Переход 3	1,58										
Переход 4	2,50										
Переход 5	2,24										
Переход 6	0,57										
Переход 7	0,26										
Переход 8	0,04										

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

42

2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ КРЕПЁЖНЫХ ОТВЕРСТИЙ

2.1. Программирование на обрабатывающем центре с ЧПУ модели VM-1000

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна. Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства.

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.625.ПЗ					

технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

На стадии разработки технологического процесса необходимо определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого не возможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ. Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом.

1. Процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

2. В целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно которых задано

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

положение остальных или большинства конструктивных элементов детали (с целью обеспечения базы для последующих операций).

3. При выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок.

4. Для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в револьверной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином.

5. При точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

Обрабатываемый центр с ЧПУ модели VM-1000 оснащен системой ЧПУ FANUC 0 iMate – MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 0 iMate – MB [28]:

- в каждом кадре 3 типа M-функций
- вызов до 4 вложений подпрограмм
- упрощенное программирование углов и скруглений для фасок и радиусов
- циклы обработки FANUC, черновая обработка за один проход, нарезание наружной резьбы за один проход
- циклы обработки FANUC, черновая обработка с увеличивающимся (тип I) или уменьшающимся (тип II) профилем, нарезание наружной резьбы за несколько проходов
- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы

- циклы SCHAUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы, торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание резьбы за несколько проходов

- программируемое смещение нулевой точки

- доводка или восстановление наружной резьбы в режиме работы MANUAL GUIDE (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ)

- обработка по направлению X- в режиме работы MANUAL GUIDE

- копирование и переименование программ ISO

- индикация времени обработки и количества деталей

- индикация каталогов (программ) на экране (устройство ввода FANUC)

- пересчет размеров дюймы/метрические величины

- 125 программ ISO

- 32 корректоров инструмента

- нарезание наружной резьбы с переменным шагом

- непрерывное нарезание наружной резьбы (цепь резьбы с разными шагами)

- нарезание наружной цилиндрической резьбы

- язык программирования макро В (для программирования циклов пользователем)

В режиме работы MANUAL GUIDE могут вводиться в память максимум 25 программ, состоящих из одного или нескольких процессов. Для простого процесса обработки (центровка, сверление, нарезание внутренней резьбы и т.д.) используется только один единственный блок памяти.

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы.

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

К тому же количество программных блоков может быть различным в зависимости от используемых геометрических фигур, которые определяет профиль.

2.2. Разработка управляющей программы обработки крепежных отверстий в корпусе редуктора

Программа разрабатывается в системе ЧПУ FANUC 0 iMate – MB. Конфигурация и расположение обрабатываемых отверстий приведены на рисунке 9.

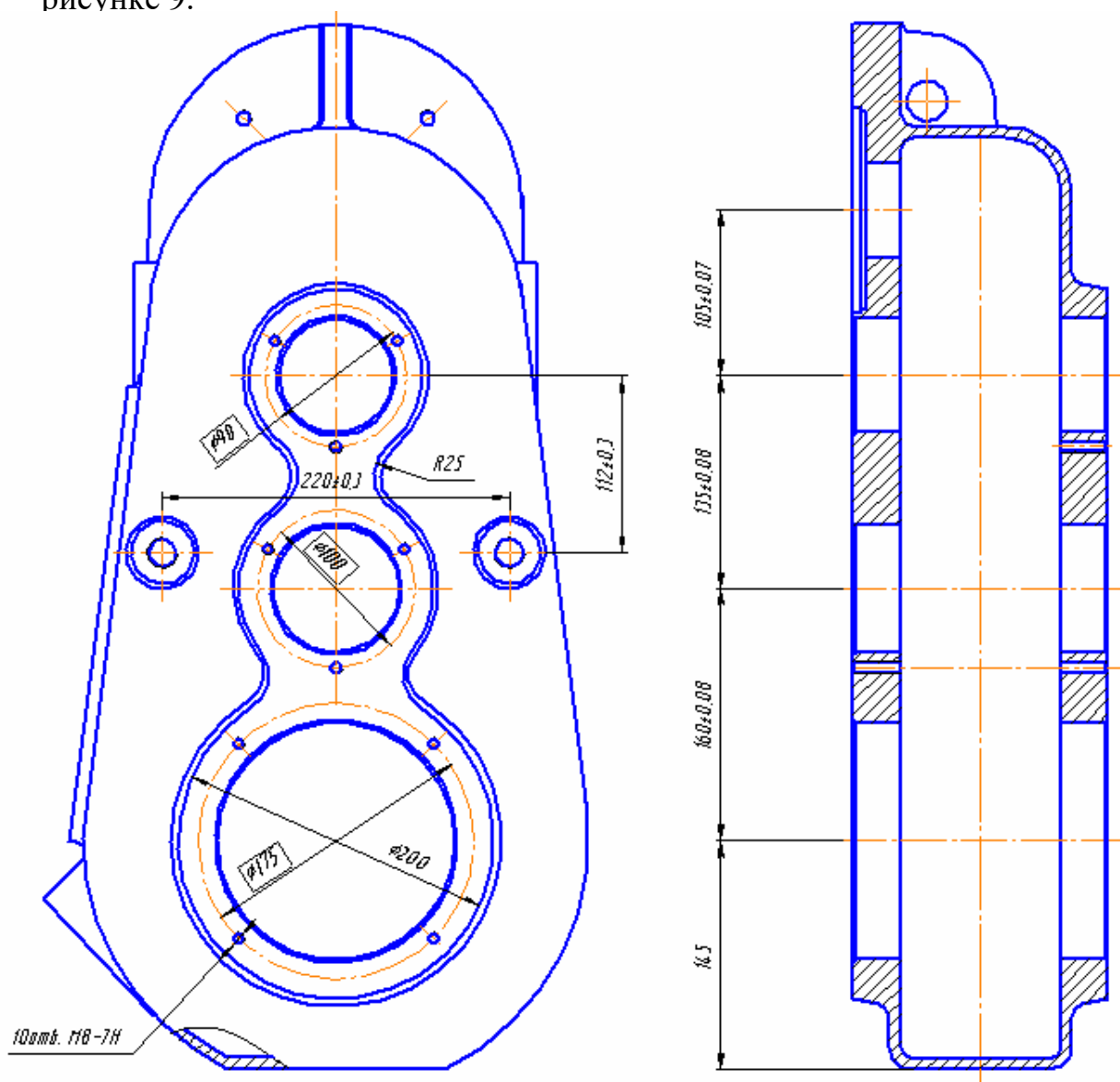


Рисунок 9 – Конфигурация и расположение обрабатываемых крепежных отверстий

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

47

На рисунке 10 обозначены базовые точки и оси координат.

