

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

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПРИВОДА»

Дипломный проект
по специальности 44.03.04 Профессиональное обучение,
специализация "Технологии и оборудование машиностроения"

Идентификационный код ВКР: 736

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2017г.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ПРИВОДА»**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 736

Исполнитель
студент гр. ЗТО-404С

А. Ю. Зверева

Руководитель
доцент, к.т.н.

В. П. Суриков

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 141 лист печатного текста, 18 иллюстраций, 24 слайда, 37 таблиц, 21 использованных источника, 3 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, РАСЧЕТ СИЛ ЗАЖИМА, ВЫБОР КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

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

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

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использование ОЦ с ЧПУ.

Разработан урок повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ			
Из	Лис	№	Подп.	Дата	Модернизация технологического процесса механической обработки детали «Корпус привода»	Лит.	Лист	Листо
Разраб.	Зверева						2	141
Пров.	Суриков							
Н. Контр.	Суриков							
Зав. каф.	Бородин							
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-404С		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Анализ исходных данных	7
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали	10
1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	13
1.1.4. Определение типа производства.....	19
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	20
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	20
1.2.2. Выбор технологических баз.....	22
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей.....	25
1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус привода»	25
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения.....	26
1.2.5.1. Выбор и описание оборудования.....	26
1.2.5.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания.....	29
1.3. Технологические расчеты	37
1.3.1. Расчет припусков.....	37
1.3.2. Расчет технических норм времени	43
1.3.3. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Корпус привода»	50
1.4. Выбор контрольного приспособления	60
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	62
2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	62
2.2. Расчёт капитальных затрат	62
2.3. Расчет технологической себестоимости детали	67

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	115
Приложение А. Лист задания по дипломному проектированию.....	117
Приложение Б. Перечень листов графических документов	118
Приложение В. Комплект технологической документации	119

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Машиностроение как отрасль существует более двухсот лет. По числу занятых и по стоимости выпускаемой продукции оно занимает первое место среди всех отраслей мировой промышленности. Уровень развития машиностроения является одним из важных показателей уровня развития страны. Машиностроение определяет отраслевую и территориальную структуру промышленности мира, обеспечивает машинами и оборудованием все отрасли экономики, производит разнообразные предметы потребления.

Ведущую роль в современном машиностроении играют станки с числовым программным управлением. Станки с программным управлением сейчас используются практически во всех направлениях машиностроения, выполняя разнообразные технологические операции – от токарных до шлифовальных.

Практически все современные станки с ЧПУ сочетают в себе высокую точность, надежность, скорость работы и простоту в использовании. В таких станках обычно используются гидравлические приводы, реализовано оснащение устройствами управления замены рабочих инструментов и режимов работы. Изменение скорости станка обеспечивается электромагнитными трансформаторами - вместо устаревших зубчатых. При использовании станков с ЧПУ важно обратить внимание на правильный выбор и режим работы резца.

Благодаря станочным агрегатам с программным управлением кардинально изменились технологические принципы металлообработки.

Соответственно произошли и изменения в работе технологов, конструкторов, наладчиков и операторов-станочников. Вследствие широкого применения в станках ЧПУ электронных элементов, их специфических особенностей и условий работы, в большой мере повысилось значение грамотного техобслуживания и наладки, усложнились требования к условиям

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работы и настройки данных станков.

Целью дипломного проекта является модернизация технологического процесса изготовления детали «Корпус привода» в условиях среднесерийного производства для повышения эффективности обработки.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ заводского технологического процесса;
- разработка нового технологического процесса;
- разработка содержания операции механической обработки;
- разработка управляющей программы;
- выбор контрольного приспособления;
- расчет зажимного приспособления;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

В модернизированном технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходных данных

Исходными данными, согласно заданию, являются рабочий чертёж детали со всеми техническими требованиями и годовая программа выпуска деталей.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Корпус привода» используется в приводе механизма компрессора. Два отверстия Ø12 и 2 отверстия М12-7Н на нижней плоскости предназначены для крепления корпуса привода к раме механизма. Внутри корпуса привода в отверстия ø52Н7 и ø62Н7 устанавливаются подшипники скольжения для цапф шестерен. Резьбовые отверстия М8-7Н на боковой поверхности корпуса предназначены для крепления смотровой крышки.

Резьбовые отверстия М10-7Н на боковой и нижней поверхностях корпуса предназначены для крепления крышек подшипников.

Пять отверстий Ø8,5 на верхней плоскости предназначены для крепления крышки привода к корпусу.

Два отверстия Ø6Н7 на верхней плоскости предназначены для установки штифтов при центровке крышки относительно корпуса.

Деталь «Корпус привода» изготавливается из алюминиевого сплава марки АЛ9 ГОСТ 2685-75.

Сплав АЛ9 применяется в производстве литых деталей, имеющих сложную конфигурацию и впоследствии испытывающих на себе статическую нагрузку. Применение АЛ9 обусловлено требованиями к повышенной герметичности изделия, его отличной свариваемости и повышенной коррозионной стойкости. Практика показывает, что сплав АЛ9 пригоден для литья под давлением и в землю. Единственным ограничением можно считать температурные условия эксплуатации деталей из данной марки алюминия:

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

они могут работать при температуре до 200°C [2].

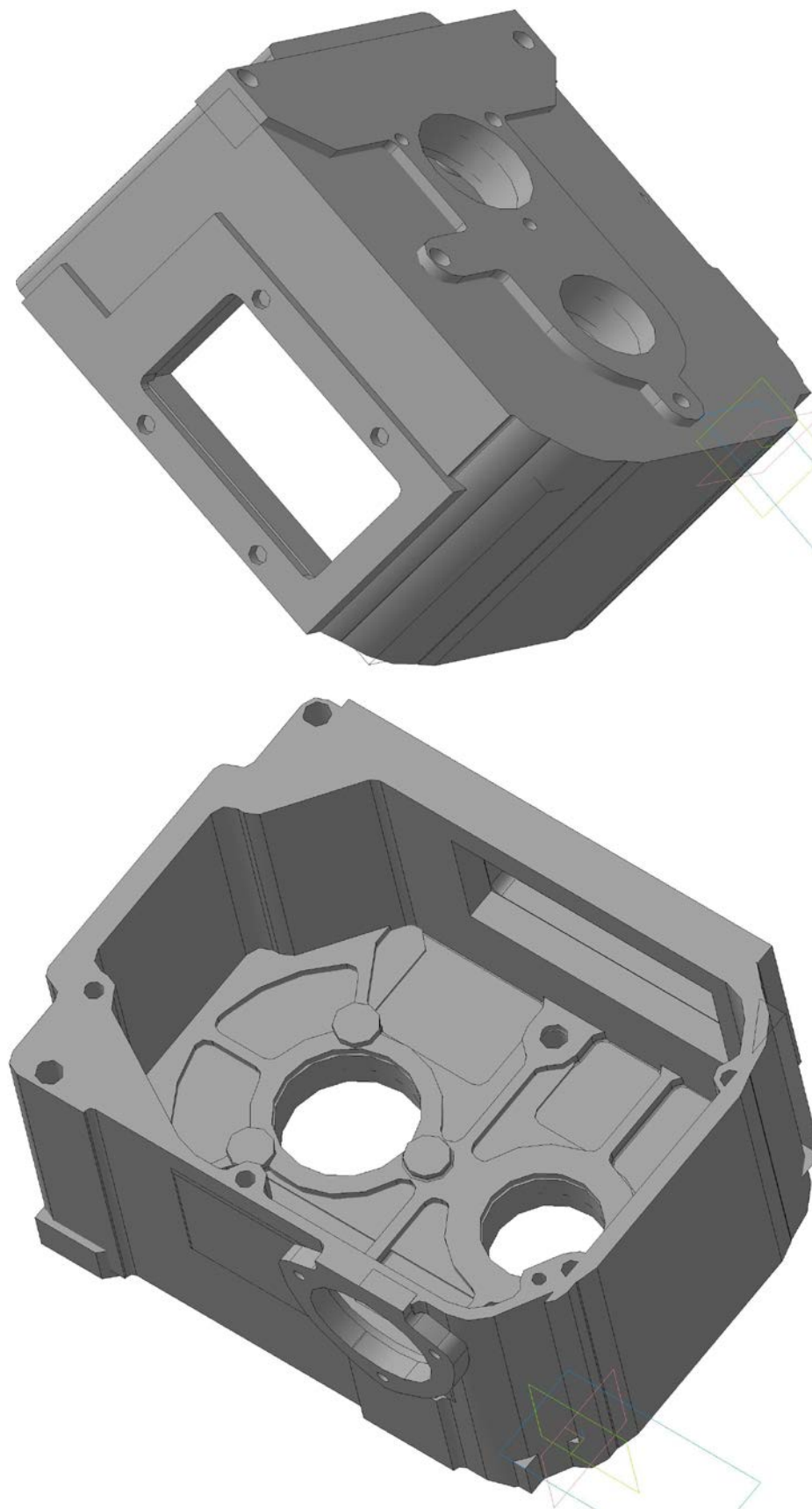


Рисунок 1 – 3D модель детали «Корпус привода»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Лист

8

Сплав отличается высокой герметичностью. Это достаточно весомое качество для материала, который идёт на производство фасонных отливок.

Линейная усадка, которую даёт АЛ-9 – всего 1%. Mg введен в состав этого сплава для упрочнения, поскольку он образует упрочняющую фазу с кремнием – Mg_2Si [2].

Химический состав сплава АЛ-9 приведен в таблице 1, а механические свойства – в таблице 2.

Таблица 1 - Химический состав сплава АЛ-9, % [17]

Fe	Si	Mn	Cu	Be	Mg	Al	Zn
1,5	6-8	0,5	0,2	0,1	0,2-0,4	89,6-93,8	0,3

Таблица 2 - Механические свойства сплава АЛ-9 [17]

Временное сопротивление при растяжении, σ_B , МПа	Относительное удлинение, δ %, не менее	Твердость по Бринеллю, НВ
230	4	50

Сочетание физических, механических и коррозионных свойств алюминия и его сплавов определяет их широкое применение в различных отраслях промышленности.

Благодаря легкости, достаточной прочности, способности сплавляться со многими другими металлами и хорошей электропроводности алюминий применяется в электротехнике, а также как конструкционный материал в машиностроении, авиа- судостроении, строительстве жилых и общественных зданий, сельскохозяйственных объектов и др. отраслях промышленности.

1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный.

Качественная оценка технологичности 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 объёма 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 глухие резьбовые отверстия, что потребует дополнительной специальной оснастки для механической обработки.

При качественной оценке доминируют положительные характеристики, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количественная оценка технологичности детали.

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 4 и 5, в которых T_i – квалитеты, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], 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	17	119	11	2	22
8	2	16	14	26	364

$$\sum n_i = 47; \sum T_i \cdot n_i = 521;$$

$$T_{CP} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{521}{47} = 11,08$$

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{T_{CP}} = 1 - \frac{1}{11,08} = 0,909$$

т. к. $K_{TЧ} = 0,909 > 0,8$ то деталь по данному показателю технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
1,6	3	4,8	6,3	13	81,9
3,2	3	9,6	12,5	19	237,5

$$\sum n_i = 38; \sum Ш_i \cdot n_i = 333,8;$$

$$Ш_{CP} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{333,8}{38} = 8,78$$

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{ср}} = 1 - \frac{1}{8,78} = 0,886$$

т. к. $K_{Ш}=0,886>0,32$ следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [1]:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{4,9}{6,9} = 0,710$$

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, например литьё в кокиль.

Формулировка основных технологических задач.

Основные технологические задачи [5, с. 36-38]:

- Обеспечить точность обработки: отверстия $\varnothing 6$, $\varnothing 52$, $\varnothing 62$ по 7-му качеству, отверстия М10 и М12 по качеству 7Н, отверстие $\varnothing 12$ по 8-му качеству, размеры 160мм и 100 по 11-му качеству, остальные размеры по 14-му качеству.
- Обеспечить качество поверхностей: отверстия $\varnothing 52H7$ и $\varnothing 62H7$ по Ra1,6мкм; отверстия $\varnothing 6H7$ и $\varnothing 12H8$ по Ra 3,2мкм; фаски во всех отверстиях, отверстия $\varnothing 12$ по Ra 12,5мкм; остальных поверхностей по Ra6,3мкм.
- Обеспечить допуск параллельности нижней плоскости относительно верхней плоскости в пределах 0,2 мм;
- Обеспечить допуск цилиндричности отверстий $\varnothing 52H7$ и $\varnothing 62H7$ в пределах 0,015 мм;
- Обеспечить допуск параллельности отверстия $\varnothing 52H7$ относительно отверстия $\varnothing 62H7$ в пределах 0,06 мм;
- Обеспечить позиционный допуск отверстий М8-7Н и М10-7Н в

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

пределах 0,25 мм;

- Обеспечить допуск перпендикулярности отверстия $\varnothing 62H7$ относительно отверстия $\varnothing 52H7$ в пределах 0,06 мм;

- Обеспечить допуск перпендикулярности левого торца относительно отверстия $\varnothing 62H7$ в пределах 0,06 мм;

1.1.3. Анализ заводского технологического процесса изготовления детали

Характеристика технологического процесса.

По признакам технологический процесс относят [6]:

- 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 2 и 3 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 5 [6].

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

Анализ выбора технологических баз.

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях [6], а результаты занесем в таблицу 6.

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования: принцип постоянства и совмещения баз.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Таблица 5 – Сравнение методов обработки поверхностей

№	Вид поверхности	Квалитет	Ше-рохов. Ra	МОП в М.К	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шерохов.	
1, 7, 10, 14	Отверстие	7Н	6,3	Сверление, нарезание резьбы	7Н-8Н	6,3-12,5	Соответ.
2, 6, 13, 15	Фаска	14	12,5	Зенкование	12-14	6,3-12,5	Соответ.
3	Плоскость	14	1,6	Фрезерование однократ.	12-14	6,3-12,5	Не сооответ.
4, 5, 16	Отверстие	7	1,6	Точение черновое чистовое тонкое	7-8	1,6-2,5	Соответ.
8, 9	Плоскость	14	6,3	Фрезерование однократное	12-14	6,3-12,5	Соответ.
11	Отверстие	7	3,2	Сверление зенкерование	6-7	2,5-3,2	Соответ.
17	Отверстие	8	3,2	Сверление зенкерование	8-10	3,2-6,3	Соответ.
18, 21	Плоскость	14	6,3	Фрезерование однократное	12-14	6,3-12,5	Соответ.
19, 20	Отверстие	14	6,3	Сверление	12-14	6,3-12,5	Соответ.

