Министерство образования и науки Российской Федерации ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально— педагогический университет»

Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПОДШИПНИКА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) профилю подготовки «Машиностроение и материалообработка»

профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 072

Екатеринбург 2018

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	ЕДОПУ	CK/	АЮ:
Заведующий	кафедро	ой Т	MC
	Н.В. Бо	род	цина
«»	2	20	_Γ.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПОДШИПНИКА»

Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) профиля подготовки «Машиностроение и материалообработка» профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 072

Исполнитель: Н.Н. Семенец

Студент группы ЗТО – 503 (подпись)

Руководитель: Д.Г. Мирошин

доцент, к. п. н. (подпись)

Екатеринбург 2018

КИЦАТОННА

Дипломный проект содержит 98 листов машинописного текста, 18 рисунков, 36 таблиц, 50 использованных источников литературы, приложения на 25 листах формата A4, графическую часть на 7 листах формата A1.

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, УРОК ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВНО - ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

В дипломном проекте разработаны предложения по совершенствованию технологического процесса механической обработки детали «Корпус подшипника» в условиях АО «Группа Комос ».

В методической части дипломного проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения. Данная разработка предназначена операторов-наладчиков ДЛЯ подготовки станков программным управлением подготавливают в учреждениях среднего профессионального образования по специальности «Оператор-наладчик станков с программным управлением».

					ДП 44.03	.04.07	2 ПЗ	
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	r 1			
Разра	аб.	Семенец			Совершенствование	Лит.	Лист	Листов
Прове	ер.	Мирошин			технологическогопроцесса		3	
Рецен	Н3.				механической обработки	ΦΓΑΟΣ	Ι ΒΟ ΡΓΓ	ІПУ, ИИПО,
Н. Ко	нтр.	Суриков			детали «Корпус подшипника» каф. ТМС, гр. 3ТС		. 3TO-503	
Утвер	од.	Бородина				1	-	

СОДЕРЖАНИЕ

№ Документа

Изм.

Лист

Подпись

Дата

ВВЕДЕНИЕ6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ
1.1. Служебное назначение детали
1.2. Технические требования, предъявляемые к детали
1.3. Характеристика материала детали
1.4. Анализ технологичности конструкции детали
1.5. Анализ заводского технологического процесса
2. ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 12
2.1. Выбор типа производства
2.2. Выбор метода получения заготовки
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки
2.4. Выбор и обоснование технологических баз
2.5. Технологический маршрут обработки детали
2.6. Выбор оборудования
2.7. Выбор режущего инструмента
2.8. Выбор средств технического контроля
2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом
2.10. Расчет и назначение режимов резания
2.11. Расчет норм времени
2.12. Разборка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ 38
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ42
3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия
3.2. Расчет капитальных затрат
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
4.1. Система переподготовки персонала
4.2. Анализ учебной документации
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПБМ	ПОЖЕНИЕ	A			90
11171	IЛОЖЕПИЕ	D	•••••		. 92
- 1	1				Лист
				ДП 44.03.04.072 ПЗ	5 Jucini
1зм. Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Одной из приоритетных задач современного машиностроения является оснащение всех основных производств современной техникой и передовыми технологиями, обеспечивающими рост производительности, достижение высокой точности и качества поверхностей деталей машин.

Эффективное внедрение производство В современного металлообрабатывающего оборудования, c учётом применения высокопроизводительного металлорежущего инструмента, позволяет обеспечить прогрессивные формы организации технологических процессов, чем обусловлена актуальность темы выпускной квалификационной работы.

В дипломном проекте разработаны предложения по совершенствованию технологического процесса механической обработки детали «Корпус подшипника» в условиях ООО «Группа Комос».

Цель данного проекта – повышение технологического уровня механической обработки детали «Корпус подшипника» путём применения современного металлообрабатывающего оборудования и высокопроизводительного режущего инструмента.

В соответствии с этим в процессе выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

- Проанализировать базовый (заводской) технологический процесс;
- Разработать предложения по использованию станков с ЧПУ (обрабатывающих центров);
- Разработать предложения по использованию на этих операциях современного режущего инструмента;
 - Разработать управляющую программу;
 - Оценить экономический аспект предложений;

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Корпус подшипника» используется в механизме перемещения башенного крана. Двадцать четыре отверстия ø30 на фланце предназначены для крепления корпуса подшипника к базовой раме крана. В отверстие ø335Н8 устанавливается подшипник конический двухрядный. Во внутреннее отверстия подшипника устанавливается ось с ходовыми колёсами. В отверстие ø90Н8 устанавливается подшипник шариковый с осью на которую устанавливается шестерня вспомогательная. Резьбовые отверстия М10 - 7H, М12-7H и М6-7H на фланцах корпуса предназначены для крепления крышек защитных. Отверстия ø76мм, ø78 и ø245 предназначены для установки вспомогательных и не ответственных приборов. Поверхностью ø1160f7 корпус подшипника устанавливается в ответственное отверстие рамы по переходной посадке.