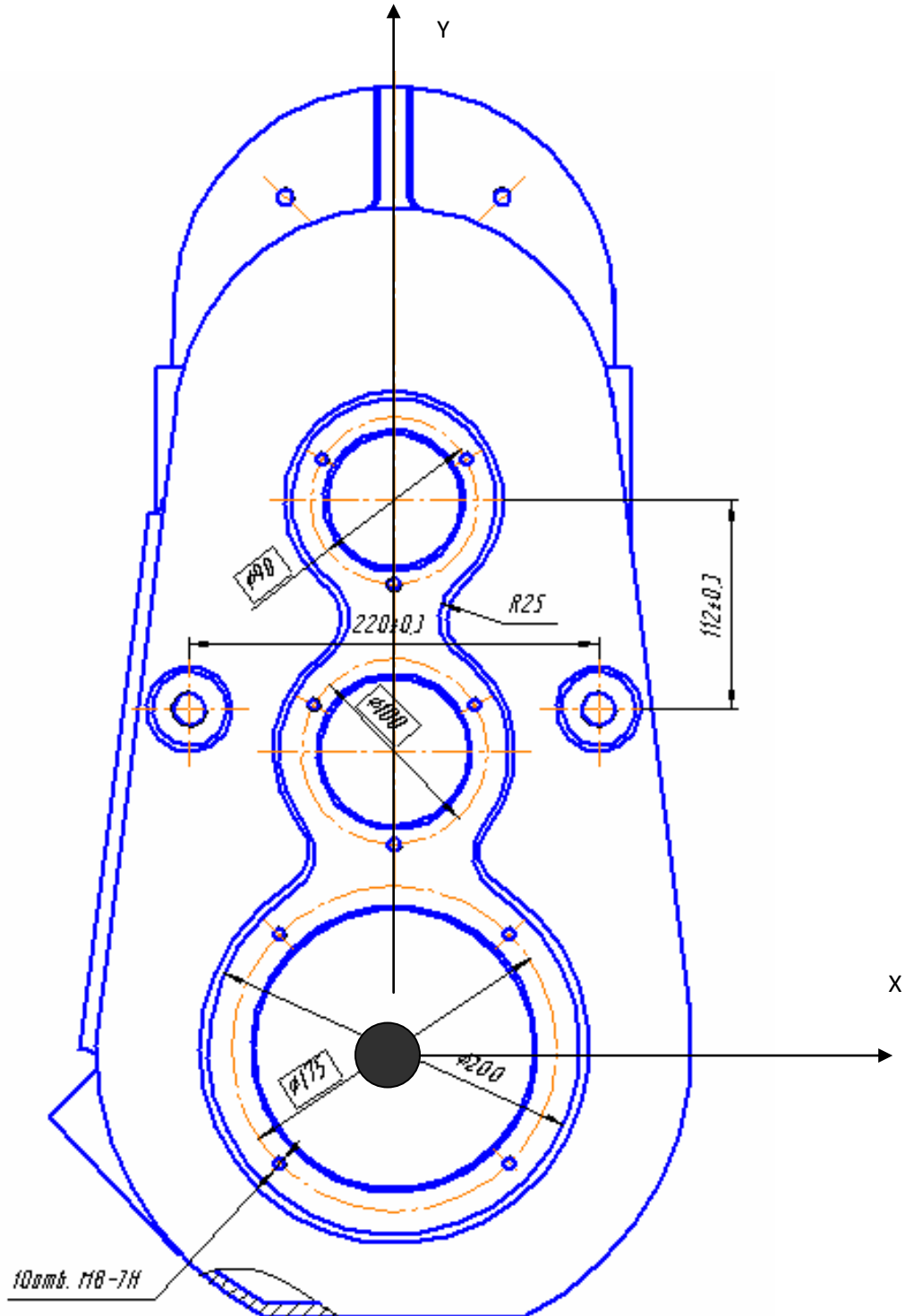


Рисунок 10 – Базовые точки и оси координат

Система ЧПУ FANUC 0iMate – MB позволяет программировать цикловую обработку отверстий, поэтому используем стандартные циклы для сверления по окружности и нарезания резьбы метчиком

В таблице 14 представлен фрагмент управляющей программы с пояснениями.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

48

Базовая точка – центр отверстия $\varnothing 150H7$. Координаты точки $X=0, Y = 0, Z = 0$. Строка обхода приведена на рисунке 11.

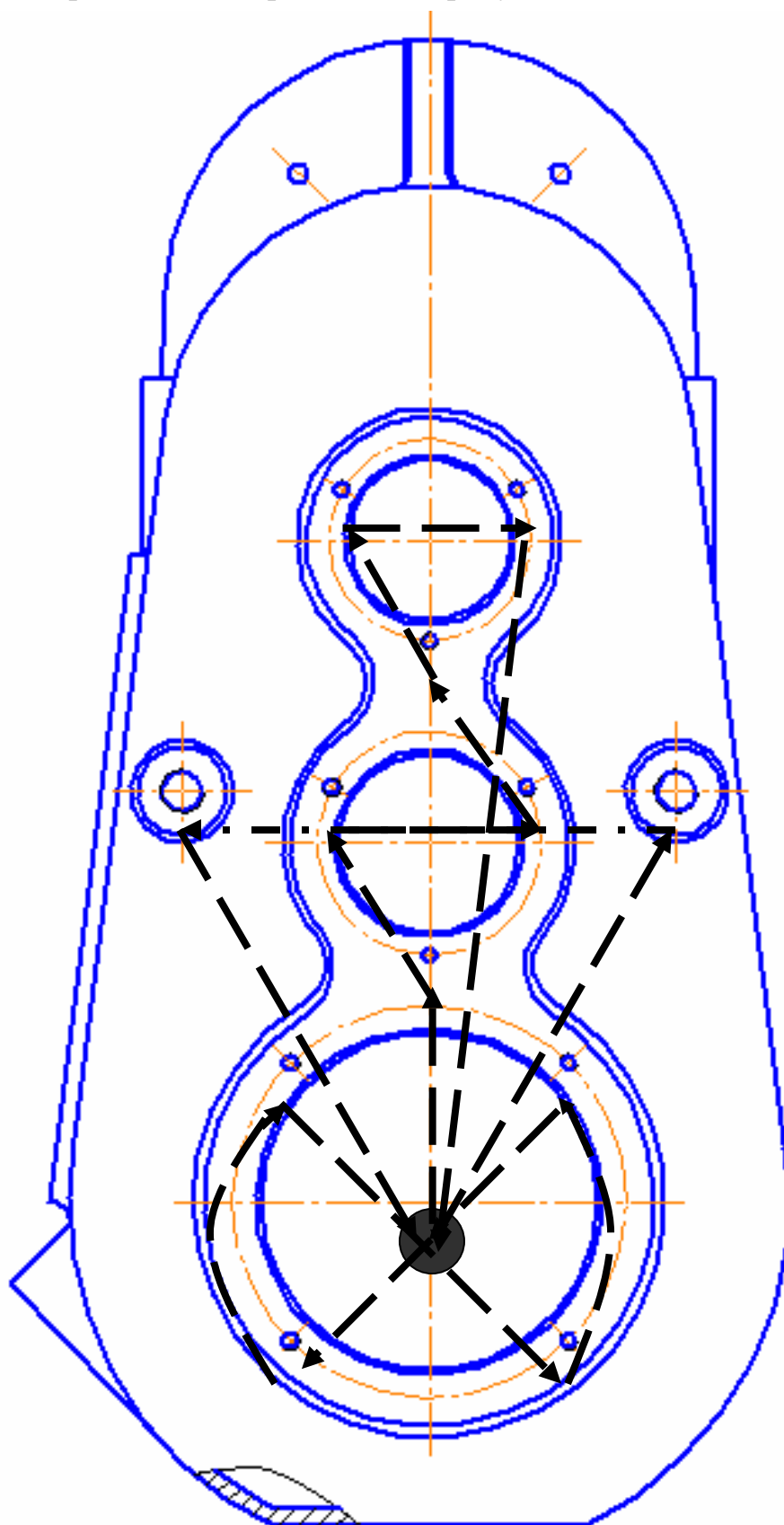


Рисунок 11 – Строка обхода

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

49

Main program «Drill hole»

TOOLS:

T 01 Centraldrill D=5 mm

T 02 Spiraldrill D=8,8 mm

T 03 Tap, regular M10

T 04 Spiraldrill D=18 mm

T 05 Spiraldrill D=25 mm

T 06 Tap, regular M12

FEED:

Central drill = 100

Main drill (Spiral) = 150

SPEED:

Central drill = 1000

Main drill (Spiral) = 1300

Referense point = Z100 X0 Y0

Base point = Z0 X0 Y0

Main program file

T 01 (Centraldrill D=5 mm); 12 drill D=5 (Central holes)

Таблица 14 – Фрагмент управляющей программы

Кадр	Функция
1	2
M6	Смена инструмента
C17 G54 G60 G90 G94	Начальная точка отсчета программы в плоскости XY с абсолютным отсчетом размеров и величина подачи в мм/мин
G0 X0 Y0	Быстрый подвод в точку с координатами X0 Y0
G0 Z2 S1000 M3 M8	Быстрый подвод к координате Z2, задание частоты вращения шпинделя, включение шпинделя по часовой стрелке, включение сож