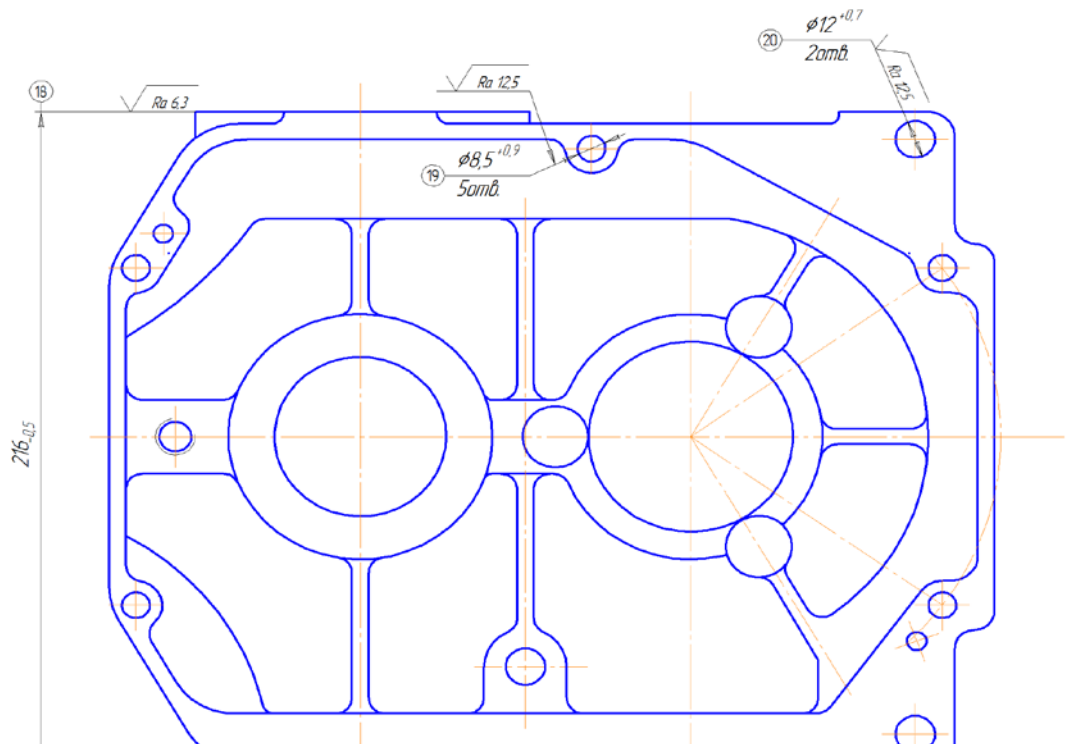
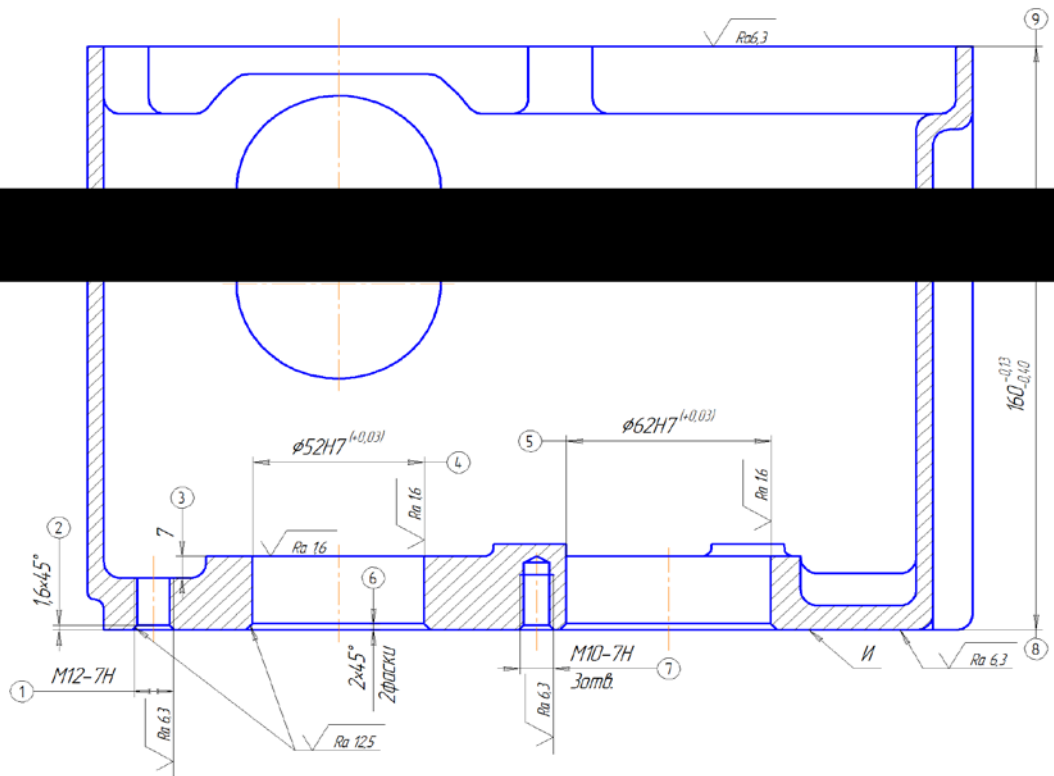


Рисунок 2 – Эскиз детали «Корпус привода»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Лист

15

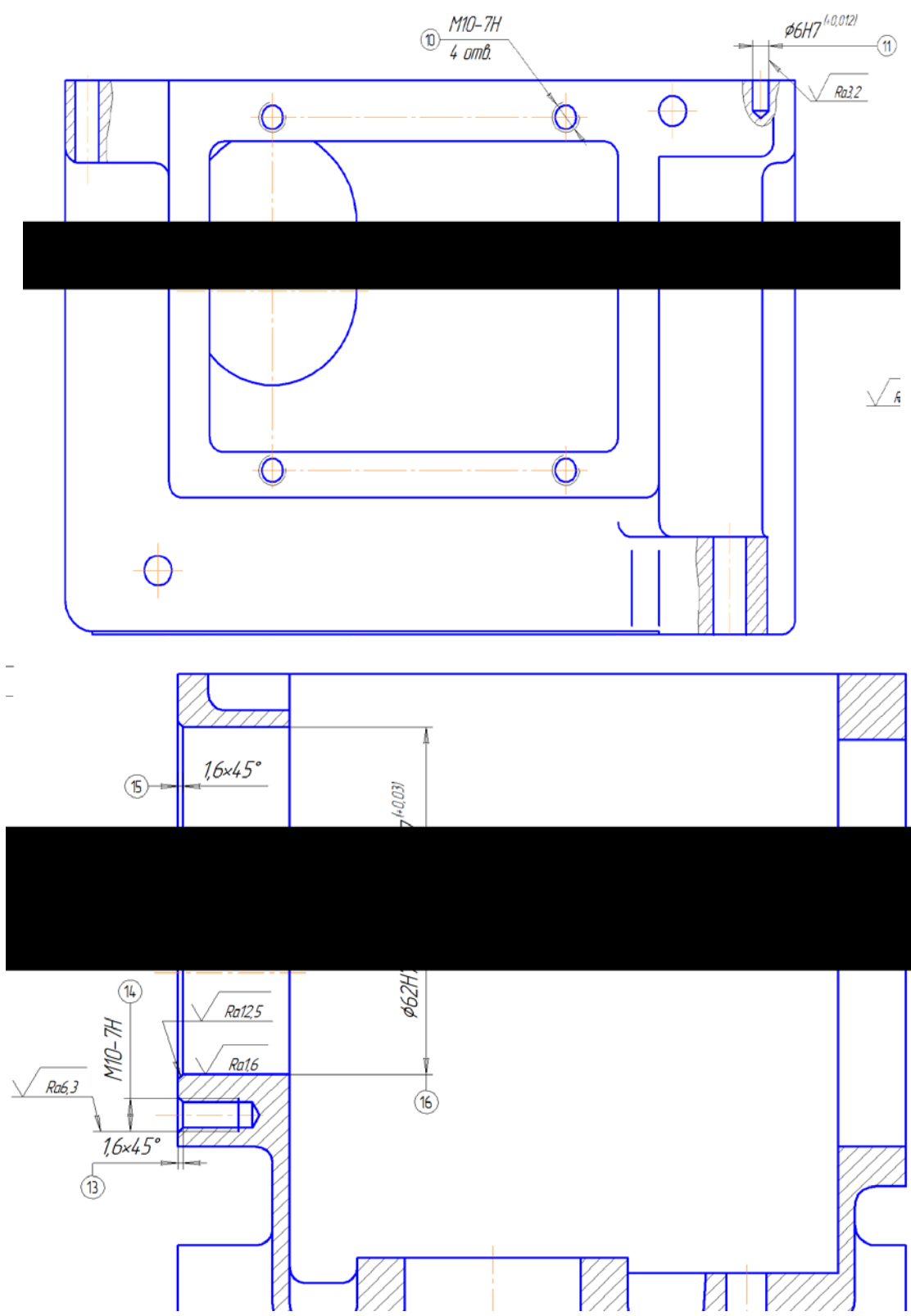


Рисунок 3 – Эскиз детали «Корпус привода»

Таблица 6 - Технологические базы в станочных операциях базового технологического процесса

№	Наименование и содержание операции	Технологические базы	
		Черновые	Чистовые
005	Вертикально-фрезерная Фрезеровать плоскость 9	Плоскость 8, отверстия 4 и 5	
010	Горизонтально-расточная Фрезеровать плоскость 21, сверлить отв. под резьбу 10, зенковать фаски, нарезать резьбу 10	Боковые поверхности	Плоскость 9
015	Горизонтально-расточная Фрезеровать плоскость 18, расточить отверстие 16, расточить фаску 15, сверлить отв. под резьбу 14, зенковать фаски 13, нарезать резьбу 14.	Боковые поверхности	Плоскость 9
020	Горизонтально-расточная Фрезеровать плоскость 8, расточить отверстия 4 и 5, расточить фаску 15, сверлить отв. под резьбу 1, 7, сверлить отв. 12, 17, зенковать фаски 2, нарезать резьбу 1 и 7.		Плоскость 9, плоскость 18, отв. 16.
025	Горизонтально-расточная Сверлить, зенкеровать, развернуть отв. 11, сверлить отв. 19 и 20		Плоскость 9, плоскость 18, отв. 16.

Анализ маршрута обработки

При изучении маршрута обработки 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 операции 005 Фрезерную и 010 Сверлильную, а результаты занесем в таблицу 7.

Таблица 7 - 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				
005	Вертикально-фрезерная Фрезеровать плоскость 9	1	-	2	5	Плоскость 8, отверстия 4 и 5	Спец. приспособление	Вертикально-фрезерный 6P12	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
025	Горизонтально-расточная Сверлить, зенкеровать, развернуть отв. 11, сверлить отв. 19 и 20	1	-	5	8	Плоскость 9, плоскость 18, отв. 16.	Спец. приспособление	Горизонтально-расточной 2620	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. Предлагается заменить универсальные станки (расточной и сверлильный) на обрабатывающий центр с ЧПУ, что соответствует серийному типу производства.

1.1.4. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (K_{30}) [5, с. 33]:

Тип производства	K_{30}
Массовое.....	1
Серийное:	
Крупносерийное.....	св. 1 до 10
Среднесерийное.....	св. 10 до 20
Мелкосерийное.....	св. 20 до 40
Единичное.....	св. 40

Таблица 8 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерий-ное	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 $m_{дет}=4,9$ кг и годовой программе выпуска $N=1100$ шт., примем тип производства - среднесерийное.

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 специализированы.

Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

1.2. Разработка технологического процесса обработки детали

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Исходные данные:

- масса детали 4,9кг;
- габариты детали: 268x216x160мм;
- материал АЛ-9 ГОСТ 2685-75 ($\sigma_B = 230\text{МПа}$);
- годовое число отливок 1100 шт.

Выбираем способ получения заготовки – отливка в кокиль.

Кокиль - это металлическая форма, которая заполняется расплавом под действием гравитационных сил.

Кокиль может быть использован многократно, в отличие от песчаных форм, которые используются разово.

Таким образом, сущность литья в кокиль заключается именно в многократности использования литейных форм, металлические части которых и формируют конфигурацию отливки.

Кокиль состоит из двух полуформ и вставок. Полуформы взаимно центрируются штырями, и перед заливкой их соединяют замками. Размеры рабочей полости кокиля больше размеров отливки на величину усадки сплава. Полости и отверстия в отливке могут быть выполнены

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

металлическими или песчаными стержнями, извлекаемыми из отливки после ее затвердевания и охлаждения до заданной температуры. Расплав заливают в кокиль через литниковую систему, выполненную в его стенках, а питание массивных узлов отливки осуществляется из прибылей (питающих выпоров).

При заполнении кокиля расплавом, воздух и другие газы удаляются из его рабочей полости через вентиляционные выпоры, пробки, каналы, образующие вентиляционную систему кокиля. Таким образом, основными составляющими частями кокиля являются - полуформы, плиты, вставки, стержни. Обычно они изготавливаются из чугуна или стали.

Перед заливкой расплава новый кокиль готовят к работе: поверхность рабочей полости и разъем тщательно очищают от следов загрязнений, ржавчины, масла; проверяют легкость перемещения подвижных частей, точность их центрирования, надежность крепления. Затем на поверхность рабочей полости и металлических стержней наносят слой огнеупорного покрытия облицовки и краски. Состав облицовок и красок зависит в основном от заливаемого сплава, а их толщина - от требуемой скорости охлаждения отливки: чем толще слой огнеупорного покрытия, тем медленнее охлаждается отливка.

Особенности формирования и качество отливок. Кокиль - металлическая форма, обладающая по сравнению с песчаной значительно большей теплопроводностью, теплоемкостью, прочностью, практически нулевыми газопроницаемостью и газотворностью. Эти свойства материала кокиля обуславливают рассмотренные ниже особенности его взаимодействия с металлом отливки.

Эффективность производства литья в кокиль, как, впрочем, и других способов литья, зависит от того, насколько полно и правильно инженер-литейщик использует преимущества этого процесса, учитывает его особенности и недостатки и условиях конкретного производства. Ниже приведены преимущества литья в кокиль на основе производственного

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

опыта.

Повышение производительности труда в результате исключения трудоемких операций смесеприготовления, формовки, очистки отливок от пригара. Поэтому использование литья в кокиль, по данным различных предприятий, позволяет в 2 - 3 раза повысить производительность труда в литейном цехе, снизить капитальные затраты при строительстве новых цехов и реконструкции существующих за счет сокращения требуемых производственных площадей, расходов на оборудование, очистные сооружения, увеличить съем отливок с 1м² площади цеха. Улучшение качества отливки, связанное с использованием металлической формы, повышение стабильности показателей качества: механических свойств, структуры, плотности, шероховатости, точности размеров отливок.

Устранение или уменьшение объема вредных для здоровья операций выбивки форм, очистки отливок от пригара, их обрубки, общее оздоровление и улучшение условий труда, меньшая нагрузка на экологию окружающей среды.

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.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые базы.

К основным технологическим базам относят верхнюю плоскость 9, два отверстия 20 (Ø12^{+0,7}) и два отверстия 11 (Ø6H7).

К вспомогательным базам относят отверстие Ø52H7, два отверстия Ø62H7 и прилегающие к ним плоскости 8 и 18.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет торец А (лишает деталь трёх

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

степеней свободы – одного перемещения и двух вращений), отверстие Б (лишает деталь двух степеней свободы – двух вращений), отверстие В (лишает деталь одной степени свободы – одного вращения). Таким образом, базирование полное. Схема черного базирования показана на рисунке 4.

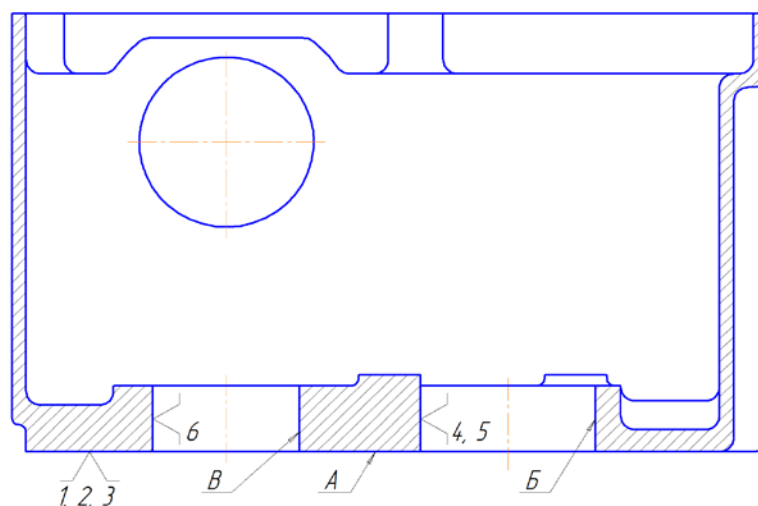


Рисунок 4 - Черновое базирование детали

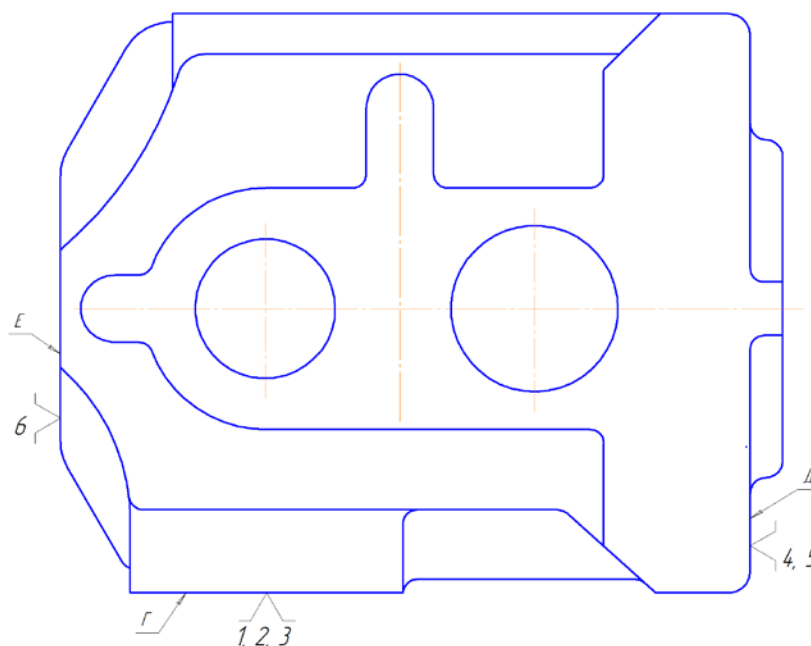


Рисунок 5 - Чистовое базирование детали

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей. В нашем случае чистовыми базами являются поверхность Г (лишает деталь трех степеней свободы – одного перемещения и двух вращений), поверхность Д

(лишает деталь двух степеней свободы – двух перемещений) и поверхность E лишает деталь одной степени свободы (одного вращения).