1.2. Технические требования, предъявляемые к детали

- 1. Отливку произвести по 3-му классу точности по ГОСТ 1855-55.
- 2. Отливку подвергнуть искусственному старению.
- 3. Неуказанные литейные радиусы 10мм.
- 4. Острые кромки притупить радиусом 0,3мм.
- 5. Неуказанные предельные отклонения размеров: h14; H14; JT14/2.
- 6. Корпус гидроиспытать. Течь не допускается.

1.3. Характеристика материала детали

Деталь «Корпус подшипника» изготавливается из серого чугуна марки СЧ 18 по ГОСТ 1412-85.

					ДП 44.03.04.072 П
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	

Считается, что серый чугун наиболее дешев в производстве, к тому же на фоне его отличных литейных качеств ему находят крайне широкое применение в машиностроении. В частности, СЧ незаменим для отливки разнообразных деталей, которые в процессе эксплуатации не подвергаются большим механическим нагрузкам. Вместе с тем, для серого чугуна с перлитной металлической структурой характерна очень высокая прочность на сжатие, что позволяет отливать из этого материала высоконагруженные детали различных механизмов.

Стоит отметить, что СЧ участвует в производстве более чем 80% всех чугунных отливок. Особой востребованностью пользуется материал с пластинчатыми вкраплениями графита [7].

Химический состав и свойства чугуна приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1- Химический состав серого чугуна СЧ 18 (по ГОСТу 1412-85)

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	
	51	14111	не более	не более	141	Ci	
3,0-3,2	2,0-2,1	0,9-1,1	0,60	0,60	0,15	0,15	

Таблица 2 - Механические свойства чугуна СЧ18 (по ГОСТу 1412-85)

$\sigma_{\scriptscriptstyle T}$	$\sigma_{{}_{B}p}$	σ_5	Ψ	α	HB
МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	
180	380	18	22	55	190

Литейные свойства чугуна марки СЧ18:

- температура начала затвердевания, °	°C1190-1204
---------------------------------------	-------------

- показатель трещиноустойчивости,
$$K_{T\, y}$$
.......0,7

- жидкотекучесть $K_{\text{жт}}$)
----------------------------------	---

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

Конструкция детали технологична, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление детали с минимальными затратами и высокой производительностью. Технологичность детали оценивается для конкретных условий производства [9].

Существует два вида оценки технологичности конструкции:

- Качественный
- Количественный

Кроме того, технологичность может быть оценена дополнительными техническими показателями:

- - коэффициентом использования материала;
- - коэффициентом унификации и стандартизации;
- - коэффициентом точности и шероховатости поверхностей

Качественный анализ технологичности детали

Рабочий чертеж обрабатываемой детали содержит все необходимые проекции, разрезы, сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию. На чертеже указаны все необходимые отклонения. Указана требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей. Содержит все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, твердости поверхностей, массе детали. Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

При конструировании детали использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрены удобные и надежные технологические базы.

Обеспечена достаточная жесткость детали.

Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки. Конструкция детали позволяет выполнять обработку на многошпиндельных станках.

В детали отсутствуют не технологические элементы конструкции.

Количественный анализ технологичности детали

Для проведения количественного анализа рассмотрим следующие показатели технологичности: масса детали, коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхностей.

а) по коэффициенту использования материала:

$$\mathbf{K}_{\text{\tiny M.M..}} = \mathbf{m}_{\text{\tiny M}}/\mathbf{m}_{\text{\tiny 3}},\tag{1}$$

где m_{π} – масса детали, кг;

m₃ - масса заготовки, кг.

$$K_{\text{H.M.}} = 380/503 = 0.76$$

б) Коэффициент точности обработки детали:

$$K_T = T_H/T_O,$$
 (2)

где Тн – число размеров необоснованной степени точности обработки;

То – общее число размеров, подлежащих обработке.

Общее число подлежащих обработке размеров составляет 60. Среди них нет размеров необоснованной точности, поэтому:

$$K_T = 0/60 = 0$$

в) Коэффициент шероховатости:

$$K_{III}=III_{H}/III_{O},$$
 (3)

						Лист	ı
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	10	l
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		10	l

где Шн – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости; Шо – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке.