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

50

1	2
F100	Включение подачи 100 мм/мин
MCALL CYCLE82 (2-35, 1, 23, 0, 0); 4 drill D=5 central holes D=175	Включение модульного цикла сверления отверстий с отводом на 2 мм, глубина – 35 мм, отскок – 1 мм, останов для ломания стружки не предусмотрен
G0 Z2 X0 Y0 J0 I0	Быстрый подвод в точку с координатами Z2 X0 Y0, активизация интерполяционного центра J0 I0
G2 F150 CR=87,5 AB=+45	Включение рабочей подачи 150 мм/мин, подвод на радиус 87,5, угол подвода +45 градусов (против часовой стрелки)
Z-35	Сверление на расстояние - 35 мм
G0 Z2	Быстрый отвод в точку с координатой Z2
G2 F150 CR=87,5 AB= +135	Включение рабочей подачи 150 мм/мин, подвод на радиус 87,5, угол подвода +135 градусов (против часовой стрелки)
Z-35	Сверление на расстояние - 35 мм
G0 Z2	Быстрый отвод в точку с координатой Z2
G3 F150 CR=87,5 AB= – 45	Включение рабочей подачи 150 мм/мин, подвод на радиус 87,5, угол подвода –45 градусов (по часовой стрелке)
Z-35	Сверление на расстояние - 35 мм
G0 Z2	Быстрый отвод в точку с координатой Z2
G3 F150 CR=87,5 AB= – 135	Включение рабочей подачи 150 мм/мин, подвод на радиус 87,5, угол подвода – 135 градусов ((по часовой стрелке)
Z-35	Сверление на расстояние - 35 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

51

1	2
G0 Z2 X0 Y0	Быстрый отвод в точку с координатой Z2
MCALL	Выключение модульного цикла
G0 Z100 M5 M9	Быстрый отвод в точку с координатой Z100, выключение шпинделя и СОЖ

G0 Z2 S1000 M3 M8

F100

MCALL CYCLE82 (2-35, 1 , 23, 0, 0); 3 drill D=5 central holes D=100

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F150 CR=50 AB=0

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR=50 AB=120

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR= 50 AB= -120

Z-35

G0 Z2

MCALL

G0 Z100 M5 M9

G0 Z2 S1000 M3 M8

F100

MCALL CYCLE82 (2-35, 1 , 23, 0, 0); 3 drill D=5 central holes D=90

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F150 CR=45 AB=0

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR=45 AB=120

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR= 45 AB= -120

Z-35

G0 Z2

MCALL

G0 Z100 M5 M9

T 02 (Spiraldrill D=8,8 mm); 10 drill D=8,8 (Main holes)

M6

C17 G54 G60 G90 G94

G0 X0 Y0

G0 Z2 S1000 M3 M8

F100

MCALL CYCLE82 (2-35, 1 , 23, 0, 0); 4 drill D=8,8 main holes D=175

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F150 CR=87,5 AB=+45

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR=87,5 AB= +135

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR=87,5 AB= - 45

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR=87,5 AB= - 135

Z-35

G0 Z2 X0 Y0

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

MCALL

G0 Z100 M5 M9

G0 Z2 S1000 M3 M8

F100

MCALL CYCLE82 (2-35, 1 , 23, 0, 0); 3 drill D=8,8 main holes D=100

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F150 CR=50 AB=0

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR=50 AB=120

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR= 50 AB= -120

Z-35

G0 Z2

MCALL

G0 Z100 M5 M9

G0 Z2 S1000 M3 M8

F100

MCALL CYCLE82 (2-35, 1 , 23, 0, 0); 3 drill D=8,8 main holes D=90

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F150 CR=45 AB=0

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR=45 AB=120

Z-35

G0 Z2

G1 F150 CR= 45 AB= -120

Z-35

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

G0 Z2

MCALL

G0 Z100 M5 M9

T 03 (Tap, regular M10); 10 drill M10 (Main holes)

M6

C17 G54 G60 G90 G94

G0 X0 Y0

G0 Z2 S100 M3 M8

F8

;4 drill M10 main holes D=175

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F150 CR=87,5 AB=+45

Z-38

G0 Z2

G1 F8 CR=87,5 AB= +135

Z-38

G0 Z2

G1 F8 CR=87,5 AB= – 45

Z-38

G0 Z2

G1 F8 CR=87,5 AB= – 135

Z-35

G0 Z2 X0 Y0

G0 Z100 M5 M9

G0 Z2 S100 M3 M8

F8

; 3 drill M10 main holes D=100

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F8 CR=50 AB=0

Z-38

G0 Z2

G1 F8 CR=50 AB=120

Z-38

G0 Z2

G1 F8 CR= 50 AB= -120

Z-38

G0 Z2

G0 Z100 M5 M9

G0 Z2 S100 M3 M8

F8

; 3 drill M10 main holes D=90

G0 Z2 X0 Y0 J0 I0

G1 F150 CR=45 AB=0

Z-38

G0 Z2

G1 F150 CR=45 AB=120

Z-38

G0 Z2

G1 F150 CR= 45 AB= -120

Z-38

G0 Z2

G0 Z100 M5 M9

T 01 (Centraldrill D=5 mm); 2 drill D=5 (Central holes)

M6

C17 G54 G60 G90 G94

G0 X0 Y0

						ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			56

G0 Z2 S1000 M3 M8
;2 drill D=5 central holes
G0 Z2 X110 Y183
G1 F100 Z-38M9
G0 Z2 X-110 Y183 M8
G1 F100 Z-38M9
G0 Z2

G0 Z100 M5
T 04 (Spiraldrill D=18 mm); 2 drill D=18 (main holes)

M6
C17 G54 G60 G90 G94
G0 X0 Y0
G0 Z2 S1000 M3 M8
;2 drill D=18 main holes
G0 Z2 X110 Y183
G1 F100 Z-38 M9
G0 Z2 X-110 Y183 M8
G1 F100 Z-38 M9
G0 Z2

G0 Z100 M5
T 05 (Spiraldrill D=25 mm); 2 drill D=25 (chamfer)

M6
C17 G54 G60 G90 G94
G0 X0 Y0
G0 Z2 S1000 M3 M8
;2 drill D=25 chamfer
G0 Z2 X110 Y183
G1 F100 Z-5 M9

						ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			57

G0 Z2 X-110 Y183 M8

G1 F100 Z-5 M9

G0 Z2

G0 Z100 M5

T 06 (Tap, regular M20); 2 drill M20

M6

C17 G54 G60 G90 G94

G0 X0 Y0

G0 Z2 S100 M3 M8

;2 drill M20

G0 Z2 X110 Y183

G1 F8 Z-32 M9

G0 Z2 X-110 Y183 M8

G1 F8 Z-32 M9

G0 Z2

G0 Z100 M5

M30

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится разработка современного технологического процесса детали «Корпус редуктора» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых изделий 2000 в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование новейшего прогрессивного оборудования и приемов производства, применение оригинальных и стандартных приспособлений.

При разработке проекта были учтены: тип производства – среднесерийное; свойства и особенности обрабатываемого материала, принят унифицированный инструмент, разработана технологическая оснастка.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение экономической эффективности разрабатываемого технологического процесса.

3.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [26]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (3.1)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{про}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [26]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (3.2)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выполнения деталей, шт.; $N_{год} = 950$ шт. базовый вариант;

$N_{год} = 2000$ шт. проектируемый вариант;

$F_{об}$ – действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{ВН}$ – коэффициент выполнения норм времени, $k_{ВН} = 1,02$;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства;

$k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [26]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (3.3)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 115 – количество выходных и праздничных дней; 250 – количество рабочих дней, из них: 5 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 245 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_H = 245 \cdot 8 + 5 \cdot 7 = 2067 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе:

$$F_H = 2067 \cdot 2 = 4134 \text{ ч}.$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,75% рабочего времени оборудования. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (3.3), составляет:

$$F_{об} = 4134 \left(1 - \frac{2,75}{100} \right) = 4020 \text{ ч}.$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно таблице 13 по формуле (3.2). Данные по расчетам сводим в таблицу 17 по базовому варианту.

$$C_{010} = \frac{0,13 \cdot 950}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,04; \quad C_{015} = \frac{950 \cdot 0,85}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,23;$$

$$C_{020} = \frac{950 \cdot 0,67}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,18; \quad C_{025} = \frac{950 \cdot 0,52}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,14;$$

$$C_{030} = \frac{950 \cdot 0,10}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,03; \quad C_{035} = \frac{950 \cdot 0,11}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,03;$$

$$C_{040} = \frac{950 \cdot 0,25}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,07; \quad C_{045} = \frac{950 \cdot 0,33}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,09;$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно таблице 15 по формуле (3.2). Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по проектируемому варианту.

$$C_{010} = \frac{2000 \cdot 0,74}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,42;$$

$$C_{015} = \frac{2000 \cdot 0,28}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,16;$$

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{п}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [26, с. 34].