Таким образом, базирование полное. Схема чистового базирования показана на рисунке 5.

1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 2 обозначим обрабатываемые поверхности.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

- отверстия 1, 7, 10, 14 – сверление, нарезание резьбы;
- фаска 2, 6, 13, 15 – зенкование;
- плоскость 3 – фрезерование черновое и чистовое;
- отверстия 4, 5, 16 – растачивание черновое, чистовое, тонкое;
- плоскости 8 и 9 – фрезерование однократное;
- отверстие 11 – сверление, зенкерование, развертывание;
- отверстие 12, 17 – сверление;
- отверстия 18 и 21 – фрезерование однократное;
- отверстия 19 и 20 – сверление.

1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус привода»

Технологический маршрут обработки детали «Корпус привода» представлен в таблице 9. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунке 2.

Таблица 9 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус привода»

№ опер	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	Установ А Фрезеровать плоскость 21.	ОЦ Haas EC-400

Окончание таблицы 9

1	2	3
005	Сверлить отв. под резьбу 10 Зенковать фаски в отверстиях 10 Нарезать резьбу в отверстиях 10 Фрезеровать плоскость 18 Расточить отверстие 16 Расточить фаску 15 Сверлить отв. под резьбу 14 Зенковать фаски 13 Нарезать резьбу 14.	ОЦ Haas EC-400
005	<p style="text-align: center;"><u>Установ Б</u></p> Фрезеровать плоскость 8 Расточить отверстия 4 и 5 Расточить фаску 6 Сверлить отв. под резьбу 1, 7 Сверлить отв. 12, 17 Зенковать фаски 2 Нарезать резьбу 1 и 7 Сверлить отв. 11 Зенкеровать отв. 11 Развернуть отв. 11 Сверлить отв. 19 Сверлить отв. 20	ОЦ Haas EC-400
010	Промывка	Камера моечная
015	Контроль	Стол контрольный

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

В связи с увеличением производственной программы выпуска деталей «Корпус привода» с 520 до 1100 в год существующее универсальное оборудование не справится с предстоящей задачей. Предлагается, заменить

существующее универсальное оборудование на обрабатывающий центр с ЧПУ, что будет соответствовать серийному производству и позволит предприятию справиться с задачей годового увеличения выпускаемых изделий.

Одно из главных преимуществ обрабатывающего центра – высокая производительность: она в 3-8 раз превышает производительность обычных станков. Это достигается за счет сокращения вспомогательного времени, а доля машинного времени в общем цикле обработки увеличивается на 60-70%.

Вспомогательное время уменьшается за счет таких факторов, как высокая скорость функционирования рабочих элементов, автоматическая смена инструментов и т.д.

Один обрабатывающий центр с успехом выполняет целый комплекс работ, требующих высокой точности. Руководство процессом происходит благодаря установленной оператором компьютерной программе.

В дипломном проекте предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели Naas EC-400 (про-во США) [18].

Горизонтальный обрабатывающий центр серии EC; 508×508×508 мм (хуз), двойная система смены паллет 400×400 мм, поворот паллеты с шагом 1 град., время смены паллет 8 сек., макс. мощность шпинделя 14,9 кВт, прямой привод шпинделя (схема соединения обмоток «звезда – треугольник»), 8000 об/мин, конус ISO 40, устройство смены инструмента бокового исполнения на 24 позиции, время смены инструмента 2,1 сек., стружкоуборочный шнековый конвейер, пульт дистанционного управления, система ЧПУ Sinumeric, 1 Мб программной памяти, USB-порт, внутренний автотрансформатор [18].

Особенности Naas EC-400 [18]:

- полностью литая чугунная станина;
- полностью закрытое герметичное защитное ограждение;

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

- серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента;
- стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих;
- ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой;
- система автоматической смазки направляющих и ШВП;
- система компенсации тепловых расширений ШВП;
- откатная конструкция бака для СОЖ.

В таблице 10 представлены технические характеристики ОЦ Haas EC-400 [18].

Таблица 10 - Характеристики ОЦ Haas EC-400 [18]

Перемещения по X, Y, Z	508 x 508 x 508 мм
Рабочий шпиндель	
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	8000
8000 об/мин, ISO/VT 40	14,9/102 кВт/Нм
Инструментальный магазин	
Время смены инструмента	2,1с
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента	24
Максимальная масса инструмента	5,4кг
Рабочие перемещения	
Максимальная скорость холостых подач, м/мин	25,4
Максимальные рабочие подачи по осям, м/мин	12,7
Рабочий стол	
Рабочая площадь	400 x 400 мм
Макс. нагрузка	454 кг
Инструментальный магазин	
ISO/VT 40	24/40 ячеек
Система ЧПУ	
Siemens Sinumeric	

На рисунке 6 показан ОЦ Haas EC-400 [18].



Рисунок 6 – Обрабатывающий центр ОЦ Haas EC-400

1.2.5.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «ISCAR».

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «ISCAR».

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Материал, из которого выполнена деталь «Корпус привода» (АЛ-9) относится к группе N-23 [13, с. L53].

Установ А

Переход 1. Фрезеровать плоскость 21.

Фреза торцевая HM90-FAL-D125-40-16 [13, с. H4],

где обозначено: HM90-FAL – фреза торцевая, D125 – диаметр фрезы (125мм), 40 – посадочный диаметр, 16 – размер режущей кромки сменной пластины (рис. 7).

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

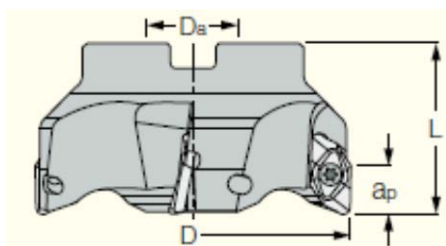


Рисунок 7 - Фреза торцевая HM90-FAL

Размеры фрезы: $D=125\text{мм}$, $D_a=40\text{мм}$, $L=63\text{мм}$, $a_p=15,8\text{мм}$, $Z=5$ [13, с. Н4].

Пластина HM90 APCR 160504R-P IC28 [13, с. К31],

где обозначено: HM90 – высокопозитивная пластина со шлифованой передней поверхностью, А - форма пластины, Р - задний угол (равен 11°), С – класс точности, R – тип СМП, 16 – номинальная длина режущей кромки, 05 – толщина (5,50мм), 04 – радиус при вершине (0,4мм), R – направление резания (правое), Р – внутреннее обозначение, IC28– материал пластины [13, с. К67].

IC28 – твердый сплав без покрытия, применяется в основном для обработки алюминия на средних скоростях резания со средним и большим сечением стружки.

Рекомендуемые режимы резания ($a_p=8\dots 14\text{мм}$, $f=0,15\dots 0,25$ мм/зуб) [27, с. К31], $V_c=50\dots 640\text{м/мин}$ [27, с. L3].

Переход 2. Сверлить последовательно 4 отверстия 10.

Сверло SCD 085-049-100 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. С9],

где обозначено: SCD – монолитное твердосплавное сверло, 085 – диаметр сверла (8,5мм), 049 – эффективная глубина сверления (49мм), 100 – диаметр хвостовика (10мм), А – тип хвостовика (цилиндрический) с наружным охлаждением, G – общего применения [14, с. С2].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70\dots 300\text{м/мин}$, $f=0,25\dots 0,45$ мм/об) [14, с. С39].

Материал сверла – твердый сплав IC08 [14, с. С9].

Твердый сплав марки IC08 предназначен для обработки алюминия. Сплав без покрытия [27, с. G2].

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

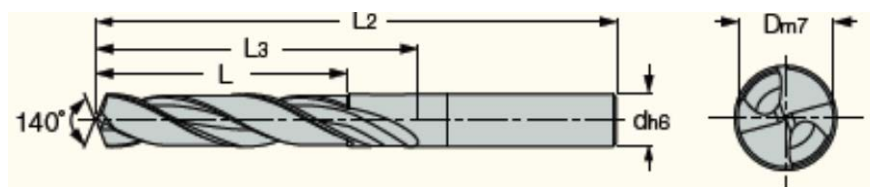


Рисунок 8 – Сверло спиральное

Переход 3. Зенковать последовательно фаски в 4-х отверстиях 10.

Сверло SCD 120-056-120 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. С9].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70\dots300\text{м/мин}$, $f=0,25\dots0,45\text{ мм/об}$) [14, с. С39].

Переход 4. Нарезать последовательно резьбу в 4-х отверстиях 10.

Фреза МТЕСВ 08078 С24 1.5ISO IC908 (рис. 9) [13, с. J3],

где МТЕС – резьбовая фреза, В – отверстие для охлаждения, 08 – диаметр хвостовика, 078 – диаметр режущей части, С – число зубьев $Z=3$, 24 – длина резьбы, 1,5 – шаг, ISO – стандарт резьбы, IC908 – марка сплава [13, с. J3].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=160\dots300\text{м/мин}$, $f=0,07\text{ мм/зуб}$) [13, с. J51].

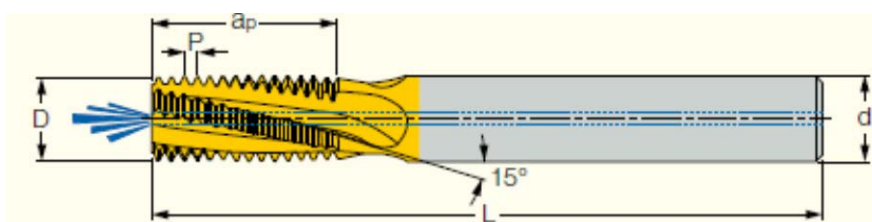


Рисунок 9 – Монолитная концевая резьбонарезная фреза

Переход 5. Фрезеровать плоскость 18.

Фреза торцевая НМ90-FAL-D125-40-16 [13, с. Н4],

Рекомендуемые режимы резания ($a_p=8\dots14\text{мм}$, $f=0,15\dots0,25\text{ мм/зуб}$) [27, с. К31], $V_c=50\dots640\text{м/мин}$ [27, с. L3].

Переход 6. Расточить отверстие 16.

Растачивание выполняем предварительное и окончательное.

Предварительное растачивание в размер $\text{Ø}61,8\text{мм}$, окончательное $\text{Ø}62\text{H}7$.

Головка расточная комбинированная ВНС МВ50-50x87 [14, с. F37]

(рис. 10).

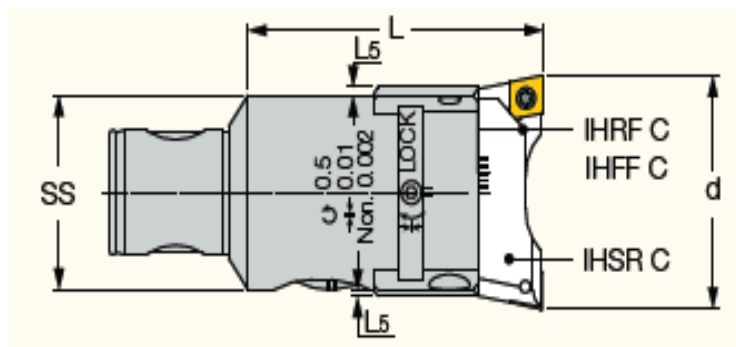


Рисунок 10 – Расточная головка комбинированная

Размеры головки: $D_1=40\text{мм}$, $d=60\dots75\text{мм}$, $L=87\text{мм}$, [14, с. F37].

Державка IHFF 60-75-C [14, с. F33] (рис. 11).

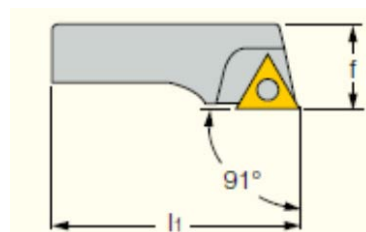


Рисунок 11 – Державка к расточной головке

Размеры державки: $f=18,8\text{мм}$, $l_1=54\text{мм}$ [14, с. F38].

Пластина TPGX 110304 ID5 [14, с. F86].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,1\dots3,0\text{мм}$; $f=0,05\dots0,30\text{ мм/об}$ [14, с. F86].

Рекомендуемая скорость резания $V_c=250\dots350\text{м/мин}$ [14, с. F106].

Переход 7. Расточить фаску 15.

Головка расточная IHSR 46.5-66 CH45 [14, с. F35] (рис. 12).

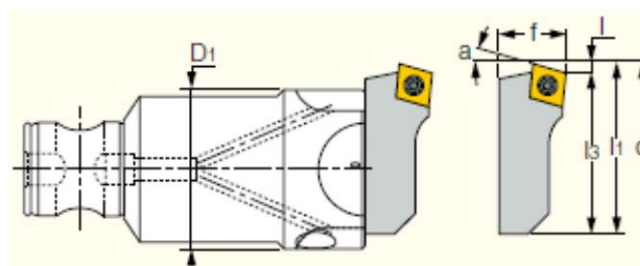


Рисунок 12 – Расточная головка IHSR

Размеры головки: $D_1=40\text{мм}$, $d=46,5\dots66\text{мм}$, $a=45^\circ$ [14, с. F37].

Пластина CCMT 09T304 SM IC20 [14, с. F75].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,5\dots2,5\text{мм}$; $f=0,06\dots0,25$ мм/об [14, с. F75].

Рекомендуемая скорость резания $V_c=150\dots220\text{м/мин}$ [14, с. F105].

Переход 8. Сверлить последовательно 3 отверстия 14 под резьбу.

Сверло SCD 085-049-100 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. C9],

где обозначено: SCD – монолитное твердосплавное сверло, 085 – диаметр сверла (8,5мм), 049 – эффективная глубина сверления (49мм), 100 – диаметр хвостовика (10мм), А – тип хвостовика (цилиндрический) с наружным охлаждением, G – общего применения [14, с. C2].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70\dots300\text{м/мин}$, $f=0,25\dots0,45$ мм/об) [14, с. C39].

Переход 9. Зенковать последовательно фаски в 3-х отверстиях 14.

Сверло SCD 120-056-120 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. C9].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70\dots300\text{м/мин}$, $f=0,25\dots0,45$ мм/об) [14, с. C39].

Переход 10. Нарезать последовательно резьбу в 3-х отверстиях 14.

Фреза МТЕСВ 08078 С24 1.5ISO IC908 (рис. 9) [13, с. J3],

где МТЕС резьбовая фреза, В – отверстие для охлаждения, 08 – диаметр хвостовика, 078 – диаметр режущей части, С – число зубьев $Z=3$, 24 – длина резьбы, 1,5 – шаг, ISO – стандарт резьбы, IC908 – марка сплава [13, с. J3].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=160\dots300\text{м/мин}$, $f=0,07$ мм/зуб) [13, с. J51].

Установ Б

Переход 1. Фрезеровать плоскость 8.

Фреза торцевая NM90-FAL-D125-40-16 [13, с. H4].

Пластина NM90 APCR 160504R-P IC28 [13, с. K31].

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Рекомендуемые режимы резания ($a_p=8...14$ мм, $f=0,15...0,25$ мм/зуб) [27, с. К31], $V_c=50...640$ м/мин [27, с. L3].

Переход 2. Расточить отверстие 5.

Растачивание выполняем предварительное и окончательное.

Предварительное растачивание в размер $\varnothing 61,8$ мм, окончательное $\varnothing 62H7$.

Головка расточная комбинированная ВНС MB50-50x87 [14, с. F37] (рис. 10).

Державка INFF 60-75-C [14, с. F33] (рис. 11).

Пластина TPGX 110304 ID5 [14, с. F86].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,1...3,0$ мм; $f=0,05...0,30$ мм/об [14, с. F86].

Рекомендуемая скорость резания $V_c=250...350$ м/мин [14, с. F106].

Переход 3. Расточить фаску 6.

Головка расточная INSR 46.5-66 CH45 [14, с. F35] (рис. 12).

Пластина CCMT 09T304 SM IC20 [14, с. F75].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,5...2,5$ мм; $f=0,06...0,25$ мм/об [14, с. F75].

Рекомендуемая скорость резания $V_c=150...220$ м/мин [14, с. F105].

Переход 4. Расточить отверстие 4.

Растачивание выполняем предварительное и окончательное.

Предварительное растачивание в размер $\varnothing 51,8$ мм, окончательное $\varnothing 52H7$.

Головка расточная комбинированная ВНС MB40-40x90 [14, с. F37] (рис. 10).

Державка INFF 40-46-C [14, с. F33] (рис. 11).