Общее число подлежащих обработке поверхностей составляет 45. Среди них нет поверхностей не обоснованной шероховатости, поэтому:

$$K_{III}=0/60=0$$

В целом конструкция детали достаточно технологична, коэффициент использования материала достаточно высокий, характерный для использования отливки, используемой в качестве метода получения заготовки.

1.5. Анализ заводского технологического процесса

Характеристика технического процесса
По признакам технического процесса относят:
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. 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. Результаты занесем в таблицу 7.

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

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Анализ маршрута обработки детали

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

Выводы: в целом технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, расположения допуски отклонения формы И поверхностей. Тип производства по данному технологическому процессу среднесерийный. Предполагается заменить универсальное морально устаревшее оборудование более современное, что соответствует крупносерийному на производства и современным требованиям к качеству выпускаемой продукции.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Выбор типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали (таблица 3).

Таблица 3 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Macca			Тип производ	цства	
детали,		мелкосер-	среднесерий-	крупносерийное	Magaanaa
КГ	единичное	ийное	ное	крупносерииное	массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

В соответствии с таблицей 3, при массе детали 380 кг и годовом объеме выпуска 13 000 шт., определим тип производства как крупносерийное.

Размер производственной партии деталей в серийном производстве может быть определен по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{13\ 000 \cdot 9}{254} = 460\ \text{mt}.\tag{1}$$

где N – годовой объем выпуска деталей;

a=6...10 — число дней запаса деталей на складе для обеспечения ритмичности сборки;

254 – число рабочих дней в году.

Крупносерийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное.

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	13
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		13

Приспособления — специальные, переналаживаемые. Режущий инструмент — универсальный и специальный. Измерительный инструмент — универсальный и специальный. Настройка станков — станки настроенные. Размещение технологического оборудования — по ходу технологического процесса. Виды заготовок — прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки. Методы достижения точности метод полной и не полной взаимозаменяемости. Квалификация рабочих — различная. Себестоимость продукции — средняя [9].

2.2. Выбор метода получения заготовки

Правильно выбрать заготовку — это определить рациональный метод ее получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей. Целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки. В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является отливка.

Примем литьё в кокиль. Только кокиль может обеспечить нужную конфигурацию заготовки. По форме заготовка будет напоминать форму готовой детали. Другие методы получения заготовки не подходят. Литье в кокиль соответствует крупносерийному производству.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки

Припуски назначим по [3, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 4.

Таблица 4 - Припуски на обработку

Технологические	Поверхнос	Припус	Размер	Отклонен
переходы	ТЬ	К		ия
1	2	3	4	5
Точение черновое				+0,8
	1	7	1184	-0,8
				+0,8
	2	7	419	-0,8
				+0,4
	3	6,5 5	321	-0,4
	4	5	360	+0
				-1,4
	5	7	368	+0,5
				-0,5
	6	7	47	+0,2
				-0,2
				+0,2
	7	7	30	-0,2
				+0,5
	8	7	368	-0,5
	9	8	1336	+1
				-1
	10	7,5	1176	+0,8
				-0,8
Точение чистовое				+0,23
	3	0,5	334	-0
				+0
	10	0,4	1161	-0,42
Точение тонкое				+0
	10	0,10	1160,2	-0,165

				·
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

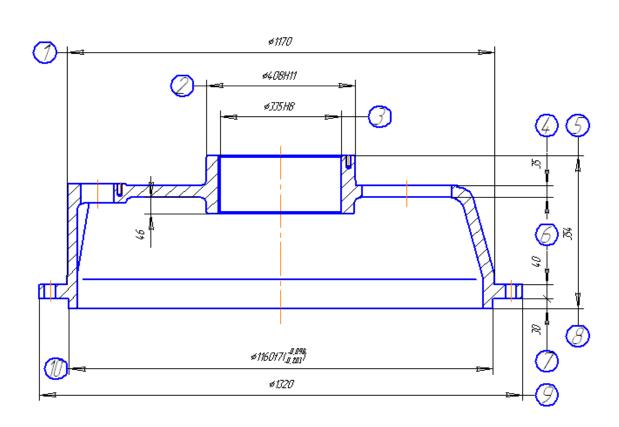


Рисунок 1 - Эскиз детали «Корпус подшипника»