Таблица 15 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту.

Операция	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
010	0,13	0,04	1	0,04
015	0,85	0,23	1	0,23
020	0,67	0,18	1	0,18
025	0,52	0,14	1	0,14
030	0,10	0,03	1	0,03
035	0,11	0,03	1	0,03
040	0,25	0,07	1	0,07
045	0,33	0,09	1	0,09
$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 2,96$			$\Sigma C_{п} = 8$	

Таблица 16 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту.

Операция	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
010	0,74	0,42	1	0,58
015	0,28	0,16		
$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 1,02$			$\Sigma C_{п} = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 17 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 18.

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту.

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.			Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Вертикально-фрезерный	6P13	1	7,5	7,5	162,5	21	380,4	183,5
Координатно-расточной	2Д450	1	5,5	5,5	265,4	24	504,1	289,4
Радиально-сверлильный	2Н55	4	5,5	22	185,3	21	301,4	825,2
Горизонтально-фрезерный	6Р83Г	2	7,5	15	172,4	22	401,2	388,8
Итого		8		50	785,6		1587,1	1686,9

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) составляют 1686,9 тыс. р.

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту.

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.				Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
Обработывающий центр с ЧПУ	VM-100	1	11	11	3800	90	150	3800	4040
Итого		1		11					4040

Определение капитальных вложений в приспособления

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле [26]:

$$K_{прс} = \sum g_p \cdot H_{прс} \cdot C_{пр} \cdot K_{осн}, \quad (3.5)$$

где g_p – расчетное количество оборудования, $g_p = 1$ шт.;

$N_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, $N_{\text{прс}} = 1$ шт.; где 2,5% - транспортно-заготовительные расходы;

$K_{\text{осн}}$ – коэффициент занятости технологической оснастки, $K_{\text{осн}} = 1$, т.к. используется только на обработку этих изделий;

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособления, $C_{\text{прс}} = 35450$ р.

Стоимость приспособления – это стоимость приобретения с учетом транспортно-заготовительных расходов. Отсюда:

$$C_{\text{прс}} = 35450 \cdot 1,025 = 36336 \text{ р.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособление по формуле (3.5)[56]:

$$K_{\text{прс}} = 1 \cdot 2 \cdot 36336 = 72732 \text{ р.}$$

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [26]:

$$C = Z_m + Z_{\text{зп}} + Z_э + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (3.6)$$

где Z_m – затраты на материалы, р.;

$Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_э$ – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на материалы

Затраты на материалы (Z_m) рассчитываются по формуле [26]:

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$Z_M = Z_3 + Z_p, \quad (3.7)$$

где Z_3 – затраты на основные материалы для заготовок, р.;

Z_p – затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку, р.

$$Z_3 = (M_3 \cdot Q_3 - M_{отх} \cdot Q_{отх}) \cdot k_{тр}, \quad (3.8)$$

где M_3 – вес заготовки, $M_3 = 59,1$ кг (для проектируемого варианта);

$M_3 = 70,7$ кг (для базового варианта)

Q_3 – цена за один килограмм материала заготовки, $Q_3 = 55$ р.;

$M_{отх}$ – вес отходов, $M_{отх} = 9,9$ кг (для проектируемого варианта);

$M_{отх} = 2,12$ кг (для базового варианта);

$Q_{от}$ – цена за один килограмм отходов, $Q_{от} = 35$ р.;

$k_{тр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $k_{тр} = 1,025$.

$$Z_p = k_{пр} \cdot k_{доп} \cdot k_p \cdot \sum(t^i \cdot C_i), \quad (3.9)$$

где $k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий премиальные выплаты, $k_{пр} = 1,25$;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $k_{доп} = 1,23$;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$;

t^i –штучно-калькуляционное время на выполнение заготовки,

$t^i = 0,65$ ч. (для проектируемого варианта);

$t^i = 0,87$ ч. (для базового варианта);

C_i – часовая тарифная ставка рабочего, изготавливающего заготовку,

$C_i = 55,8$ р.

Коэффициент использования материала характеризует технологичность заготовки и определяется по формуле [26]:

$$k_{им} = \frac{M_d}{M_3}, \quad (3.10)$$

где M_d – масса детали, $M_d = 49,5$ кг;

M_3 - масса заготовки.

$k_{им} = 49,5/59,1 = 0,838$ для проектируемого варианта.

$k_{им} = 49,5/70,7 = 0,700$ для базового варианта.

Произведем расчеты Z_3 , Z_p , Z_m по формулам (3.8), (3.9) и (3.7) соответственно:

-для проектируемого варианта

$$Z_3 = (59,1 \cdot 55 - 9,9 \cdot 35) \cdot 1,025 = 2976,6 \text{ р.};$$

$$Z_p = 1,25 \cdot 1,23 \cdot 1,15 \cdot 0,35 \cdot 55,8 = 35 \text{ р.};$$

$$Z_m = 2976,6 + 35 = 3011,6 \text{ р.}$$

Определим затраты на материалы за год:

$$Z_{мГОД} = 3011,6 \cdot 2000 = 6023200 \text{ р.}$$

-для базового варианта

$$Z_3 = (70,7 \cdot 55 - 2,12 \cdot 35) \cdot 1,025 = 3833,6 \text{ р.};$$

$$Z_p = 1,25 \cdot 1,23 \cdot 1,15 \cdot 0,35 \cdot 55,8 = 35 \text{ р.};$$

$$Z_m = 3833,6 + 35 = 3868,6 \text{ р.}$$

Определим затраты на материалы за год:

$$Z_{мГОД} = 3868,6 \cdot 950 = 3675170 \text{ р.}$$

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [26]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (3.11)$$

где $Z_{пр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{н}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

Z_k - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{тр}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [26]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (3.12)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 4134 ч.;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$$k_{мн} = 1;$$

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, базовый вариант $N_{год} = 950$ шт. , по проектируемому варианту $N_{год} = 2000$ шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 115 – количество выходных и праздничных дней; 250 – количество рабочих дней, из них: 5 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 245 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количества рабочих часов станочника составляет 1739 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (3.12). Результаты вычислений сводим в таблицу 19 по проектируемому в таблице 20.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту.

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Численность станочников, чел.
Вертикально-фрезерная	3	65,3	0,13	8,5	1

					Лист
ДП 44.03.04.625.ПЗ					67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Координатно-расточная	3	70,1	0,85	59,6	1
Радиально-верлильная	3	60,2	0,38	22,9	4
Горизонтально-фрезерная	3	65,3	0,16	10,4	2
Итого				101,4	8

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Ззп = 101,4 \cdot 950 = 96330 \text{ р.}$$

$$k_{\text{мн}} = 1; k_{\text{доп}} = 1,16; k_{\text{р}} = 1,15.$$

$$Ззп = 96330 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 128504,3 \text{ руб.}$$

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту.