Пластина TPGX 110304 ID5 [14, с. F86].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,1...3,0$ мм; $f=0,05...0,30$ мм/об [14, с. F86].

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Рекомендуемая скорость резания $V_c=250...350$ м/мин [14, с. F106].

Переход 5. Расточить фаску 6.

Головка расточная IHSR 46.5-66 SN45 [14, с. F35] (рис. 12).

Пластина CCMT 09T304 SM IC20 [14, с. F75].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,5...2,5$ мм; $f=0,06...0,25$ мм/об [14, с. F75].

Рекомендуемая скорость резания $V_c=150...220$ м/мин [14, с. F105].

Переход 6. Сверлить последовательно 3 отверстия 7.

Сверло SCD 085-049-100 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. C9].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70...300$ м/мин, $f=0,25...0,45$ мм/об) [14, с. C39].

Переход 7. Зенковать последовательно фаски в 3-х отверстиях 7.

Сверло SCD 120-056-120 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. C9].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70...300$ м/мин, $f=0,25...0,45$ мм/об) [14, с. C39].

Переход 8. Нарезать последовательно резьбу в 3-х отверстиях 7.

Фреза MTECB 08078 C24 1.5ISO IC908 (рис. 9) [13, с. J3].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=160...300$ м/мин, $f=0,07$ мм/зуб) [13, с. J51].

Переход 9. Сверлить отверстие 1.

Сверло SCD 106-056-120 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. C9].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70...300$ м/мин, $f=0,25...0,45$ мм/об) [14, с. C39].

Переход 10. Зенковать фаску в отверстии 1.

Сверло SCD 140-060-140 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. C11].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=70...300$ м/мин, $f=0,30...0,50$ мм/об) [14, с. C39].

Переход 11. Нарезать резьбу в отверстии 1.

Фреза MTECB 1009 C28 1.75ISO IC908 (рис. 9) [13, с. J3].

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9
($V_c=160\dots300$ м/мин, $f=0,09$ мм/зуб) [13, с. J51].

Переход 12. Сверлить 2 отверстия 20 и отверстие 12.

Сверло SCD 120-056-120 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. С10].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9
($V_c=70\dots300$ м/мин, $f=0,25\dots0,45$ мм/об) [14, с. С39].

Зенковать фаску в отверстиях 12 и 20.

Сверло SCD 140-060-140 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. С10].

Переход 13. Фрезеровать плоскость 9.

Фреза торцевая HM90-FAL-D125-40-16 [13, с. H4].

Пластина HM90 APCR 160504R-P IC28 [13, с. K31].

Рекомендуемые режимы резания ($a_p=8\dots14$ мм, $f=0,15\dots0,25$ мм/зуб)
[27, с. K31], $V_c=50\dots640$ м/мин [27, с. L3].

Переход 14. Сверлить последовательно 5 отверстий 19.

Сверло SCD 085-049-100 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. С9].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9
($V_c=70\dots300$ м/мин, $f=0,25\dots0,45$ мм/об) [14, с. С39].

Переход 15. Сверлить последовательно 2 отверстия 11.

Сверло SCD 058-035-060 AG5 IC08 (рис. 8) [14, с. С9].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9
($V_c=70\dots300$ м/мин, $f=0,15\dots0,35$ мм/об) [14, с. С39].

Переход 16. Развернуть последовательно 2 отверстия 11.

Развертка RM-SHR-0600-H7S-MT1-CH IS07 (рис. 13) [14, с. E15].

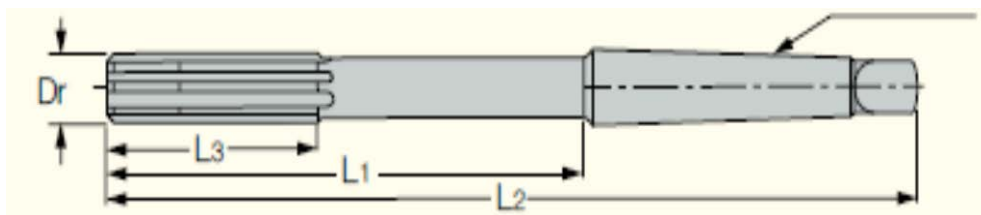


Рисунок 13 – Развертка RM-SHR

Размеры головки: $D_r=6\text{мм}$, $L_2=138\text{мм}$, $L_1=72,5\text{мм}$, $L_3=26\text{мм}$ [14, с. E15].

Рекомендуемые режимы резания при обработке АЛ-9 ($V_c=10\dots30\text{м/мин}$, $f=0,20\dots0,30\text{ мм/об}$) [14, с. E19].

Для операций элементы режима резания определим по каталогу фирмы «ISCAR», а результаты занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	S _m , мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005 Комплексная с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	3,0	1,0	637	637	250
Переход 2	4,25	0,35	2623	7493	200
Переход 3	1,6	0,35	1858	5308	200
Переход 4	0,75	0,21	1404	6688	210
Переход 5	3,0	1,0	637	637	250
Переход 6	3,0	0,17	262	1540	300
Переход 7	1,6	0,15	147	979	200
Переход 8	4,25	0,35	2623	7493	200
Переход 9	1,6	0,35	1858	5308	200
Переход 10	0,75	0,21	1404	6688	210
Установ Б					
Переход 1	3,0	1,0	637	637	250
Переход 2	3,0	0,17	262	1540	300
Переход 3	1,6	0,15	147	979	200
Переход 4	3,0	0,17	260	1531	250
Переход 5	1,6	0,15	182	1216	210
Переход 6	4,25	0,35	2623	7493	200
Переход 7	1,6	0,35	1858	5308	200
Переход 8	0,75	0,21	1404	6688	210
Переход 9	5,3	0,35	1765	5042	190
Переход 10	1,7	0,4	1638	4095	180
Переход 11	0,7	0,27	2006	7431	280
Переход 12	6,0	0,35	2601	7431	280
Переход 13	3,0	1,0	637	637	250
Переход 14	4,25	0,35	2623	7493	200
Переход 15	2,9	0,25	1922	7687	140
Переход 16	0,1	0,25	398	1592	30

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом.

Заготовка – отливка в кокиль.

Материал – сплав АЛ9 ГОСТ 1583-89.

Масса заготовки $m_3=6,4$ кг.

Определим припуск на размер отверстия $\text{Ø}62\text{H}7\left(\begin{smallmatrix} +0,030 \\ -0 \end{smallmatrix}\right)$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\text{Ø}62\text{H}7\left(\begin{smallmatrix} +0,030 \\ -0 \end{smallmatrix}\right)$.

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

Определим элементы припуска [7, с. 186 табл. 12, с. 188 табл. 25] и занесем их в таблицу 12.

Определим пространственные отклонения заготовки [8, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (1)$$

где $\rho_{\text{см}}$ - смещение поверхностей, примем 2,2мм;

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

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 24 = 0,012 \text{ мм}. \quad (2)$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{2,2^2 + 0,012^2} = 2,2 \text{ мм} = 2200 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [8, с. 37]:

- после чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2200 = 110 \text{ мкм}$$

- после чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2200 = 44 \text{ мкм}$$

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблица 12 - Расчет припусков и допусков на отверстие $\varnothing 62H7^{(+0,03)}_{+0}$

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 62H7^{(+0,03)}_{+0}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R_z	h	ρ	ε				D_{\min}^{np}	D_{\max}^{np}	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	2200			55,86	1,60	55,90	57,50		
Черновое расточивание	50	50	110	130	2·2700	61,26	0,300	61,30	61,60	4,10	5,40
Чистовое расточивание	20	20	44	130	2·270	61,80	0,120	61,80	61,92	0,32	0,50
Тонкое расточивание	8	8		40	2·100	62,00	0,030	62,0	62,030	0,11	0,20

$$2 \cdot Z_{0\min} = 4,53 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 6,10 \text{ мм}$$

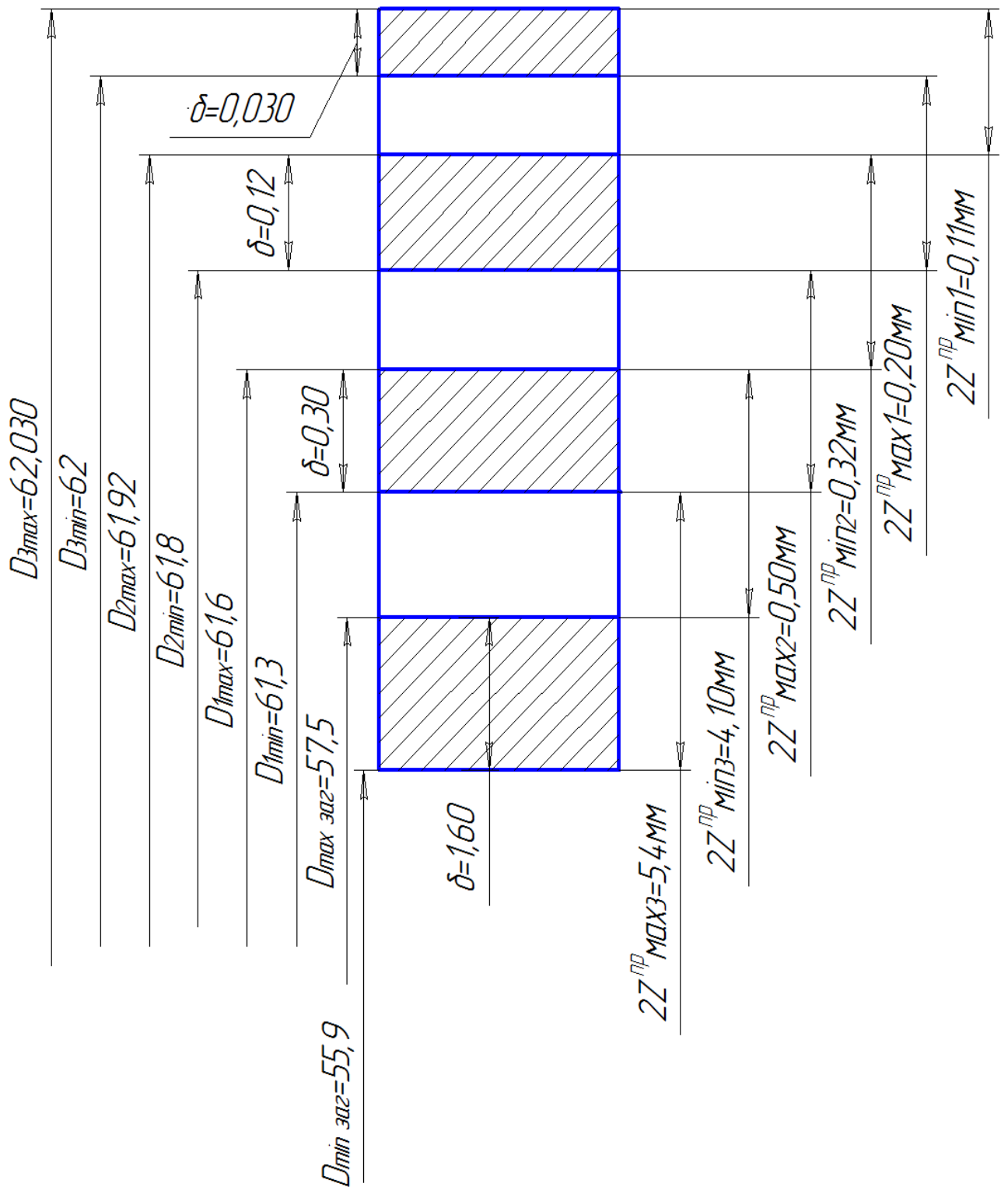


Рисунок 14 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия $\text{Ø}62\text{H}7\left(\begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0 \end{smallmatrix}\right)$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Лист

41

Табличный метод расчета припусков.

На рисунке 15 покажем эскиз детали, проставим размеры и назначим на них припуски и допуски по [6, с. 184-189 табл. 27-28], а результаты занесем в таблицу 13.

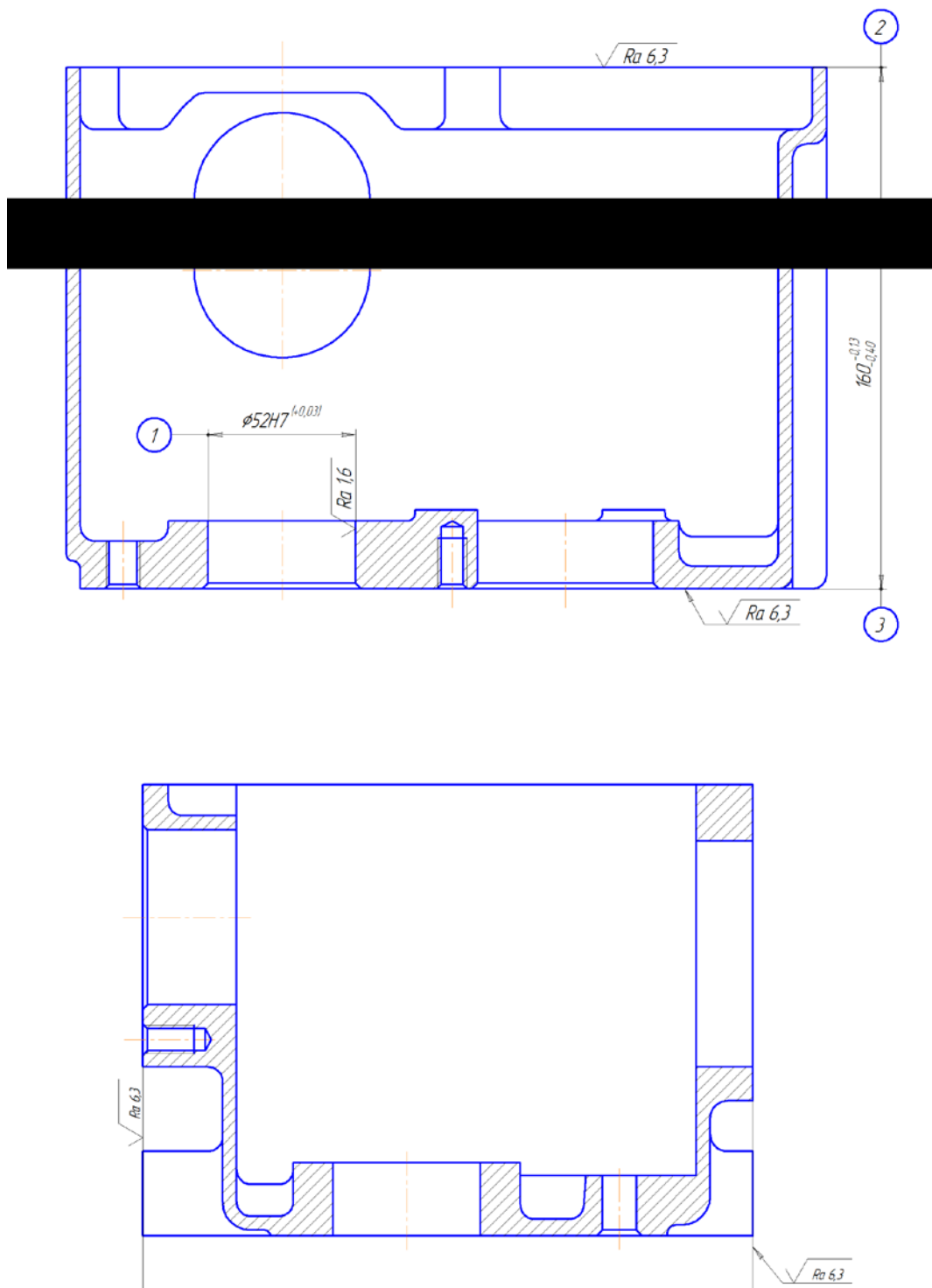


Рисунок 15 – Эскиз детали «Корпус привода»

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Таблица 14 - Припуски и допуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм		
Заготовка - отливка	1	3,0	46	+0,5	-0,5	
	2	3,0	166	+0,7	-0,7	
	3	3,0	166	+0,7	-0,7	
	4	3,0	222	+0,7	-0,7	
	5	3,0	222	+0,7	-0,7	
Фрезерование однократное	2	3,0	160	-0,13	-0,40	
	3	3,0	160	-0,13	-0,40	
	4	3,0	216	+0	-0,5	
	5	3,0	216	+0	-0,5	
Растачивание:						
	черновое	1	2,3	51,3	+0,30	-0
	чистовое	1	0,5	51,8	+0,12	-0
тонкое	1	0,2	52,0	+0,03	-0	

1.3.2. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{ом}, \quad (7)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин;

n - количество деталей в партии, $n=26$ шт;

t_0 - основное время, мин;

t_B - вспомогательное время, мин;

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

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

Вспомогательное время определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_{в} = t_{уc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}, \quad (8)$$

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

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

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

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

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (9)$$

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

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

Основное время [7, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_m} \cdot i, \quad (10)$$

где l - расчетная длина;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [7, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (11)$$

где l_0 - длина обработки поверхности;

$l_{вр}$ - величина врезания инструмента;

$l_{пер}$ - величина перебега.