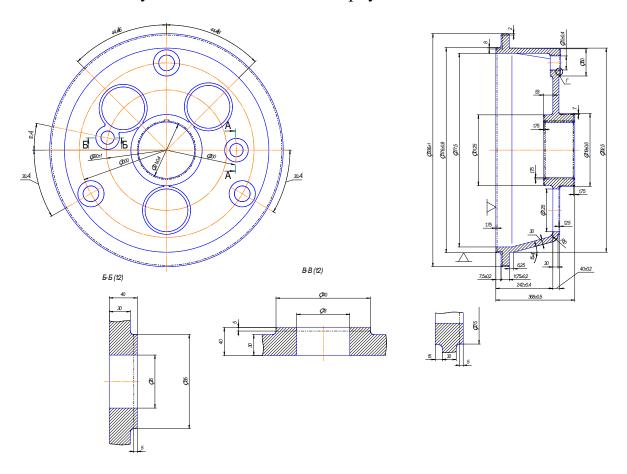


Рисунок 2 – Эскиз заготовки

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	16
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		10

2.4. Выбор и обоснование технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборе и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления. Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят поверхность ø1160f7 и левый торец. К вспомогательным базам относят отверстия ø335H8, ø90H8 и правые торцы.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствует обработанная поверхность. В нашем случае черновой базой будет левый торец (лишает деталь трех степеней свободы) и поверхность ø1160f7 (лишает деталь двух степеней свободы). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 3.

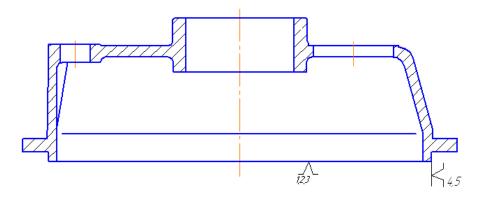


Рисунок 3 - Черновые базы.

Чистовая база — это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами будут — правый торец (лишает деталь трех степеней свободы), отверстие ø335H8 (лишает деталь двух степеней свободы) и отверстие ø90H8 (лишает деталь одной степени свободы). Таким образом базирование полное. Схема чистового базирования показана на рисунке 4.

				·
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

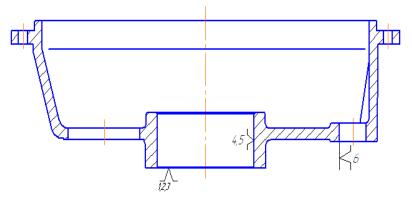


Рисунок 4 - Чистовые базы

2.5. Технологический маршрут обработки детали

Базовый технологический процесс представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Базовый технологический процесс

Наименован ие операции	Содержание операции	Оборудова- ние	Инструмент	Тшт, мин
1	2	3	4	5
Операция 005 токарно- карусельная	Точить правые торцы, точить поверхность ø408H11, точить отверстие ø335 предварительно.	V1516Φ1	РИ: Резец 2100-0061 ВК8 ГОСТ 18878-73 . СИ: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.	29,7
Операция 010 токарно- карусельная	Точить левые торцы, точить поверхность ø1320, точить поверхность ø1160, точить отверстие ø335 окончательно	V1516Ф1	РИ: Резец 2100-0061 ВК8 ГОСТ 18878-73. СИ: Скоба линейная специальная.	29,05
Операция 015 координатно -расточная	Расточить отверстие ø90H8. Сверлить и нарезать резьбу в отверстиях М6, М10 и М12	CM2500V	РИ: -Резец 2140-0048 ВК8 ГОСТ 18882-73. -Сверло 2300-0034 ГОСТ 886-77. -Метчик 2620-1155 Н3 ГОСТ 3266-81 СИ: -Нутромер индикаторный НИ 50-100-1 ГОСТ 868- 92. -Пробка 05532-28- 4,95. -Пробка 8221-3030	52,38

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
			М6-7Н ГОСТ 17758-72 РИ: -Метчик 2620-1515 НЗ ГОСТ 3266-81Метчик 2620-1436 НЗ ГОСТ 3266-81 Сверло 2301-0030 ГОСТ 10903-77 СИ: -Пробка 8221-3053 М12-7Н ГОСТ 17758-72 Пробка 8221-3044 М10-7Н ГОСТ 17758-72 - Пробка 05530-49-10,20	
Операция 020 радиально- сверлильная	Сверлить 24 отверстия ø30	2M57	РИ: Сверло 2301- 0106 ГОСТ 10903-77. СИ: Калибр-пробка 8133-0944-30H14 ГОСТ 14810-69.	25,50
Операция 025 - Горизонтальн о-протяжная	Протянуть паз шириной 25H8	7Б58	РИ: Протяжка Р6М5 шириной 25мм. СИ: Калибр комплексный.	4,99
				141,5 3

Проектируемый технологический маршрут обработки состоит из трех операций:

Операция 005 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Операция 015– Горизонтально-протяжная

Обработка производится на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах с ЧПУ и горизонтально-протяжном станке.

Подробный проектируемый технологический процесс обработки детали представлен в таблице 6.