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Программно-комплексная	2	70,4	1,02	71,8	1
Итого				71,8	1

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Ззп = 71,8 \cdot 2000 = 143600 \text{ р.}$$

$$k_{\text{мн}} = 1; k_{\text{доп}} = 1,16; k_{\text{р}} = 1,15.$$

$$Ззп = 143600 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 191562,4 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_P \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}, \quad (3.13)$$

где F_P – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 950$ шт.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{р}} = 1,15$;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$k_{\text{доп}} = 1,23;$$

$C_T^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (3.14)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 8 \text{ шт.};$$

n – число смен работы оборудования, $n = 2$;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 2$ шт.

$$Ч_{нал} = \frac{8 \cdot 2}{2} = 8 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{трансп.} = 8 \cdot 0,05 = 1 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 8 \cdot 0,07 = 1 \text{ чел.}$$

По формуле (3.13) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{50,8 \cdot 1739 \cdot 8 \cdot 1,23 \cdot 1,15}{950} = 1052 \text{ р.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{41,5 \cdot 1739 \cdot 1 \cdot 1,23 \cdot 1,15}{950} = 107,4 \text{ р.};$$

$$З_{контр.} = \frac{39,1 \cdot 1739 \cdot 1 \cdot 1,23 \cdot 1,15}{950} = 101,2 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 21, по проектируемому в таблице 22.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту.

Специальность рабочего	Часовая тарифная	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной
------------------------	------------------	-------------------	-------------------------------

	ставка, р.		детали, р.
Наладчик	50,8	8	1052
Транспортный рабочий	41,5	1	107,4
Контролер	33,1	1	101,2
Итого		10	1260,6

Определим затраты на заработную плату за год

$$З_{зп} = 1260,6 \cdot 950 = 1197570 \text{ р}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (3.11):

$$З_{зп} = 128504,3 + 1197570 = 1326074,3 \text{ р.}$$

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	50,8	1	50,8
Транспортный рабочий	41,5	1	41,5
Контролер	33,1	1	33,1
Итого		3	125,4

$$З_{зп} = 125,4 \cdot 2000 = 250800 \text{ р}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (3.11):

$$З_{зп} = 191562,4 + 250800 = 442362,4 \text{ р.}$$

Отчисления в социальные фонды.

Отчисления в социальные фонды составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант $1326074,3 \cdot 0,3 = 397822,3 \text{ р.}$

Проектируемый вариант $442362,4 \cdot 0,3 = 132708,7 \text{ р.}$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [26]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{ep} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{en}} \cdot Ц_э, \quad (3.15)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства $k_{вр} = 0,7$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_W = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э = 2,35$ р.

Производим расчеты по вариантам по формуле (3.15):

$$Z_э(6P13) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,13}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 2,35 = 0,40 \text{ р.};$$

$$Z_э(2Д450) = \frac{5,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,85}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 2,35 = 2,0 \text{ р.};$$

$$Z_э(2Н55) = \frac{5,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,4}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 2,35 = 3,30 \text{ р.};$$

$$Z_э(6P83Г) = \frac{5,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,58}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 2,35 = 1,40 \text{ р.};$$

$$Z_э(VM-100) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,02}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 2,35 = 4,80 \text{ р.};$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 23, по проектируемому в таблице 24.

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное	Затраты на электроэнергию,
---------------	-----------------------------	------------------------	----------------------------

										Лист
										71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

		время, ч	р.
6P13	15	0,13	0,4
2Д450	5,5	0,85	2,0
2Н55	7,5	1,40	3,3
6P83Г	22	0,58	1,4
Итого			7,1

Определим затраты на электроэнергию плату за год:

$$З_3 = 7,1 \cdot 950 = 9745 \text{ р.}$$

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
VM-100	11,0	1,02	4,8
Итого			4,8

Определим затраты на электроэнергию плату за год:

$$З_3 = 4,8 \cdot 2000 = 9600 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (3.16)$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [26]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{ви}}, \quad (3.17)$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, р.;

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $N_{ам} = 5\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования, $F_{об} = 4020$ ч.;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$.

Производим расчеты по вариантам по формуле (3.17):

$$C_{ам}(6P13) = \frac{183500 \cdot 0,05 \cdot 0,13}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,3 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(2Д450) = \frac{289400 \cdot 0,05 \cdot 0,85}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 3,0 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(2Н55) = \frac{825200 \cdot 0,05 \cdot 1,4}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 14,1 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(6P83Г) = \frac{388800 \cdot 0,05 \cdot 0,58}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 2,8 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(VM-100) = \frac{4040000 \cdot 0,05 \cdot 1,02}{4020 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 50,2 \text{ р.};$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$C_{РЕ} = 350$ р. Вычисления производим по формуле

$$C_{рем} = \frac{C_{РЕ} \cdot \Sigma Ra}{t \cdot N_{год}}, \quad (3.18)$$

где ΣRa – суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (3.18):

$$C_{рем}(6P13) = \frac{350 \cdot 1}{0,13 \cdot 950} = 2,8 \text{ р.}; \quad C_{рем}(2Д450) = \frac{350 \cdot 1}{0,85 \cdot 950} = 0,4 \text{ р.};$$

										Лист
										73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$C_{\text{рем}}(2Н55) = \frac{350 \cdot 4}{1,4 \cdot 950} = 1,1 \text{ р.}; \quad C_{\text{рем}}(6Р83Г) = \frac{350 \cdot 2}{0,58 \cdot 950} = 1,3 \text{ р.};$$

$$C_{\text{рем}}(\text{VM-100}) = \frac{350 \cdot 1}{1,02 \cdot 2000} = 0,2 \text{ р.};$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 25, по проектируемому варианту в таблицу 26.

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант.

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6Р13	183,5	1	5	0,13	0,3	2,8
2Д450	289,4	1	5	0,85	3,0	0,4
2Н55	206,3	4	5	1,4	14,1	1,1
6Р83Г	194,4	2	5	0,58	2,8	1,3
Итого					20,2	5,6

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант.

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
VM-100	4040	1	5	1,02	50,2	0,2
Итого					50,2	0,2

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (3.16):

$$З_6 = 20,2 + 5,6 = 25,8 \text{ р.}$$

$$З_п = 50,2 + 0,2 = 50,4 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента вычисляем по формуле:

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_n \cdot C_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (3.19)$$

где $C_{и}$ – цена единицы инструмента, $C_{и} = 200$ р.;

β_n - число переточек, $\beta_n = 0$;

C_n – стоимость одной переточки, $C_n = 0,00$ р.;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента, $T_{ст} = 480$ мин;

T_m – машинное время, $T_m = 30\,000$ мин;

$\eta_{и}$ - коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{и} = 0,98$;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 950$ шт., базовый

$N_{год} = 2000$ шт. проектируемый

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по формуле (3.19):

$$Z_{и} = \frac{200}{480 \cdot 950} \cdot 30000 \cdot 0,98 = 12,9 \text{ р.} \quad (12,9 \cdot 19 = 245,1 \text{ р.})$$

$$Z_{и} = \frac{200}{480 \cdot 2000} \cdot 30000 \cdot 0,98 = 6,1 \text{ р.} \quad (6,1 \cdot 11 = 67,1 \text{ р.})$$

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле

$$Z_{осн} = \frac{g_p \cdot H_{прс} \cdot C_{прс} \cdot N_{ам}^{прс}}{N_{год} \cdot 100}, \quad (3.20)$$

где g_p – расчетное количество оборудования, ($g_p = 8$ шт.);

$H_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, ($H_{прс} = 1$);

$C_{прс}$ – стоимость приспособления, ($C_{прс} = 24356$ р.);

$N_{ам}^{прс}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления, ($N_{ам}^{прс} = 66\%$);

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = (950 \text{ шт.})$

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (3.19):

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$Z_{\text{осн}} = \frac{8 \cdot 1 \cdot 24356 \cdot 66}{950 \cdot 100} = 135,4 \text{ р. (128599 р. в год)}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	1451,1	221,2
Затраты на технологическую электроэнергию	7,1	4,8
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	25,8	50,4
Затраты на эксплуатацию оснастки	135,4	0
Затраты на инструмент	245,1	67,1
Итого	1864,5	343,5

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости, определяется по формуле:

$$Э_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}},$$

где $C_{\text{б}}$; $C_{\text{пр}}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$Э_{\text{год. б.}} = 1864,5 \cdot 950 - 343,5 \cdot 2000 = 1084275 \text{ р.}$$

Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Структура технологического оборудования