Определим $T_{ш-к}$ на операцию 005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Установ А

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 1. Фрезеровать плоскость 21

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 180\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 160\text{мм}.$$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 180 + 160 = 340\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{340}{637} = 0,53\text{мин}$$

Переход 2. Сверлить последовательно 4 отверстия 10

$l_0 = 14\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 21\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 14 + 21 = 35\text{мм}$.

Число проходов равно $i=4$.

$$t_{02} = \frac{35}{2623} \cdot 4 = 0,05\text{мин}$$

Переход 3. Зенковать последовательно фаски в 4-х отверстиях 10

$l_0 = 10\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 18\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 + 18 = 28\text{мм}$.

Число проходов равно $i=4$.

$$t_{03} = \frac{28}{1858} \cdot 4 = 0,06\text{мин}$$

Переход 4. Нарезать последовательно резьбу в 4-х отверстиях 10

$l_0 = 12\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 22\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12 + 22 = 34\text{мм}$.

Число проходов равно $i=4$.

$$t_{04} = \frac{34}{1404} \cdot 4 = 0,10\text{мин}$$

Переход 5. Фрезеровать плоскость 18

$l_0 = 95\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 35\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 95 + 35 = 130\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{05} = \frac{130}{637} = 0,20\text{мин}$$

Переход 6. Расточить отверстие 16

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$l_0 = 33\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 47\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 33 + 47 = 80\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{06} = \frac{80}{262} = 0,31\text{мин}$$

Переход 7. Расточить фаску 15

$l_0 = 2\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 + 8 = 10\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{07} = \frac{10}{147} = 0,07\text{мин}$$

Переход 8. Сверлить последовательно 3 отверстия 14 под резьбу

$l_0 = 22\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 30\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 22 + 30 = 52\text{мм}$.

Число проходов равно $i=3$.

$$t_{08} = \frac{52}{2623} \cdot 3 = 0,06\text{мин}$$

Переход 9. Зенковать последовательно фаски в 3-х отверстиях 14

$l_0 = 2\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 28\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 + 28 = 30\text{мм}$.

Число проходов равно $i=3$.

$$t_{09} = \frac{30}{1858} \cdot 3 = 0,05\text{мин}$$

Переход 10. Нарезать последовательно резьбу в 3-х отверстиях 14

$l_0 = 18\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 32\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 18 + 32 = 50\text{мм}$.

Число проходов равно $i=3$.

$$t_{010} = \frac{50}{1404} \cdot 3 = 0,11\text{мин}$$

Общее машинное время на установке А:

$$t_{0A} = 0,53 + 0,05 + 0,06 + 0,10 + 0,21 + 0,31 + 0,07 + 0,06 + 0,05 + 0,11 = 1,55\text{мин}$$

Установ Б

Переход 1. Фрезеровать плоскость 8

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 270\text{мм}$.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Величина врезания и перебега [7, с. 95]: $l_{вр} + l_{пер} = 220\text{мм}$.

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 270 + 220 = 490\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{01} = \frac{490}{637} = 0,77\text{мин}$$

Переход 2. Расточить отверстие 5

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 25\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]: $l_{вр} + l_{пер} = 52\text{мм}$.

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 25 + 52 = 77\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{77}{262} = 0,29\text{мин}$$

Переход 3. Расточить фаску 6

$l_0 = 2\text{мм}$, $l_{вр} + l_{пер} = 11\text{мм}$, $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 2 + 11 = 13\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{13}{147} = 0,09\text{мин}$$

Переход 4. Расточить отверстие 4

$l_0 = 22\text{мм}$, $l_{вр} + l_{пер} = 15\text{мм}$, $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 22 + 15 = 37\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{04} = \frac{37}{260} = 0,14\text{мин}$$

Переход 5. Расточить фаску 6

$l_0 = 2\text{мм}$, $l_{вр} + l_{пер} = 8\text{мм}$, $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 2 + 8 = 10\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{05} = \frac{10}{182} = 0,05\text{мин}$$

Переход 6. Сверлить последовательно 3 отверстия 7

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$l_0 = 22\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 22 + 12 = 36\text{мм}$.

Число проходов равно $i=3$.

$$t_{06} = \frac{36}{2623} \cdot 3 = 0,04\text{мин}$$

Переход 7. Зенковать последовательно фаски в 3-х отверстиях 7

$l_0 = 2\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 + 8 = 10\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{07} = \frac{10}{1858} \cdot 3 = 0,02\text{мин}$$

Переход 8. Нарезать последовательно резьбу в 3-х отверстиях 7

$l_0 = 18\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 22\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 18 + 22 = 40\text{мм}$.

Число проходов равно $i=3$.

$$t_{08} = \frac{40}{1404} \cdot 3 = 0,09\text{мин}$$

Переход 9. Сверлить отверстие 1

$l_0 = 20\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 20 + 6 = 26\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{09} = \frac{26}{1765} = 0,02\text{мин}$$

Переход 10. Зенковать фаску в отверстии 1

$l_0 = 2\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 + 6 = 8\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{010} = \frac{8}{1638} = 0,01\text{мин}$$

Переход 11. Нарезать резьбу в отверстии 1

$l_0 = 17\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 22\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 17 + 22 = 39\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{011} = \frac{39}{2006} = 0,02\text{мин}$$

Переход 12. Сверлить отверстие 20

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$l_0 = 28\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 28 + 8 = 36\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{012} = \frac{36}{2601} = 0,02\text{мин}$$

Переход 13. Фрезеровать плоскость 9

$l_0 = 280\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 195\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 280 + 195 = 475\text{мм}$.

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{013} = \frac{475}{637} \cdot 2 = 1,49\text{мин}$$

Переход 14. Сверлить последовательно 5 отверстий 19

$l_0 = 27\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 27 + 8 = 35\text{мм}$.

Число проходов равно $i=5$.

$$t_{014} = \frac{35}{2623} \cdot 5 = 0,07\text{мин}$$

Переход 15. Сверлить последовательно 2 отверстия 11

$l_0 = 10\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 + 12 = 22\text{мм}$.

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{015} = \frac{22}{1922} \cdot 2 = 0,02\text{мин}$$

Переход 16. Развернуть последовательно 2 отверстия 11

$l_0 = 10\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 + 12 = 22\text{мм}$.

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{016} = \frac{22}{398} \cdot 2 = 0,11\text{мин}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{\text{ОБ}} = 0,77 + 0,29 + 0,09 + 0,14 + 0,05 + 0,04 + 0,02 + 0,09 + 0,02 + 0,01 + 0,02 + 0,02 + 1,49 + 0,07 + 0,02 + 0,11 = 3,25\text{мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_0 = 1,55 + 3,25 = 4,80\text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$t_{ус}=5,65$ мин;

$t_{уп}=8,22$ мин;

$t_{изм}=21,4$ мин.

$t_{в} = 5,65+8,22+21,4=35,27$ мин.

Оперативное время [7, с. 101]:

$$t_{оп} = t_{о} + t_{в} = 4,80 + 35,27 = 40,1 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{тех} = \frac{6 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{6 \cdot 40,1}{100} = 2,4 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{орг} = \frac{8 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{8 \cdot 40,1}{100} = 3,21 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{от} = \frac{2,5 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{2,5 \cdot 40,1}{100} = 1,0 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 40,1 + 2,40 + 3,21 + 1,0 = 46,71 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]:

$$T_{пз} = 36 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{36}{26} + 46,71 = 48,1 \text{ мин}$$

1.3.3. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали

Модернизируемый технологический процесс механической обработки детали «Корпус привода» предполагает использование обрабатывающего центра с ЧПУ модели Haas EC-400. Данный станок оснащен системой ЧПУ

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Siemens Sinumeric.

Системы ЧПУ Sinumeric выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности.

Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах.

Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumeric.

Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumeric в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки.

NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumeric.

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями:

– программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование;
- циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу/ сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/ параллелограмм.

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

В дипломном проекте управляющую программу разработаем на 005 операцию «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» установ А. Операция состоит из десяти переходов:

1. Фрезеровать плоскость 21.
2. Сверлить последовательно 4 отверстия 10.
3. Зенковать последовательно фаски в 4-х отверстиях 10.
4. Нарезать последовательно резьбу в 4-х отверстиях 10.
5. Фрезеровать плоскость 18.
6. Расточить отверстие 16.
7. Расточить фаску 15.
8. Сверлить последовательно 3 отверстия 14 под резьбу.
9. Зенковать последовательно фаски в 3-х отверстиях 14.
10. Нарезать последовательно резьбу в 3-х отверстиях 14.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 1.2.5.2.

						ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			52

Режимы резания представлены в таблице 11.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакате 3.

Инструментам присвоим номера Т1...Т6.

Управляющая программа для операции 005 установ А представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Управляющая программа для операции 005 (Установ А)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
M6 T1 D1	Смена инструмента, выбор фрезы, выбор корректора 1
G96 S637 Lims=1000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами
G90 G54 G17 G0 X106 Y-246 Z122	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Y105 F1.0 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение в безопасную точку смены инструмента на ускоренной подаче
M6 T2 D2	Смена инструмента, выбор сверла, выбор корректора 2
G96 S7493 Lims=8000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами
G90 G54 G17 G0 X151 Y-104 Z125 F0.35 M8	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, сож
CYCLE 81 (125, 122, 3, 105)	Цикл сверления 1-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 105 – абсолютная глубина сверления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 15

1	2
G0 Y0 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (125, 122, 3, 105)	Цикл сверления 2-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 105 – абсолютная глубина сверления
G0 X57 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (125, 122, 3, 105)	Цикл сверления 3-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 105 – абсолютная глубина сверления
G0 Y-104 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (125, 122, 3, 105)	Цикл сверления 4-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 105 – абсолютная глубина сверления
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M6 T3 D3	Смена инструмента, выбор сверла, выбор корректора 3
G96 S5308 Lims=6000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами
G90 G54 G17 G0 Y-104 X151 F0.35 M8	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
CYCLE 81 (125, 122, 3, 119)	Цикл цекования 1-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 105 – абсолютная глубина цекования

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 15

1	2
G0 Y0 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (125, 122, 3, 119)	Цикл цекования 2-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 119 – абсолютная глубина цекования
G0 X57 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (125, 122, 3, 119)	Цикл цекования 3-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 119 – абсолютная глубина цекования
G0 Y-104 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (125, 122, 3, 119)	Цикл цекования 4-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 125 –плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 119 – абсолютная глубина цекования
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M6 T4 D4	Смена инструмента, выбор резбифрезы, выбор корректора 4
G96 S6688 Lims=7000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами,
G90 G54 G17 G0 X151 Y-104 Z125	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, включение подачи СОЖ
CYCLE 90 (125, 122, 3, 107, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, -104, 151)	Цикл нарезания резьбы в 1-м отверстии, 125 – плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 107 – абсолютная глубина нарезания резьбы, 10 – размер внутренней резьбы, 1.5 – шаг резьбы, 0.21 – подача для фрезы, 3 – направление вращения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 15

1	2
	фрезы, 0 – внутренняя резьба, -104, 151 – координаты средней точки окружности
G0 Y0	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
CYCLE 90 (125, 122, 3, 107, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, -104, 151)	Цикл нарезания резьбы во 2-м отверстии, 125 – плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 107 – абсолютная глубина нарезания резьбы, 10 – размер внутренней резьбы, 1.5 – шаг резьбы, 0.21 – подача для фрезы, 3 – направление вращения фрезы, 0 – внутренняя резьба, -104, 151 – координаты средней точки окружности
G0 X57	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
CYCLE 90 (125, 122, 3, 107, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, -104, 151)	Цикл нарезания резьбы в 3-м отверстии, 125 – плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 107 – абсолютная глубина нарезания резьбы, 10 – размер внутренней резьбы, 1.5 – шаг резьбы, 0.21 – подача для фрезы, 3 – направление вращения фрезы, 0 – внутренняя резьба, -104, 151 – координаты средней точки окружности
G0 Y-104	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
CYCLE 90 (125, 122, 3, 107, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, -104, 151)	Цикл нарезания резьбы в 4-м отверстии, 125 – плоскость отвода, 122 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 107 – абсолютная глубина нарезания резьбы, 10 – размер внутренней резьбы, 1.5 – шаг резьбы, 0.21 – подача для фрезы, 3 – направление вращения фрезы, 0 – внутренняя резьба, -104, 151 – координаты средней точки окружности
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M6 T1 D1	Смена инструмента, выбор фрезы, выбор корректора 1

Продолжение таблицы 15

1	2
G96 S637 Lims=1000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами, включение подачи СОЖ
G90 G54 G17 G0 X118 Y-113 Z93	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Y113 F1.0 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение в безопасную точку смены инструмента на ускоренной подаче
M6 T5 D5	Смена инструмента, выбор расточной головки, выбор корректора 5
G96 S1540 Lims=2000 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке с заданными оборотами
G90 G54 G17 G0 X96 Y0 Z116	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Z57 F0.17 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 Z96	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение в безопасную точку смены инструмента на ускоренной подаче
M6 T6 D6	Смена инструмента, выбор расточной головки, выбор корректора 6
G96 S979 Lims=1500 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке с заданными оборотами
G1 Z93 F0.15 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 Z96	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 15

1	2
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение в безопасную точку смены инструмента на ускоренной подаче
M6 T2 D2	Смена инструмента, выбор сверла, выбор корректора 2
G96 S7493 Lims=8000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами
G90 G54 G17 G0 X76 Y0 F0.35 M8	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, , включение подачи СОЖ
CYCLE 81 (96, 93, 3, 69)	Цикл сверления 1-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 96 –плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 69 – абсолютная глубина сверления
G0 X136 Y36,64 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (96, 93, 3, 69)	Цикл сверления 2-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 96 –плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 69 – абсолютная глубина сверления
G0 Y-36,64 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (96, 93, 3, 69)	Цикл сверления 3-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 96 –плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 69 – абсолютная глубина сверления
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M6 T3 D3	Смена инструмента, выбор сверла, выбор корректора 3
G96 S5308 Lims=6000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами

Продолжение таблицы 15

1	2
G90 G54 G17 G0 X76 Y0 F0.35 M8	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
CYCLE 81 (96, 93, 3, 90)	Цикл сверления 1-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 96 –плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 90 – абсолютная глубина сверления
G0 X136 Y36,64 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (96, 93, 3, 90)	Цикл сверления 2-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 96 –плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 90 – абсолютная глубина сверления
G0 Y-36,64 F0.35	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче, включение рабочей подачи
CYCLE 81 (96, 93, 3, 90)	Цикл сверления 3-го отверстия с абсолютной конечной глубиной сверления, 96 –плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 90 – абсолютная глубина сверления
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M6 T4 D4	Смена инструмента, выбор резцофрезы, выбор корректора 4
G96 S6688 Lims=7000 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелке с заданными оборотами
G90 G54 G17 G0 X76 Y0 Z96 M8	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости Y-X, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, включение подачи СОЖ
CYCLE 90 (96, 93, 3, 74, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, 0, 76)	Цикл нарезания резьбы в 1-м отверстии, 96 – плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 74 – абсолютная глубина нарезания резьбы, 10 – размер внутренней резьбы, 1.5 – шаг резьбы, 0.21 – подача для фрезы, 3 – направление вращения

Окончание таблицы 15

1	2
CYCLE 90 (96, 93, 3, 74, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, 0, 76)	фрезы, 0 – внутренняя резьба, 0, 76 – координаты средней точки окружности
G0 X136 Y36,64	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
CYCLE 90 (96, 93, 3, 74, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, 0, 76)	Цикл нарезания резьбы в 2-м отверстии, 96 – плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 74 – абсолютная глубина нарезания резьбы, 10 – размер внутренней резьбы, 1.5 – шаг резьбы, 0.21 – подача для фрезы, 3 – направление вращения фрезы, 0 – внутренняя резьба, 0, 76 – координаты средней точки окружности
G0 Y-36,64	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
CYCLE 90 (96, 93, 3, 74, 10, 1.5, 0.21, 3, 0, 0, 76)	Цикл нарезания резьбы в 2-м отверстии, 96 – плоскость отвода, 93 - базовая плоскость, 3- безопасное расстояние, 74 – абсолютная глубина нарезания резьбы, 10 – размер внутренней резьбы, 1.5 – шаг резьбы, 0.21 – подача для фрезы, 3 – направление вращения фрезы, 0 – внутренняя резьба, 0, 76 – координаты средней точки окружности
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X450 Y420 Z460	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M30	Конец программы

1.4. Выбор контрольного приспособления

Приспособление предназначено для установки детали и контроля параллельности поверхностей относительно друг друга.