Удельный вес каждой операции определяется по формуле

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (3.21)$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (3.21) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(6P13) = \frac{0,13}{2,96} \cdot 100\% = 4,4\%; \quad Y_{\text{оп}}(2Д450) = \frac{0,85}{2,96} \cdot 100\% = 28,7\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2Н55) = \frac{1,4}{2,96} \cdot 100\% = 47,3\%; \quad Y_{\text{оп}}(6P83Г) = \frac{0,58}{2,96} \cdot 100\% = 19,6\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(VM-100) = \frac{1,02}{1,02} \cdot 100\% = 100\% \text{ по проектируемому варианту.}$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (3.22)$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 1$ шт.;

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 2$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%.$$

Определим производительность труда на программных операциях:

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t},$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{np.} = \frac{1739 \cdot 1,2 \cdot 60}{61,2} = 2046$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_b = \frac{1739 \cdot 1,2 \cdot 60}{177,6} = 705$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{np.} - B_b}{B_b} \cdot 100\%$$

где $B_{np.}$, B_b – производительность труда соответственно проектируемого и

базового вариантов. $\Delta B = \frac{2046 - 705}{2046} \cdot 100\% = 65,5\%$

В таблице 28 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 28 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	950	2000	1050
Количество оборудования	шт.	8	1	- 7
Количество рабочих	чел.	10	3	- 7
Сумма капитальных вложений	руб.	-	4112732	-
Технологическая себестоимость одной детали,		1864,5	343,5	-1521
в том числе:				
- затраты на электроэнергию;				
- заработная плата рабочих	руб.	7,1	4,8	-2,3
		1451,1	221,2	-1229,9
Доля прогрессивного оборудования	%	-	50	50

Производительность труда	шт/чел.год	705	2046	1341
Рост производительности труда	%		65,5	
Коэффициент загрузки оборудования	%	10,1	58	+47,9
Соотношение капитальных затрат и годового экономического эффекта	лет	-	3,79	-

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 5,43 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 950шт до 2000шт в год, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус редуктора», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 1084275 руб. и срок окупаемости проекта составит три года.

										Лист
										79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.625.ПЗ

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Разработка программы и методики проведения урока в условиях внутрифирменной подготовки оператора станка VM-1000

В дипломном проекте совершенствуется технологический процесс обработки детали «КОРПУС РЕДУКТОРА» механизма передвижения крановой балки». В базовом технологическом процессе используются универсальные станки: токарно-фрезерный, сверлильно-расточной, вертикально-фрезерный. В связи с увеличением заказа на крановые редукторы до 2000 шт. в год, применяемое универсальное оборудование не обеспечит поставленную задачу. Необходимо применение высокопроизводительного оборудования и инструмента.

В связи с этим возникла необходимость обучить операторов станков с программным управлением 2-го разряда программированию токарно-фрезерной обработки на станке VM-1000 в системе ЧПУ FANUC, т.к. данный станок является новым оборудованием в цехе.

Методическая часть дипломного проекта посвящена разработке занятия для Операторов станков с ПУ 2-го разряда, которые пройдут краткий

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

курс повышения квалификации на базе предприятия. Тема курсовой подготовки: «Программирование токарно-фрезерной обработки на станке VM-1000 в системе ЧПУ FANUC».

Прохождение курсов повышения квалификации даёт возможность станочникам сохранить рабочие места, а заводу, не потерять время на поиск новых сотрудников. За счёт нового оборудования предприятие повысит качество выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит конкурентоспособность продукции на рынке товаров.

После полного курса обучения оператор станков с программным управлением получает сертификат, который дает допуск к работе на станке VM-1000. Отмечу, что данный сертификат не является основанием для повышения разряда. Он лишь дает право работать на новом оборудовании.

Разработанное занятие является первым в теоретической части программы данного курса. Оно направлено на то, чтобы познакомить рабочих с многоцелевым станком VM-1000.

4.1.1. Квалификационная характеристика

Профессия - «Оператор станков с программным управлением»

Квалификация - 2-й разряд.

Срок обучения – 2 месяца

Оператор станков с программным управлением 2-го разряда должен **знать:**

1) принцип работы обслуживаемых станков с программным управлением,

										Лист
										81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- 2) правила управления обслуживаемого оборудования;
- 3) наименование, назначение, устройство и условия применения наиболее распространенных приспособлений, режущего, контрольно-измерительных инструментов;
- 4) признаки затупления режущего инструмента;
- 5) наименование и основные механические свойства обрабатываемых материалов;

- 6) основы гидравлики, механики и электротехники в пределах выполняемой работы;
- 7) условную сигнализацию, применяемую на рабочем месте;
- 8) назначение условных знаков на панели управления станком;
- 9) правила установки перфолент в считывающее устройство;
- 10) способы возврата программносителя к первому кадру,
- 11) систему допусков и посадок, качества и параметры шероховатости,
- 12) назначение и свойства охлаждающих и смазывающих жидкостей;
- 13) правила чтения чертежей обрабатываемых деталей.

Оператор станков с программным управлением 2-го разряда должен **уметь:**

- 1) вести с пульта управления процесс обработки простых деталей по 12 - 14-му квалитетам на налаженных станках с программным управлением с одним видом обработки;

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

- 2) устанавливать приспособление с выверкой исходных точек согласно технологическому процессу;
- 3) устанавливать и снимать детали после обработки;
- 4) наблюдать за работой систем обслуживаемых станков по показаниям цифровых табло и сигнальных ламп;
- 5) проверять качество обработки деталей контрольно-измерительным инструментом и визуально;
- 6) подналаживать отдельные простые и средней сложности узды и механизмы под руководством оператора более высокой квалификации.

4.1.2. Разработка содержания программы обучения

Образовательная программа профессии «Оператор станков с программным управлением» используется во внутрифирменной подготовке.

Программа: «Оператор станков с программным управлением»

Срок обучения: 72 часа.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

«Программирование токарно-фрезерной обработки
на станке VM-1000 в системе ЧПУ FANUC»

Таблица 29 – Учебный план

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Всего часов	В том числе:		Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	
1	Устройство станка VM-1000, основные узлы станка	2	2	--	--
2	Технологические основы обработки деталей на станке VM-1000	6	4	2	--
3	Инструментальное обеспечение токарно-фрезерной обработки на станке VM-1000	8	4	4	зачет
4	Основные сведения о	8	4	4	зачет

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
						83

	программном управлении металлорежущим оборудованием.				
5	Система SIEMENS 810D и программирование в ней.	8	4	4	зачет
6	Создание и регистрация инструментов.	6	2	4	зачет
7	Программирование токарно-фрезерной обработки в системе SIEMENS 810D.	28	6	22	зачет
9	Квалификационный экзамен	4		4	экзамен
	Итого:	72	26	46	

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ

1. Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка

Общие сведения о станке VM-1000. Назначение и устройство, его возможности. Конструкция станка.

2. Технологические основы обработки деталей на станке VM-1000.

Общие сведения о резании металлов и технологическом процессе обработки деталей на станке VM-1000. Базирование и базы. Обзор приспособлений, применяемых для установки деталей на станке.

3. Инструментальное обеспечение токарно-фрезерной обработки на станке VM-1000

Современные металлорежущие инструменты для токарно-фрезерной обработки. Принципы выбора современных металлорежущих инструментов для токарной и фрезерной обработки. Выбор инструментов для токарной и фрезерной обработки по каталогам российских и зарубежных фирм-производителей. Выбор режимов резания.

4. Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Классификация систем ЧПУ. Определение и состав управляющих программ. Сведения об основных кодах в управляющих программах. Подготовительные и вспомогательные функции программирования. Специальные функции программирования. Правила построения и записи управляющих программ.

5. Система ЧПУ FANUC и программирование в ней.

Основные системы программирования. Запуск программы ЧПУ FANUC. Интерфейс системы ЧПУ FANUC. Основные области окна и их назначение. Режимы работы системы ЧПУ FANUC. Назначение и содержание режимов работы ЧПУ. Переключение режимов работы ЧПУ. Структура управляющих программ: файлы MPF, SPF. Директория WPD. Подпрограмма WWP. Пример управляющей программы. Копирование и вставка частей программ. Симуляция отработки программ. Изменение параметров заготовки в режиме симуляции. Ошибки. Коррекция программ.