Принцип работы приспособления

Приспособление (рис. 16) представляет собой плиту поз. 2, на которую устанавливается деталь поз. 1. Индикатор поз. 3 крепится к стойке поз. 4. Положение индикатора на стойке регулируется с помощью ручки.

Ножка индикатора устанавливается на торец детали и перемещая стойку с индикатором вдоль плоскости детали фиксируем колебание стрелки индикатора, которое и показывает отклонение от параллельности.

Характеристики измерительной головки по паспорту прибора:

Тип измерительной головки – ИЧ-02.

Пределы измерений – от 0 до 2мм.

Цена деления шкалы – 0,01мм.

Класс и допускаемая погрешность – кл. т. 0, погрешность 10мкм.

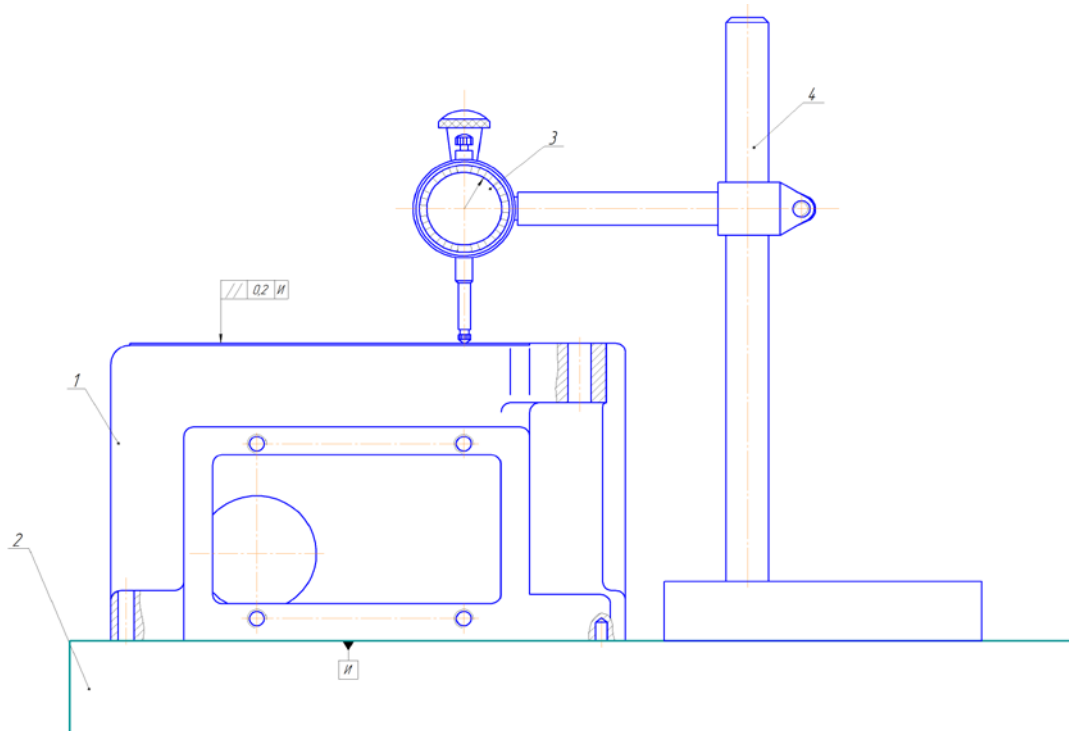


Рисунок 16 - Контрольно-измерительное приспособление

1 - Измеряемая деталь, 2 - лита, 3 - измерительная головка, 4 - стойка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Лист

61

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Корпус привода» на участке механической обработки в условиях крупносерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 1100 штук в год.

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

При разработке проекта были учтены: тип производства – среднесерийное; свойства и особенности обрабатываемого материала, применен прогрессивный инструмент, разработана управляющая программа.

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

2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [12]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (12)$$

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 [12]:

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (13)$$

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

$N_{год}$ – годовая программа выполнения деталей, шт.;

$N_{год} = 520$ шт. базовый вариант; $N_{год} = 1100$ 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 [12]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (14)$$

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; 118 – количество выходных и праздничных дней; 247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч}.$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_H = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (14), составляет:

$$F_{\text{ос}} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч - базовый вариант.}$$

$$F_{\text{ос}} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч - проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (13). Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по базовому варианту.

$$C_{6P13} = \frac{0,94 \cdot 520}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,15 \text{ шт.};$$

$$C_{2A636} = \frac{1,45 \cdot 520}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,22 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 1.3.2. по формуле (13). Данные по расчетам сводим в таблицу 17 по проектируемому варианту.

$$C_{EC400} = \frac{0,80 \cdot 1100}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,19.$$

После расчета всех операций значений ($T_{\text{шт. (ш-к)}}$) и (C_P), устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{\text{п}}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_P) [12].

Таблица 16 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{\text{шт. (ш-к)}}$), ч.	Расчетное количество станков, C_P	Принимаемое количество станков, $C_{\text{п}}$	Кз.ф.
1	2	3	4	5
6P13	0,94	0,15	1	0,15

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
2120	1,45	0,22	1	0,22
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 2,39$	0,37	$\Sigma C_{п} = 2$	

Таблица 17 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
Haas EC-400	0,80	0,19	1	0,19
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,80$	0,19	$\Sigma C_{п} = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 18 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 19.

Таблица 18 – 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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фрезерный	6P13	1	11	11	180	18		198
Горизонтально-расточной	2A636	1	11	11	230	23	-	253
Итого		2		22	410	41	-	451

Таблица 19 – 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	
ОЦ с ЧПУ	ЕС-400	1	14,9	14,9	14400	1440	50	14400	15890
Итого		1		14,9					15890

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 19% составляют $0,19 \cdot 15890 = 3019,1$ т. руб.

Определение капитальных вложений в приспособления

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле [12]:

$$K_{прс} = \sum g_p \cdot N_{прс} \cdot C_{пр} \cdot K_{осн}, \quad (15)$$

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

$N_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, $N_{прс} = 2$ шт.;

$C_{пр}$ – стоимость приспособления с учетом транспортно-заготовительных расходов, транспортно-заготовительные расходы составляют 2,5%;

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

$C_{прс}$ – стоимость приспособлений, $C_{прс1} = 16500$ руб., (спец. приспособление), $C_{прс2} = 14900$ руб., (спец. приспособление).

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

$$C_{прс} = (16500 + 14900) \cdot 1,025 = 32185 \text{ руб.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по

формуле [12]:

$$K_{\text{прс}} = 32,2 \text{ т. руб.}$$

$$\text{Итого: } 3019,1 + 32,2 = 3051,3 \text{ т. руб.}$$

2.3. 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 [12]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (16)$$

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

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, руб.;

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

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

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

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 [12]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (17)$$

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

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

$Z_{\text{к}}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

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

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Численность станочников вычисляем по формуле [12]:

$$C_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (18)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего,

$F_p = 1685$ ч.;

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

$k_{мн} = 1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 118 – количество выходных и праздничных дней; 247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 28 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1685 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (18). Результаты вычислений сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту в таблице 21.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч	Зарботная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	98,6	0,94	92,7	0,29
Расточная	4	112,9	1,45	163,7	0,45
Итого				256,4	0,74

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$Ззп = 256,4 \cdot 520 = 133328$ руб.

$k_{мн} = 1$; $k_{доп} = 1,16$; $k_p = 1,15$.

$$Ззп = 133328 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 177859,6 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	118,5	0,80	94,8	0,52
Итого				94,8	0,52

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$$Ззп = 94,8 \cdot 1100 = 104280 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 104280 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 139109,5 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (19)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 520$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,2$;

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

$$k_{\text{доп}} = 1,23;$$

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (20)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 0,37 \text{ шт.};$$

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

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 8$ шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,37 \cdot 2}{8} = 0,10 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,10 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,10 \cdot 0,07 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (19) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{82,1 \cdot 1685 \cdot 0,10 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{520} = 39,3 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{68,3 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{520} = 3,3 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{63,3 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{520} = 3,0 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 22 по проектируемому в таблице 23.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	82,1	0,10	39,3
Транспортный рабочий	68,3	0,01	3,3
Контролер	63,3	0,01	3,0
Итого		0,12	45,6

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 45,6 \cdot 520 = 23712 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (17):

$$З_{\text{зп}} = 177859,6 + 23712 = 201571,6 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	82,1	0,07	12,9
Транспортный рабочий	68,3	0,01	1,5
Электронщик	95,6	0,14	30,2
Контролер	63,3	0,01	1,4
Итого		0,23	46,0

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 46,0 \cdot 1100 = 50600 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (17):

$$З_{зп} = 139109,5 + 50600 = 189709,5 \text{ руб.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант $201571,6 \cdot 0,3 = 60471,5$ руб.

Проектируемый вариант $189709,5 \cdot 0,3 = 56912,8$ руб.

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [12]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_э, \quad (21)$$

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, $\Pi_э = 3,54$ руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (21):

$$Z_э(6P13) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,94}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 6,7 \text{ руб.};$$

$$Z_э(2A636) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,45}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 10,2 \text{ руб.};$$

$$Z_э(ЕС-400) = \frac{14,9 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,8}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 7,7 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 24 по проектируемому варианту в таблицу 25.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
6P13	11	0,94	6,7
2A636Ф1	11	1,45	10,2
Итого			16,9

Определим затраты на электроэнергию плату за год:

$$Z_э = 16,9 \cdot 520 = 8788 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
ЕС-400	14,9	0,80	7,7
Итого			7,7

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 7,7 \cdot 1100 = 8470 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [12]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (22)$$

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 [12]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}}, \quad (23)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 8\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обБАЗ} = 3867$ ч. и $F_{обНОВ} = 5386$ ч;

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (23):

$$C_{ам}(6P13) = \frac{198000 \cdot 0,12 \cdot 0,94}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 6,7 \text{ руб.};$$

$$C_{ам}(2A636Ф1) = \frac{253000 \cdot 0,12 \cdot 1,45}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 13,1 \text{ руб.};$$

$$C_{ам}(ЕС-400) = \frac{3019100 \cdot 0,08 \cdot 0,80}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 41,4 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

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

$$C_{\text{РЕбаз}} = 412 \text{ р.}, C_{\text{РЕЕнов}} = 950 \text{ р.}$$

Вычисления производим по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (24)$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (24):

$$C_{\text{рем}}(6P13) = \frac{412 \cdot 1}{0,94 \cdot 520} = 0,8 \text{ р.}; C_{\text{рем}}(2A636\Phi 1) = \frac{412 \cdot 1}{1,45 \cdot 520} = 0,5 \text{ р.};$$

$$C_{\text{рем}}(EC-400) = \frac{950 \cdot 1}{0,8 \cdot 1100} = 1,1 \text{ р.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 26 по проектируемому в таблицу 27.

Таблица 26 – 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, руб.	Затраты на ремонт, руб.
6P13	198,0	1	12	0,94	6,7	0,8
2A636Φ1	253,0	1	12	0,98	13,1	0,5
Итого					19,8	1,3

Таблица 27 – 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, руб.	Затраты на ремонт, руб.
СЕ-400	2860,2	1	8	0,80	41,4	1,1
Итого					41,4	1,1

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (22):

$$З_6 = 19,7 + 1,3 = 21,0 \text{ руб.}$$

$$З_п = 41,4 + 1,1 = 42,5 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле [12]:

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (25)$$

где $Ц_{и}$ – цена единицы инструмента, р;

β_n - число переточек;

$Ц_n$ – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

T_m – машинное время;

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 520$.

В таблице 28 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 28 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер	Наименование	T _м , мин	№ опер	Наименование	T _м , мин
005	Фреза торцевая ГОСТ 26595	5,6	020	Фреза торцевая ГОСТ 26595	7,5
010	Фреза торцевая ГОСТ 26595	4,8	020	Сверло ГОСТ 10903	7,3
010	Сверло ГОСТ 10903	4,3	020	Резец расточной ГОСТ 18883-73	5,3
010	Метчик М10 ГОСТ 17752	10,8	020	Метчик М10 ГОСТ 17752	9,6
015	Фреза торцевая ГОСТ 26595	7,6	025	Сверло ГОСТ 10903	2,2
015	Резец расточной ГОСТ 18883-73	3,6	025	Зенкер ГОСТ 12489	10,2
015	Сверло ГОСТ 10903	4,8	025	Развертка ГОСТ 167280	11,2
015	Метчик М10 ГОСТ 17752	12,3			

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (25):

$$Z_{II} = \frac{4510 + 5 \cdot 70}{110 \cdot 520 \cdot 6} \cdot 25,5 \cdot 0,98 + \frac{1250 + 6 \cdot 60}{45 \cdot 520 \cdot 7} \cdot 18,6 \cdot 0,98 + \frac{1340 + 10 \cdot 75}{60 \cdot 520 \cdot 11} \cdot 8,9 \cdot 0,98 +$$

$$+ \frac{1520 + 8 \cdot 70}{40 \cdot 520 \cdot 9} \cdot 32,7 \cdot 0,98 + \frac{1950 + 7 \cdot 75}{50 \cdot 520 \cdot 8} \cdot 10,2 \cdot 0,98 + \frac{2250 + 6 \cdot 80}{45 \cdot 520 \cdot 7} \cdot 11,2 \cdot 0,98 = 125,9 \text{ р.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

$$Z_{ЭИ} = (C_{пл} \cdot n + (C_{корп} + k_{компл} \cdot C_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1},$$

где $Z_{ЭИ}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$C_{пл}$ - цена сменной многогранной пластины, руб.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$C_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{\text{компл}}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий полустойковой токарной обработки представлены в таблице 1;

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

В таблицу 29 внесем параметры инструмента.

Таблица 29 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фреза торцевая HM90-FAL-D125-40-16 СМП HM90 APCR 160504R-P IC28	2,99	18250 650	310	-	0,90	15,9
	Сверло SCD 085-049-100 AG5 IC08	0,18	2350	200	120	0,90	2,1
	Сверло SCD 120-056-120 AG5 IC08	0,14	2560	210	112	0,90	1,9
	Фреза МТЕСВ 08078 С24 1.5ISO IC908	0,21	5210	156	150	0,90	3,5
	Головка расточная ВНС MB50-50x87 СМП TRGX 110304 ID5	0,95	12560 925	280	-	0,90	10,6
	Сверло SCD 106-056-120 AG5 IC08	0,27	2420	203	115	0,90	2,5
	Сверло SCD 140-060-140 AG5 IC08	0,95	2630	215	105	0,90	2,8
	Фреза МТЕСВ 1009 С28 1.75ISO IC908	0,09	6120	162	150	0,90	3,6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7	8
005	Сверло SCD 120-056-120 AG5 IC08	0,01	2560	190	102	0,90	3,1
	Сверло SCD 140-060-140 AG5 IC08	0,02	2730	215	109	0,90	2,9
	Сверло SCD 058-035-060 AG5 IC08	0,02	2050	182	110	0,90	2,2
	Развертка RM-SHR- 0600-H7S- MT1-CN IS07	0,11	3150	160	135	0,90	3,4
Итого:							54,5

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [12]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (26)$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 2$ шт.);

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

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($C_{\text{прс1}} = 19300$ р., $C_{\text{прс2}} = 18100$ р.,

$C_{\text{прс3}} = 17500$ р., $C_{\text{прс3}} = 21100$ р.).

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ – норма амортизационных отчислений на приспособления,

($N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$);

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = (520$ шт.).

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (26):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (19300 + 18100 + 17500 + 21100) \cdot 66}{520 \cdot 100} = 96,5 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 30.

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	503,9	224,2
Затраты на технологическую электроэнергию	16,9	7,7
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	21,0	42,5
Затраты на эксплуатацию оснастки	96,5	0
Затраты на инструмент	125,9	54,5
Итого	764,2	328,9

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:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год},$$

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

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

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (764,2 - 328,9) \cdot 1100 = 478830 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (27)$$

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (27) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(6P13) = \frac{0,94}{2,39} \cdot 100\% = 39,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2120) = \frac{1,45}{2,39} \cdot 100\% = 60,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(\text{ЕС-400}) = \frac{0,80}{0,80} \cdot 100\% = 100\% \text{ - по проектируемому варианту.}$$

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 [12]:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (28)$$

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

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 1$ шт.