Перенос программ на дискету. Установка программы на станок. Коррекция программы (выбор и привязка инструмента, коррекция начальной точки). Режим MDA. Запуски и отработка управляющих программ.

6. Создание и регистрация инструментов

Окно создания и регистрации инструмента в системе ЧПУ FANUC. Выбор и активация требуемого инструмента, задание параметров инструмента. Изменение параметров инструмента.

7. Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ FANUC

										Лист
										85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Программирование фрезерной и сверлильной обработки в программном пакете. Стандартные фрезерные и сверлильные циклы и их назначение и применение. Контурное программирование: создание цикла обработки заданного контура, разработка заданного контура. Программирование токарной и фрезерной поверхностей в системе ЧПУ FANUC в программном пакете.

Разделим содержание разделов тематического плана на занятия.

1. Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка
2. Общие сведения о резании металлов и технологическом процессе обработки деталей на станке VM-1000.
3. Базирование и базы. Обзор приспособлений, применяемых для установки деталей на станке.
4. Современные металлорежущие инструменты для токарно-фрезерной обработки. Принципы выбора.
5. Выбор инструментов для токарной и фрезерной обработки по каталогам. Выбор режимов резания.
6. Классификация систем ЧПУ. Определение и состав управляющих программ.
7. Сведения об основных кодах в управляющих программах. Подготовительные и вспомогательные функции программирования. Специальные функции программирования. Правила построения и записи управляющих программ.
8. Основные системы программирования. Запуск программы и интерфейс системы ЧПУ FANUC. Основные области окна LAP4 и их назначение. Режимы работы.

						ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			86

9. Назначение и содержание режимов работы ЧПУ в программном пакете. Переключение режимов работы ЧПУ в программном пакете. Структура управляющих программ:

10. Окно создания и регистрации инструмента в системе ЧПУ FANUC в программном пакете. Выбор и активация требуемого инструмента, задание параметров инструмента. Изменение параметров инструмента.

11. Программирование токарной и фрезерной обработки в программном пакете. Стандартные токарные и фрезерные циклы и их назначение и применение.

12. Контурное программирование: создание цикла обработки заданного контура, разработка заданного контура.

13. Программирование токарной и фрезерной обработки поверхностей в системе ЧПУ FANUC в программном пакете.

Выберем тему 1 «Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка». На тему отводится 2 часа.

Для темы 1 «Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка» разработаем план-конспект урока теоретического обучения.

4.1.3. Разработка методики проведения занятия по теме «Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка»

Тема урока «Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка»

Цели урока.

Обучающая:

- сформировать знания об устройстве и конструктивных особенностях станка с ЧПУ VM-1000.

Развивающая:

- развивать абстрактное мышление

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Воспитательная:

- воспитывать внимательность, аккуратность при написании конспекта.

Форма обучения: урок усвоения новых знаний

Метод обучения: рассказ, объяснение, беседа

Таблица 30 – Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время этапа урока (мин)	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	- приветствие - проверка присутствующих	2	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока.	3	Слушают, записывают тему урока.
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы: Заводу необходимо увеличить выпуск продукции. С этой целью было приобретено новое оборудование с ЧПУ, в том числе и станок VM-1000. Т.к. данный станок ранее не использовался в данном производстве, есть необходимость обучения персонала работе на нем. Таким образом, рабочие получают новые знания, умения и навыки, увеличивается заработная плата, сохраняются рабочие места. Также за счёт нового оборудования предприятие повысит качество	10	Слушают.

Лист

ДП 44.03.04.625.ПЗ

88

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

		выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит конкурентоспособность продукции на рынке товаров.		
4	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает новый материал	60	Слушают, конспектируют
1	2	3	4	5
5	Закрепление новых знаний	Вопросы: Для чего предназначен станок с ЧПУ VM-1000? Назовите размер стола станка. Какая максимальная допустимая нагрузка на стол? Какую систему осей имеет станок? Как происходит охлаждение инструмента? Как удаляется стружка? Для чего нужен поворотный стол с ЧПУ?	10	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.
6	Домашнее задание	Повторить пройденный материал.	5	Записывают.

4.1.4. Конспект нового материала

Тема урока «Характеристика станка VM-1000, основные узлы станка»

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Станок с ЧПУ VM-1000 предназначен для силовой высокопроизводительной обработки крупногабаритных деталей из чугуна, стали и легких сплавов из литых и штампованных заготовок.



Рисунок 12 – Обрабатывающий центр VM-1000

Станина из высококачественного чугуна марки «Механит» обладает высокой жесткостью и виброустойчивостью.

Коробчатые направляющие скольжения обеспечивают высокую точность и стабильность перемещения при максимальной нагрузке.

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Высокоточные ШВП класса точности С3 со сдвоенной гайкой гарантируют высокую жесткость и точность даже при долговременных тяжелых нагрузках.

Шпиндель с конусом ISO40 и частотой вращения 10000 об/мин.

Мощный привод шпинделя — 15/18,5 кВт (опция).

Магазин на 24 инструмента типа «рука» уже в стандартной комплектации.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Стол

Размер стола	1300x600	мм
Максимальная допустимая нагрузка на стол	800	кг
Т-образные пазы	16/86/5	шт./мм/мм

Шпиндель

Диапазоны вращения шпинделя	10000	об/мин
Конус шпинделя	ISO40 7:24	
Мощность главного двигателя «FANUC»	11/15	кВт
Мощность главного двигателя «Siemens»	12/16	кВт

Перемещения

Перемещение по оси X	1000	мм
Перемещение по оси Y	600	мм
Перемещение по оси Z	570	мм
Расстояние от конуса шпинделя до стола	115-685	мм

Подачи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Лист

91

Рабочие подачи X, Y, Z	0-10000	мм/мин
Ускоренные перемещения X, Y, Z	24	м/мин

Магазин инструмента

Количество мест 24 шт.

Тип магазина «рука»

Время смены инструмента 4 с

Хвостовик инструмента BT40 (CAT40)

Максимальный вес инструмента 8 кг

Максимальный диаметр инструмента:

при полном магазине 75 мм

при пустом соседнем гнезде 150 мм

Максимальная длина инструмента 300 мм

Система осей станка

3-х осевая система направления перемещений оси станка определяется по положению оператора спереди станка, перемещение стола влево является положительным направлением по оси X; перемещение вперед поперечных салазок (к оператору) является положительным направлением по оси Y; перемещение вверх шпиндельной бабки является положительным направлением по оси Z.

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Основные узлы станка:

Шпиндельная бабка

Главная передача:

Шпиндельная бабка изготовлена из высокопрочного чугуна. Шпиндельная бабка устанавливается на колонне и перемещается в направлении оси Z.

Двигатель шпинделя FANUC (опция: Mitsubishi и Huazhong) используется в качестве устройства главного привода. В шпиндельной бабке установлен шпиндель, который приводится в движение электродвигателем через зубчатый ремень. Изменение диаметра ведущего и ведомого шкивов может изменить скорость и вращающий момент. При коэффициенте главной передачи 1:1 встроенный фотоэлектрический энкодер может точно передать в систему ЧПУ угол вращения электромотора и, соответственно, шпинделя для осуществления жёсткого нарезания резьбы и останова шпинделя.

Подшипники шпинделя

Высокоточные и высокоскоростные радиально упорные шарикоподшипники (7014CG/GNP4) используются соответственно в качестве переднего подшипника шпинделя и заднего подшипника шпинделя, и несут как осевое, так и радиальное усилие.

Шпиндель

Отверстие конуса шпинделя - №40 (конус 7:24) в оправку инструмента ввинчивается хвостовик инструмента - BT40-45°, который используется для зажима инструмента при помощи набора тарельчатых пружин. Инструмент может быть разжат пневмогидравлическим цилиндром.

Во время смены инструмента происходит обдув конуса шпинделя сухим воздухом для очистки отверстия конуса и хвостовика инструмента

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

перед введением нового выбранного инструмента в отверстие конуса шпинделя.

Дополнительно, для увеличения скорости вращения шпинделя может быть установлен высокоскоростной шпиндель производства Dalian IBAG.

Шпиндель оснащен высокоскоростными точными радиально-упорными подшипниками, имеет небольшую массу, низкий уровень расширения, высокую жесткость и позволяет в значительной степени уменьшить центробежную силу и тепловое расширение.

Частота вращения шпинделя может увеличиться до 8000 об/мин. Используется мощное 4-х сегментное зажимное устройство для затягивания инструмента, обеспечивающее мощный зажим из-за увеличения площади соприкосновения, в то же самое время, уменьшает износ хвостовика инструмента. Шпиндель приводится в действие при помощи ремня с высоким вращательным моментом, поэтому не происходит проскальзывания и уменьшается инерционность, уровень шума также снижен.

Шпиндель оснащен RD устройством динамической балансировки, чтобы производить динамическую балансировку шпинделя для удаления резонанса в течение работы шпинделя на высокой скорости и гарантия оптимальной точности обработки.

Охлаждение инструмента

На шпиндельной бабке установлены две регулируемых распылительных насадки для подачи СОЖ. Во время вращения шпинделя также происходит подача охлаждающего воздуха через шпиндель. Это позволяет избежать температурного расширения подшипников шпинделя, а также охладить инструмент и заготовку. При работе без охлаждения

						ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			94

закройте клапан распылительной насадки. Охлаждающая эмульсия вернется в бак СОЖ через возвратную трубу охлаждения.

Рабочий стол и устройство поперечных салазок

Стол и поперечные салазки изготовлены из высокопрочного чугуна с оптимальным показателем жесткости.

Для обеспечения высокой точности и увеличения скорости перемещения по осям применяются линейные направляющие качения (танкетки). Направляющие автоматически смазываются централизованным смазывающим устройством.

Конвейер для удаления стружки

Автоматическое удаление стружки во время обработки является важным показателем повышения производительности работы станка. Избыток стружки способствует термальному перегреву станка, способен привести к деформации заготовки и может повлиять на точность обработки. Кроме того, стружка перемещается вместе с инструментом и способна повредить поверхность заготовки. При ручном удалении стружки снижается эффективность производства и повышается травмоопасность. Поэтому повышается важность использования автоматического устройства удаления стружки. При работе устройства стружка, полученная при обработке заготовок, смывается при помощи СОЖ с заготовки и рабочего стола на кожури основания станка, а затем попадает в конвейер для транспортировки стружки под воздействием своего собственного веса и потока СОЖ. Конвейером стружки является спиральный шнековый конвейер.

Спиральный шнековый конвейер приводится в движение двигателем, вращающим шестерни через цепь. Использование спирали позволяет удалять стружку.

										Лист
										95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.625.ПЗ

Автоматическое устройство удаления стружки может перемещать на значительные расстояния и транспортировать металлическую стружку, металлические опилки, чугунную стружку. Конвейер занимает не значительное место на станке, экономя рабочее пространство. Он одновременно может использоваться наряду с применением других стружечных конвейеров для оптимизации процесса удаления стружки.

При скоплении большого количества стружки на станке в следствии сбоя в работе конвейера, или, если скорость выработки стружки превышает скорость удаления стружки конвейером, или в конце рабочего дня, следует удалить стружку вручную во избежание повреждения системы.

Система СОЖ

Система СОЖ включает в себя бак для СОЖ, насос подачи СОЖ, очистной фильтр и сопло. СОЖ периодически обновляется, фильтруется при помощи фильтра, расположенного в воронке на баке СОЖ. При помощи насоса подачи СОЖ производится её нагнетание и подача через сопла в зону обрабатываемой заготовки. Кроме этого пользователь может выбрать подачу охлаждения через шпиндель и инструмент, механизм увеличения объёма подачи СОЖ, резервуар с механизмом подачи СОЖ под давлением.

Поворотный стол с ЧПУ (опция)

Поворотный стол с ЧПУ является дополнительной принадлежностью. Устройство привода поворотного стола с ЧПУ состоит из двигателя, зубчатой пары, однозаходного червяка и стола. Когда двигатель получает управляющий сигнал от устройства ЧПУ, он включается и приводит в движение поворотный индексирующий стол. Угол поворота управляется программой. После установки стола, двигатель останавливается и точно позиционируется. Нахождение стола в требуемом положении будет осуществляться посредством блокировки червяка и червячной шестерни.

										Лист
										96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Зажим и разжим стола осуществляется тормозным диском. Когда в цилиндр подано давление воздуха, поршень перемещается из исходного положения зажима в положение разжима для освобождения рабочего стола. Когда давление снято, поршень перемещается из положения разжима в положение зажима посредством усилия пружины. Происходит зажим стола.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в дипломном проекте был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус редуктора» в условиях среднесерийного производства.

Усовершенствованная технология отличается от заводской тем, что сократилось число операций механообработки за счет применения современного обрабатывающего центра с программным управлением. Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих, уменьшить воздействие вредных веществ на окружающую среду.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по базовому и проектному вариантам. Согласно расчетам, экономический эффект от усовершенствования технологии составил 1084275 рублей в год.

В разделе «Охрана безопасности жизнедеятельности» были рассмотрены условия труда оператора станков с ЧПУ на механическом участке, произведены расчеты производственного освещения.

В разделе «Экологическая безопасность» было рассмотрено взаимодействие технологического процесса с внешней средой.

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

В методической части проекта была разработана методика проведения урока в условиях внутрифирменной подготовки оператора станка VM-1000.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12.1.019-96 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования». М.: Госстандарт, 1996 – 38с.
2. ГОСТ 12.1.030-96 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление». М.: Госстандарт, 1996 – 10с.
3. ГОСТ 12.1.004-91 (1999) ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Госстандарт, 1991 – 76с.
4. Григорьев В.М. Разработка технологии изготовления отливки. Учеб. пос. Хабаровск. Изд-во ДВГУПС. 2004. 54 с.pdf
5. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
6. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
7. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие-Екатеринбург: Издательство Урал. Гос. проф.-пед. университета 2005.- 169 с.
8. Кругликов Г.И. Методика профессионального обучения с практикумом: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / Григорий Исаакович Кругликов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.- 288с.

										Лист
										98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

9. Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность» выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения /Сост. М.Э. Гусельников, В.Н. Извеков, Н. В. Крепша, В.Ф. Панин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 42 с.

10. Могильников В.А. Технология производства. Технологический анализ чертежа детали: методические указания к практическим занятиям, контрольно-курсовым и контрольным работам для студентов машиностроительных специальностей / В.А. Могильников. – Тула: изд-во ТулГУ, 2009. – 18 с.

11. Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

12. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», 1996 – 8с.

13. СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту», 2003 – 25с.

14. СП 5160-89 Санитарные правила для механических цехов (обработка металлов резанием). М.: Госстандарт, 1989 – 45с.

15. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

16. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

17. Скакун В.А. Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ: Метод, пособие. - М.: Высш. шк., 1987. 272 с.

18. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2006. 66с.

19. Щепотин А. Ф. Обучение учащихся профтехучилищ на опыте новаторов производства: Профпедагогика.-М.:Высш. шк., 2004.-144 с.

20. Электронный каталог «Korloy».

21. Электронное руководство по эксплуатации. Fanuc 0i-D В-64304RU_2-01. Для системы многоцелевого станка

22. <http://www.splav.kharkov.com>

23. <http://bpk-spb.ru/catalog/machine156>

24. <http://www.mixed-media.ru/technology> «Компьютерные технологии в образовательном учреждении».

										Лист
										100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Корпус редуктора Отливка	ДП 04.03.04.625.01	A1	1	
2. Корпус редуктора	ДП 04.03.04.625.02	A1	1	
3. Иллюстрации техпроцесса	ДП 04.03.04.625.03	A1	1	
4. Иллюстрации техпроцесса	ДП 04.03.04.625.04	A1	1	
5. Иллюстрации техпроцесса	ДП 04.03.04.625.05	A1	1	
6. Иллюстрации техпроцесса	ДП 04.03.04.625.06	A1	1	
7. Иллюстрации техпроцесса	ДП 04.03.04.625.07	A1	1	

					ДП 44.03.04.625.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101