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

Определим производительность труда на программных операциях:

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

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

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{48,1} = 2522,2 \text{ шт/чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{б.}} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{143,4} = 846 \text{ т/чел.год}$$

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{пр} - B_{б}}{B_{б}} \cdot 100\%,$$

где $B_{пр}$, $B_{б}$ – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{2522,2 - 846}{846} \cdot 100\% = 198\%$$

В таблице 31 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 31 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	520	1100	+580
Количество видов оборудования	шт.	2	1	-1
Количество рабочих	чел.	2	1	-1
Сумма инвестиций	тыс. руб.		3019,1	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,39	0,80	-1,59
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	764,2	328,9	-435,3
- затраты на инструмент		125,9	54,5	-71,4
- заработная плата рабочих		503,9	224,2	-279,7
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	846	2522,2	+1676,2
Рост производительности труда	%	100	298	+198
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,37	0,19	+0,18
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		478,83	
Срок окупаемости	лет		7	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 2,3 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обусловлен использованием нового оборудования которое позволяет обеспечить выполнение заказа быстрее и качественнее, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус привода», 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 478,83 т. руб. и срок окупаемости проекта 7 лет.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

Производственная практика проходила на предприятии НПО автоматике имени академика Н. А. Семихатова по адресу г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 145.

В результате прохождения практики, для дипломного проекта была выбрана деталь «Корпус привода», используемый в приводе механизма компрессора.

На предприятии данная деталь обрабатывается на нескольких универсальных станках без ЧПУ, которые решено было заменить на один обрабатывающий центр с ЧПУ модели Haas EC-400, что соответствует серийному типу производства. Это позволит сократить время обработки, уменьшить количество брака, как следствие уменьшить количество выбросов (уменьшение загрязнения окружающей среды), также позволит справиться с задачей увеличения годового выпуска изделий.

Замена универсальных станков на станок с ЧПУ требует более высокой квалификации станочников. Поэтому необходимо повышение квалификации или переподготовка станочников, например, из токаря в оператора станков с ЧПУ. Для этого разработаем план-конспект урока теоретического обучения для подготовки оператора станков с ЧПУ.

Целью методической части дипломного проекта является анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка урока теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры с ЧПУ модели Haas EC-400.

Цель раскрываются следующими задачами:

- Описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК;

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

- Анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Технические измерения»;
- Разработка плана и плана-конспекта учебного занятия по теме «Технические измерения»;
- Разработка методического обеспечения учебного занятия по теме «Технические измерения».

Условия обучения и возможности обучающей организации.

Центре УПК, расположенный в г. Екатеринбурге, ул. Сибирский тракт 8д. работает на рынке образовательных услуг более 10 лет. Имеет лицензию на право ведения образовательной деятельности №17017 от 21 февраля 2013 года, выданную Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

В центре УПК ведется подготовка по профессиям механосборочного производства:

- Токарь.
- Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением.
- Оператор станков с программным управлением.

Обучение (первичное, переподготовка, повышение квалификации) по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Характеристика работ. Ведение процесса обработки с пульта управления деталей на станках с программным управлением. Обслуживание многоцелевых станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и манипуляторов (роботов) для механической подачи заготовок на рабочее место. Управление группой станков с программным управлением. Установка

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

инструмента в инструментальные блоки. Подбор и установка инструментальных блоков с заменой и юстировкой инструмента. Подналадка узлов и механизмов в процессе работы.

Сроки обучения:

Теория - 1 месяц, практика - 2 месяца (для лиц имеющих профессию сроки могут быть сокращены).

По окончании курса обучения выдаются свидетельство об окончании, удостоверения установленного образца.

По заявкам предприятий обучение может проводиться на базе самих предприятий с выездом преподавателей на место обучения.

После прохождения теоретического обучения слушатели могут проходить практику на своем предприятии.

Стоимость теоретического обучения - 9000 рублей. Стоимость практики для физических лиц оплачивается отдельно. При необходимости Центр УПК предоставляет возможность прохождения практики на предприятиях города.

В учреждении имеются три учебных аудитории, в том числе компьютерный класс. В каждой аудитории имеются мультимедийные проекторы.

Имеется тренажеры для подготовки стропальщиков, машинистов кранов автомобильных, операторов станков с ЧПУ, операторов АЗС. В наличии плакаты, наглядные пособия, раздаточный материал, библиотека.

Таким образом, в Центре УПК имеются достаточно обеспеченные материально условия для подготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» с учетом того, что производственное обучение ведется непосредственно на закупленном оборудовании ОЦ Haas EC-400.

Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	А/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	А/05.2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	А/06.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	А/07.2	2
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Лист

88

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

Возможные наименования должностей:

- Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации.

Требования к образованию и обучению: Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих).

Требования к опыту практической работы: Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Особые условия допуска к работе:

Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Обобщенная трудовая функция – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А и уровень квалификации -2.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

-Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам.

-Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте.

-Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях.

-Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК).

-Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.

-Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.

-Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

Выберем трудовую функцию – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 33.

Таблица 33 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Код	A/06.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
Трудовые действия Необходимые умения	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				
Необходимые знания	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке				
	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции				
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам				
Трудовые действия	Необходимые знания по трудовым функциям A/01.2 – A/05.2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в центре УПК.

Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК.

Основополагающим документом по профессиональной подготовке Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре является программа повышения квалификации.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (72 академических часа) и производственного обучения (72 часа). Всего на обучение отводится 144 часа по учебно-тематическому плану.

В ходе обучения учащиеся изучают основы технического черчения, допуски и посадки основы материаловедения, основы электротехники электроники, основы программирования, устройство обрабатывающих центров, а также обучаются настраивать и наладивать обрабатывающий центр ОЦ Haas EC-400 непосредственно в ходе практического обучения на предприятии.

Учебный график рассчитан на 4 часа в день с пяти часов, поскольку обучения ведется без отрыва о производства. Таким образом, срок обучения составляет 8 недель с учетом подготовки и сдачи квалификационного экзамена. Пробную работу обучаемые выполняют непосредственно Центре УПК.

После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 4-й разряд по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ приведен в таблице 34.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Таблица 35 - Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Наименование темы	Количество часов			Форма контроля
	Общее	Теоретическое обучение	Практическое обучений	
<i>Теоретическое обучение</i>	72	40	32	
1. Техническое черчение	10	4	6	Контрольный чертеж
2. Допуски, посадки, технические измерения	6	4	2	Задание
3. Современные металлорежущие инструменты	10	6	4	Задание по выбору инструмента
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	14	8	6	Задание по разработке технологии
5. Устройство станков с ЧПУ	14	10	4	Тест
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	12	4	8	Задание по разработке УП
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	6	6	-	Тест
<i>Практическое обучение</i>	72	12	60	
Наладка обрабатывающего центра ОЦ Наас ЕС-400	16	4	12	Задание по наладке станка
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	32	4	28	Задание по отработке УП
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	24	4	20	Задание по отработке УП
ИТОГО	144	52	92	

В таблице 35 приведено соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана.

Таблица 35 - Соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана

Темы учебно-тематического плана	Требования Профессионального стандарта
1	2
<i>Теоретическое обучение</i>	
1. Техническое черчение	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции

Окончание таблицы 35

1	2
2. Допуски, посадки, технические измерения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
3. Современные металлорежущие инструменты	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
5. Устройство станков с ЧПУ	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам
<i>Практическое обучение</i>	
Наладка обрабатывающего центра ОЦ Naas EC-400	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам

В методической части дипломного проекта выберем тему «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ». На эту тему отводится 14, из них - 8 часов теоретическое обучение, 6 – практическое. В следующем параграфе рассмотрим содержание выбранной темы и тематическое планирование.

*Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме
«Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»*

Цели изучения темы «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»

знания:

- сформировывать у обучаемых знания маршрута обработки и структуры операционного технологического процесса: маршрута обработки детали, структуру операционного технологического процесса;

- сформировать у обучаемых знания последовательности обработки типовых деталей и поверхностей;

- сформировать у обучаемых знания определения межоперационных припусков и допусков;

- сформировать у обучаемых знания выбора траектории движения режущих инструментов;

- сформировать у обучаемых знания выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенностях процесса резания на станках с ЧПУ, выбора режимов резания, нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ;

- сформировать у обучаемых знания эффективности работы режущих инструментов в условиях ГПС.

умения:

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при составлении маршрута обработки деталей;

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при выборе траектории движения режущих инструментов;

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при определении межоперационных припусков и допусков;

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при выборе режимов обработки на станках с ЧПУ и техническом нормировании;

- способствовать формированию умений творческого подхода к

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

решению профессиональных задач.

Критерии и норма достижения целей:

- понимание закономерностей изучаемых явлений;
- умение соотносить между собой понятия и факты, явления и сущность процессов;
- умение обосновать изложенные понятия, явления, обобщать и делать выводы;
- умение находить взаимосвязи и взаимозависимости в изучаемом материале.

Содержание темы «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»:

Особенности процесса резания на станках с ЧПУ. Выбора режимов резания. Нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ.

Перспективно-тематический план приведен в таблице 36.

Таблица 36 - Перспективно-тематический план изучения темы «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6
Тема 1 (1 час)	Маршрут обработки и структуры операционного технологического процесса	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания маршрута обработки и структуры операционного технологического процесса: маршрута обработки детали, структуру операционного технологического процесса Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5	6
		интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы			
Тема 2 (1 час)	Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания последовательности обработки типовых деталей и поверхностей Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
Тема 3 (1 час)	Межоперационные припуски и допуски	Образовательные: сформировать у обучаемых знания определения межоперационных припусков и допусков Воспитательные:	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5	6
Тема 3 (1 час)	Межоперационные припуски и допуски	<p>формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>	Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
Тема 4 (2 часа)	Выбор траектории движения режущих инструментов	<p>Образовательные: сформировать у обучаемых знания выбора траектории движения режущих инструментов</p> <p>Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>	<p>Словесные (беседа, рассказ, объяснение).</p> <p>Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).</p>	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5	6
Тема 5 (2 часа)	Выбор режимов обработки на станках с ЧПУ	<p>Образовательные:</p> <p>сформировать у обучаемых знания выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенностях процесса резания на станках с ЧПУ, выбора режимов резания, нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ</p> <p>Воспитательные:</p> <p>формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>	<p>Словесные (беседа, рассказ, объяснение).</p> <p>Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).</p>	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
Тема 6 (1 час)	Эффективность работы режущих инструментов в условиях ГПС	<p>Образовательные:</p> <p>сформировать у обучаемых знания эффективности работы режущих инструментов в условиях ГПС</p> <p>Воспитательные:</p> <p>формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального</p>	<p>Словесные (беседа, рассказ, объяснение).</p> <p>Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).</p>		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Лист

98

Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5	6
Тема 6 (1 час)	Эффективн ость работы режущих инструмент ов в условиях ГПС	интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы			

Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока

Для дальнейшей разработки выберем тему «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»

Цели урока:

Образовательные:

сформировать у обучаемых знания выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенностях процесса резания на станках с ЧПУ, выбора режимов резания, нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ

Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия

Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы

Учебно-наглядные пособия, используемые на уроке: учебник, справочник по допускам, плакаты с рисунками и схемами, рисунки на доске.

Методические указания: необходимо привить сознательное усвоение материала о выборе режимов обработки на станках с ЧПУ и техническом нормировании.

Ход урока

I. Организационная часть (2 минуты)

Проверка присутствующих по журналу

II. Подготовка к изучению нового материала (2 минуты).

Сообщение темы и целей урока.

III. Объяснение нового материала (60 минут).

3.1. Особенности процесса резания на станках с ЧПУ

Процесс резания на станках с ЧПУ существенно отличается от данного процесса на станках с ручным управлением. Это обусловлено изменением ряда геометрических и физических параметров процесса.

При обработке криволинейного участка детали на станке с ЧПУ резец перемещается по криволинейной траектории. Подача непрерывно изменяет свое направление, главный угол в плане ϕ уменьшается, а вспомогательный - увеличивается (рис. 17). При уменьшении угла ϕ ширина среза возрастает, а толщина уменьшается, хотя поминальная площадь среза (на рисунке заштрихована) остается постоянной, равной $f = S \cdot t = a \cdot b$.

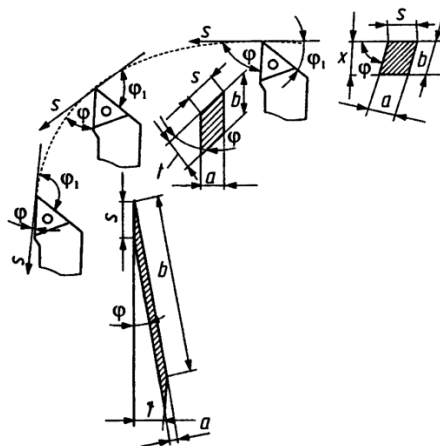


Рисунок 17 - Углы в плане и сечения среза при обработке криволинейного участка детали

Поскольку влияние величин a и b на главную составляющую силы резания описывается зависимостью $P_Z = C_{pZ} \cdot a^{0,75} \cdot b$, при перемещении резца по криволинейной траектории наблюдается изменение уровня сил резания.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Изменение углов в плане влияет на шероховатость обработанной поверхности. Изменение высоты микронеровностей на криволинейном профиле наблюдается при обработке острозаточенным резцом и при участии в работе одновременно прямолинейной и радиусной режущих кромок. При резании только радиусной кромкой шероховатость остается практически неизменной.

Изменение углов в плане оказывает влияние на направление схода стружки, которое перпендикулярно к диагонали сечения среза (рис. 2). Угол схода стружки ρ зависит от углов φ и φ_1 и отношения b/a . При больших значениях отношения b/a стружка сходит примерно перпендикулярно к главной режущей кромке, а при малых значениях — примерно перпендикулярно к вспомогательной режущей кромке. От угла схода стружки зависит действительный передний угол резца, а также соотношение составляющих сил резания R_x и R_y .

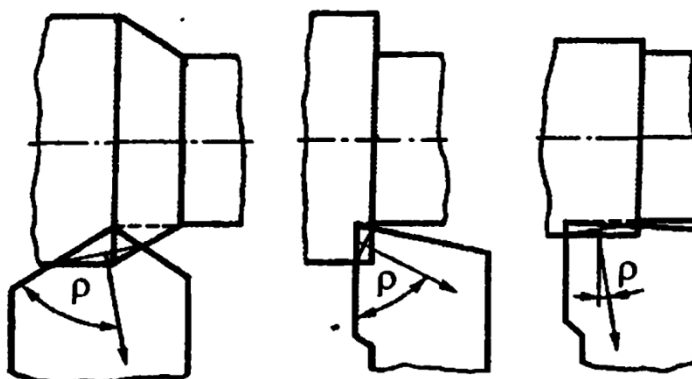


Рисунок 18 – Направления схода стружки

Обработка деталей на станках с ЧПУ часто осуществляется с переменными режимами резания (скоростью v или подачей S) и с изменением по мере необходимости глубины резания. Вследствие этого изменяются мгновенные значения ширины и толщины среза, а также кинематические углы резца (γ_k , α_k , φ_k), что не может не сказаться на уровне целого ряда параметров процесса резания.

При обработке с переменной скоростью резания на 15...20 % возрастает уровень сил резания, появляются различия в значениях температуры резания, несколько ниже период стойкости инструмента. При обработке с переменной подачей наблюдается обратная картина: уменьшение уровня сил резания, температуры, высоты микронеровностей и повышение периода стойкости инструмента.

Таким образом, резание на станках с ЧПУ имеет ярко выраженный нестационарный характер, поэтому необходимо предъявлять более жесткие требования к назначению элементов режима резания, выбору геометрии инструмента и формы пластины.

3.2. Выбор режимов резания

Выбор режимов резания является комплексной технико-экономической задачей. В целом режимы резания для станков с ЧПУ находятся в близком соответствии с действующими нормативами. Однако автоматический процесс обработки предъявляет определенные требования к стойкости инструмента. Рекомендуется сопоставлять стойкость и длительность выполнения переходов для одной или нескольких деталей. Необходимо предусматривать 10...15%-й запас стойкости, исключающий потерю инструментом режущей способности в середине обработки.

При токарной обработке на станках с ЧПУ подача на черновых переходах назначается максимально допустимой с учетом жесткости технологической системы и удовлетворительного формирования стружки. Скорость резания рассчитывается по соответствующим формулам или выбирается по таблицам с учетом стойкости инструмента. Режимы резания для чистовой обработки назначаются в соответствии с требованиями к шероховатости и точности обработанных поверхностей.

Особенностью большинства эксплуатируемых фрезерных станков является то, что частота вращения инструмента и интенсивность охлаждения устанавливаются для данного цикла обработки заранее. В связи с этим

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выбранное значение скорости окажется оптимальным не для всех участков детали. В этом случае используемые методы расчета режимов резания предусматривают выделение для каждой операции одного основного участка обработки, для которого находятся оптимальные режимы резания (частота вращения и минутная подача). для остальных (вспомогательных) участков определяются неоптимальные, но вполне удовлетворительные значения минутной подачи при уже известной частоте вращения.

Основной технологический участок выбирается с учетом требований повышенной точности обработки, минимальной шероховатости, пониженной жесткости детали и т.д.

При разбивке детали на технологические участки следует учитывать постоянство припуска в пределах участка. Для ширины фрезерования допускается колебание припуска не более 30 %, а для глубины — не более 20 %. При обработке детали на фрезерном станке с ЧПУ, имеющем автоматическое регулирование частоты вращения шпинделя, для каждого участка устанавливаются свои оптимальные режимы резания.

При контурном фрезеровании последний чистовой проход должен выполняться со снятием припуска не более $0,2D_{фр}$.

При определении подачи необходимо также учитывать, что скорость относительного движения центра фрезы будет отличаться от скорости периферийных точек, совпадающих с точками контура детали. При обработке контура эта скорость определяется по формулам:

для выпуклого

$$S'_{о.мин} = S_{мин} \frac{R + R_{фр}}{R} ;$$

для вогнутого

$$S''_{о.мин} = S_{мин} \frac{R - R_{фр}}{R} ,$$

где $S_{\text{мин}}$ — минутная подача; R — радиус дуги участка контура; $R_{\text{фр}}$ — радиус фрезы.

3.3. Нормирование операций, выполняемых на станках с ЧПУ

Штучное время обработки одной детали определяется по тем же формулам, что и для станков с ручным управлением:

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}},$$

где t_0 - основное время на операцию, мин;

$t_{\text{в}}$ - вспомогательное время, мин;

$t_{\text{обс}}$ - время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{\text{п}}$ - время на личные потребности рабочего, мин.

Однако для станков с ЧПУ составляющие $T_{\text{шт}}$ имеют особенности. Так, основное время

$$t_0 = \sum_{j=1}^n t_{0j} = \sum_{j=1}^n \frac{Li}{S_{\text{мин}}},$$

где t_{0j} — основное время на выполнение j -го перехода;

L — длина рабочего хода с учетом врезания и перебега инструмента, мм;

i — количество проходов;

$S_{\text{мин}}$ — минутная подача, мм/мин.

Вспомогательное время включает затраты времени на установку и снятие детали $t_{\text{в.у}}$ (определяется так же, как для станков с ручным управлением) и на выполнение вспомогательных перемещений $t_{\text{м-в}}$:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в.у}} + t_{\text{м-в}}.$$

Машинно-вспомогательное время $t_{\text{м-в}}$ включает время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов, подвод и отвод инструментов в зону обработки, смену инструментов и т.д. Оно может быть определено исходя из паспортных данных станка с ЧПУ.

Продолжительность работы станка по управляющей программе ($t_{\text{у.п}}$)

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

равна неполному оперативному времени ($t_{оп.н}$):

$$t_{у.п} = t_{оп.н} = t_{в} + t_{м-в}$$

Время на обслуживание рабочего места помимо обычных составляющих включает время на смену затупившегося инструмента, коррекцию траектории, регулирование и подналадку станка в течение рабочей смены. В общем случае для станков с ЧПУ время на обслуживание рабочего места и личные потребности составляет 8..16 % от основного времени.

При обработке на станках с ЧПУ штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n_{п}} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}n_{зап}}{N}$$

где $T_{п.з}$ — подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин;

$n_{п}$ — размер партии деталей, запускаемых в производство;

$n_{зап}$ — число запусков в год (в условиях серийного производства $n_{зап}$ равно 4, 6, 12 и 24); N — годовой выпуск деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время состоит из времени на получение документации, ввод управляющей программы, привязку инструмента к системам координат, проверку управляющей программы в покадровом режиме и др. Величины составляющих подготовительно-заключительного времени зависят от конструкции станка, системы ЧПУ, способа организации производства, способа ввода управляющей программы (ручной или через компьютер) и ряда других факторов.

Рассчитать все составляющие $T_{п.з}$ часто не удается, и в этом случае используют следующий прием. Из практики известно распределение затрат на составляющие $T_{шт-к}$ время работы станка по управляющей программе — 40 %; $t_{обс} + t_{п}$ — 14,5; $T_{п.з}$ — 17; планируемые потери — 20 %. Поэтому сначала находят длительность цикла обработки по программе, а затем по приведенным выше данным определяют $T_{п.з}$ и, при необходимости, другие составляющие $T_{шт-к}$.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (22 минуты).

4.1. Чем существенно отличается процесс резания на станках с ЧПУ от данного процесса на станках с ручным управлением?

Это обусловлено изменением ряда геометрических и физических параметров процесса.

При обработке криволинейного участка детали на станке с ЧПУ резец перемещается по криволинейной траектории. Подача непрерывно изменяет свое направление, главный угол в плане φ уменьшается, а вспомогательный — увеличивается. При уменьшении угла φ ширина среза возрастает, а толщина уменьшается, хотя поминальная площадь среза (на рисунке заштрихована) остается постоянной, равной $f = S \cdot t = a \cdot b$.

Поскольку влияние величин a и b на главную составляющую силы резания описывается зависимостью $P_Z = C_{pZ} \cdot a^{0,75} \cdot b$, при перемещении резца по криволинейной траектории наблюдается изменение уровня сил резания.

Изменение углов в плане влияет на шероховатость обработанной поверхности. Изменение высоты микронеровностей на криволинейном профиле наблюдается при обработке острозаточенным резцом и при участии в работе одновременно прямолинейной и радиусной режущих кромок. При резании только радиусной кромкой шероховатость остается практически неизменной.

Изменение углов в плане оказывает влияние на направление схода стружки, которое перпендикулярно к диагонали сечения среза. Угол схода стружки ρ зависит от углов φ и φ_1 и отношения b/a . При больших значениях отношения b/a стружка сходит примерно перпендикулярно к главной режущей кромке, а при малых значениях — примерно перпендикулярно к вспомогательной режущей кромке. От угла схода стружки зависит действительный передний угол резца, а также соотношение составляющих сил резания P_x и P_y .

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Обработка деталей на станках с ЧПУ часто осуществляется с переменными режимами резания (скоростью v или подачей S) и с изменением по мере необходимости глубины резания. Вследствие этого изменяются мгновенные значения ширины и толщины среза, а также кинематические углы резца ($\gamma_k, \alpha_k, \varphi_k$), что не может не сказаться на уровне целого ряда параметров процесса резания.

При обработке с переменной скоростью резания на 15...20 % возрастает уровень сил резания, появляются различия в значениях температуры резания, несколько ниже период стойкости инструмента. При обработке с переменной подачей наблюдается обратная картина: уменьшение уровня сил резания, температуры, высоты микронеровностей и повышение периода стойкости инструмента.

Таким образом, резание на станках с ЧПУ имеет ярко выраженный нестационарный характер, поэтому необходимо предъявлять более жесткие требования к назначению элементов режима резания, выбору геометрии инструмента и формы пластины.

4.2. Какой запас стойкости инструмента необходимо предусматривать?

Необходимо предусматривать 10...15%-й запас стойкости, исключающий потерю инструментом режущей способности в середине обработки.

4.3. Режимы резания при токарной обработке на станках с ЧПУ.

При токарной обработке на станках с ЧПУ подача на черновых переходах назначается максимально допустимой с учетом жесткости технологической системы и удовлетворительного формирования стружки. Скорость резания рассчитывается по соответствующим формулам или выбирается по таблицам с учетом стойкости инструмента. Режимы резания для чистовой обработки назначаются в соответствии с требованиями к шероховатости и точности обработанных поверхностей.

4.4. Определение режимов резания при фрезерных операциях на

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

станках с ЧПУ.

Используемые методы расчета режимов резания предусматривают выделение для каждой операции одного основного участка обработки, для которого находятся оптимальные режимы резания (частота вращения и минутная подача). для остальных (вспомогательных) участков определяются неоптимальные, но вполне удовлетворительные значения минутной подачи при уже известной частоте вращения.

4.5. Как выбирается основной технологический участок обработки на фрезерной операции? Что следует учитывать?

Основной технологический участок выбирается с учетом требований повышенной точности обработки, минимальной шероховатости, пониженной жесткости детали и т.д.

При разбивке детали на технологические участки следует учитывать постоянство припуска в пределах участка. Для ширины фрезерования допускается колебание припуска не более 30 %, а для глубины — не более 20 %. При обработке детали на фрезерном станке с ЧПУ, имеющем автоматическое регулирование частоты вращения шпинделя, для каждого участка устанавливаются свои оптимальные режимы резания.

При контурном фрезеровании последний чистовой проход должен выполняться со снятием припуска не более $0,2D_{фр}$.

При определении подачи необходимо также учитывать, что скорость относительного движения центра фрезы будет отличаться от скорости периферийных точек, совпадающих с точками контура детали.

4.6. Из чего состоит подготовительно-заключительное время обработки на станках с ЧПУ?

Подготовительно-заключительное время состоит из времени на получение документации, ввод управляющей программы, привязку инструмента к системам координат, проверку управляющей программы в покадровом режиме и др. Величины составляющих подготовительно-

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

заключительного времени зависят от конструкции станка, системы ЧПУ, способа организации производства, способа ввода управляющей программы (ручной или через компьютер) и ряда других факторов.

4.7. Из чего состоит машинно-вспомогательное время обработки на станках с ЧПУ?

Машинно-вспомогательное время $t_{м-в}$ включает время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов, подвод и отвод инструментов в зону обработки, смену инструментов и т.д. Оно может быть определено исходя из паспортных данных станка с ЧПУ.

V. Подведение итогов занятия (2 минуты).

Обучающийся должен знать: методику выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенности процесса резания на станках с ЧПУ, методику выбора режимов резания, нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ.

Обучающийся должен уметь: осуществлять выбор режимов обработки на станках с ЧПУ и техническое нормирование.

VI. Домашнее задание (2 минуты)

Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.

Таблица 37 – План урока

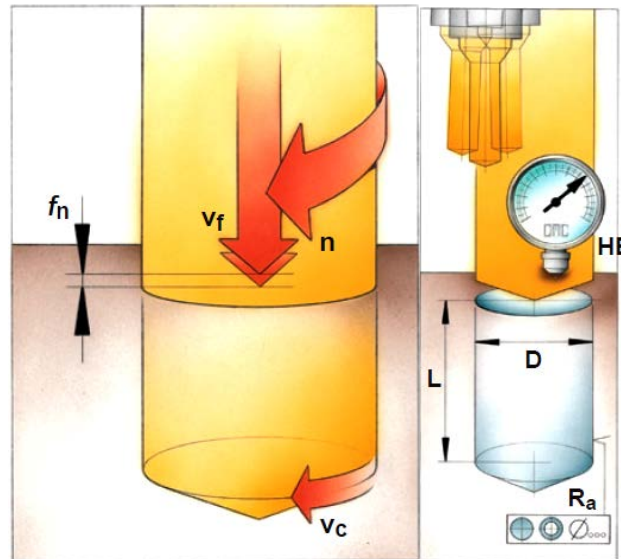
Этапы урока, время	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
Организационная часть, 4 минуты	<p>I. Организационная часть (2 минуты) Проверка присутствующих по журналу II. Подготовка к изучению нового материала (2 минут). Сообщение темы и целей урока.</p>	<p>Урок начинается с вводной организационной части, проверки присутствующих по журналу, сообщения темы и целей урока, Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя.</p>

Продолжение таблицы 37

1	2	3
Объяснение нового материала, 60 минут	<p>III. Объяснение нового материала (60 минут).</p> <p>3.1. Особенности процесса резания на станках с ЧПУ</p> <p>3.2. Выбор режимов резания</p> <p>3.3. Нормирование операций, выполняемых на станках с ЧПУ</p>	<p>Действия преподавателя: при объяснении нового учебного материала преподаватель использует словесные методы: устное изложение нового материала, беседу; использует наглядные методы: показ натуральных (инструменты, приборы, детали и узлы оборудования, образцы материалов, изделий и т.п.); изобразительных (плакаты, модели, макеты, схемы) средств наглядности.</p> <p>Действия учащихся: слушают преподавателя, конспектируют новый материал, зарисовывают схемы и рисунки, рассматривают средства наглядности, отвечают на вопросы преподавателя</p>
Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала, 22 минуты	<p>IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (22 минуты).</p> <p>4.1. Чем существенно отличается процесс резания на станках с ЧПУ от данного процесса на станках с ручным управлением?</p> <p>4.2. Какой запас стойкости инструмента необходимо предусматривать?</p> <p>4.3. Режимы резания при токарной обработке на станках с ЧПУ.</p> <p>4.4. Определение режимов резания при фрезерных операциях на станках с ЧПУ.</p> <p>4.5. Как выбирается основной технологический участок обработки на фрезерной операции? Что следует учитывать?</p> <p>4.6. Из чего состоит подготовительно-заключительное время обработки на станках с ЧПУ?</p> <p>4.7. Из чего состоит машинно-вспомогательное время обработки на станках с ЧПУ?</p>	<p>Преподаватель опрашивает группу учащихся по новой теме, задает вопросы, используя вопросно-ответный метод – беседу, дает задание - решить два примера, подводит итоги о проделанной работе.</p> <p>Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя. Учащиеся отвечают на вопросы преподавателя, глядя на наглядные средства обучения, решают два примера.</p>
Выдача домашнего задания, 4 минуты	<p>V. Подведение итогов занятия (2 минуты)</p> <p>Обучающийся должен знать: методику выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенности процесса резания на станках с ЧПУ, методику выбора режимов резания,</p>	<p>Преподаватель подводит итоги по пройденной теме, выдает домашнее задание: изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p>

Разработка методического обеспечения

Выбор режимов резания при сверлении отверстий



Скорость резания, скорость подачи, частота вращения и подачи на оборотах

Основные параметры отверстий

Режимы резания

Скорость резания (v_c) выражается в м/мин и определяет скорость на периферии сверла. Она может быть вычислена через частоту вращения шпинделя (n), выраженной в количестве оборотов в минуту. За один оборот сверла точка на его периферии описывает окружность длиной $\pi \times D_c$, где D_c диаметр инструмента. Скорость резания изменяется вдоль режущей кромки от максимума на периферии до нуля на оси сверла. Рекомендуемые значения скорости относятся к скорости на периферии сверла.

Подача на оборот (f_n), измеряемая в мм/об, определяет величину осевого перемещения инструмента за один его оборот и используется для вычисления скорости осевой подачи сверла.

Скорость подачи или минутная подача (v_f), измеряемая в мм/мин, это подача инструмента по отношению к пройденному им пути в единицу времени. Другое название этой величины машинная подача или подача стола. Скорость, с которой сверло проникает в заготовку, равняется произведению подачи на оборот и скорости вращения шпинделя.

Кроме того, в расчетах используются: глубина обрабатываемого отверстия (L), радиальная глубина резания (a_p) и подача на зуб (f_z).

Обработка отверстий

Отверстия либо обрабатываются в сплошном материале, либо доводятся уже существующие. Большинство деталей имеют, по крайней мере, одно отверстие и, в зависимости от его функционально назначения, существует ряд ограничений при обработке. Основные факторы, характеризующие операцию сверления:

- диаметр отверстия
- глубина отверстия
- точность и качество поверхности
- обрабатываемый материал
- условия обработки
- надежность обработки
- производительность

Заключение

В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка урока теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры HAAS EC-400.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК;
- Проведен анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработан учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработано содержание и плана проведения учебных занятий по теме «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»;
- Разработан план и план-конспект учебного занятия по теме «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»;
- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ» в форме плаката.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

В модернизированной технологии применяется современный высокопроизводительный обрабатывающий центр с программным управлением.

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию с ЧПУ.

Выполнен выбор контрольного приспособления.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, экономический эффект составил 478 830 рублей в год и срок окупаемости 7 лет.

В методической части проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения для повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
6. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.
7. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
8. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
9. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

10. 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.

11. 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.

12. 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» , 2013. 66 с.

13. Электронный каталог «Iscar», Фрезерование, 2012 г.

14. Электронный каталог «Iscar», Обработка отверстий, 2012 г.

15. Электронный каталог «Iscar», Монолитный инструмент, 2012 г.

16. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.

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

18. <https://www.machinetools.com/ru/models/haas-ec-400>

19. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>

20. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>.

21. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>

					ДП 44.03.04.736.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Корпус привода	ДП 44.03.04.736.01	A1	1	
2. Корпус привода Отливка	ДП 44.03.04.736.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.736.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.736.Д02	A1	1	
5. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.736.Д03	A1	1	
6. Схема контрольного приспособления	ДП 44.03.04.736.Д04	A1	1	
7. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.736.Д05	A1	1	