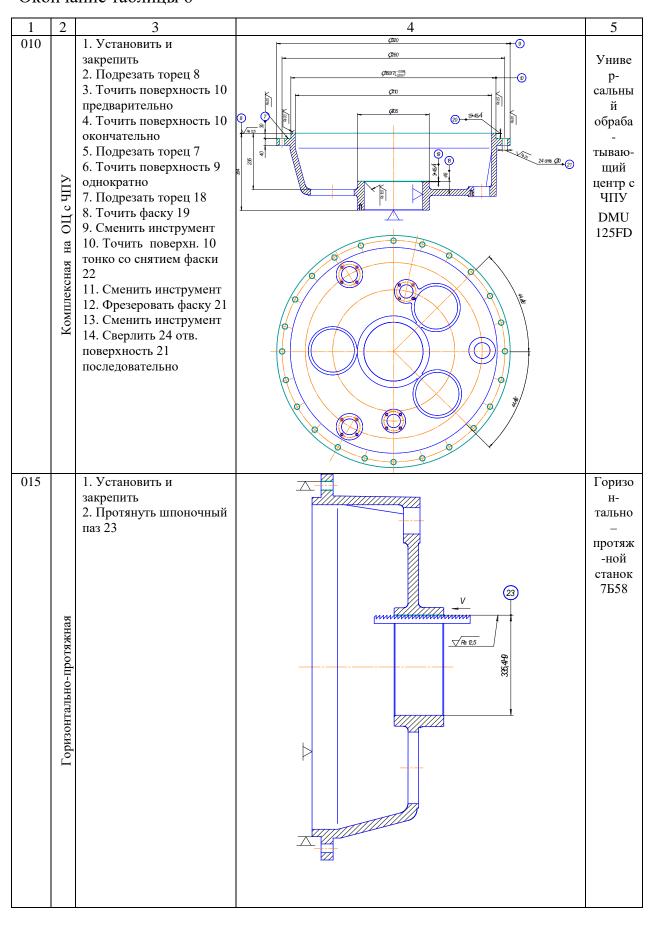
					ДП 44.03.04.072 ПЗ
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	

Таблица 6 – Проектируемый технологический маршрут обработки детали

№ опера- Назван	Содержание операции	Операционный эскиз	Обору- дование
1 2	3	4	5
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить 2.Подрезать торец 5 однократно 3. Точить поверхность 2 предварительно 4. Точить поверхность 2 окончательно со снятием фаски 13 5. Подрезать торец 6 6. Точить поверхность 1 7. Сменить инструмент 8. Фрезеровать бабышки 5 9. Сменить инструмент 10. Расточить отверстие 3 предварительно 11. Расточить отверстие 3 окончательно 12. Расточить 3 отверстия поверхность 13 предварительно 14. Расточить 3 отв. поверхность 12 окончательно 15. Сменить инструмент 16. Расточить отв.3 тонко 17. Расточит 3 отв. поверхность 12 тонко 18. Сменить инструмент 19. Сверлить 4 отверстия поверхность 1 послед. и 4 отверстия поверхность 15 послед. и 4 отверстия поверхность 16 послед. 20. Сменить инструмент 21. Сверлить 12 отверстий поверхность 11 последовательно и 8 отверстий поверхность 11 последовательно и 8 отверстий поверхность 17 последовательно 24. Сменить инструмент 23. Сверлить 24 отверстия поверхность 17 последовательно 24. Сменить инструмент 25. Нарезать резьбу в 8-ми отверстиях поверхн. 15,16 послед. 26. Сменить инструмент 27. Нарезать резьбу в 20 отверстиях поверхн. 11,14 28. Сменить инструмент 27. Нарезать резьбу в 24 отв. поверх. 17	(2) (2) (2) (3) (4) (5) (7) (7) (7) (7) (7) (7) (7) (7) (7) (7	Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 125FD

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Окончание таблицы 6



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

2.6. Выбор оборудования

Для обработки применяется универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 125 FD.



Рисунок 5 – Общий вид универсального обрабатывающего центра с ЧПУ DMU 125 FD

Станок DMU 125 FD duoBLOCK® с ходом 1000 мм по всем осям предлагает большую рабочую зону для эффективной обработки металлов резанием. Основание, обеспечивающее симметричное распределение тепла, разработано на базе инновационной концепции duoBLOCK®, которая заключается в двух жестких литых блоках с тремя направляющими по оси X и хорошо зарекомендовавшей себя 3-точечной опоре. Достигнутая благодаря этому крайне высокая устойчивость, в свою очередь, обеспечивает оптимизированную в весовом отношении конструкцию суппорта X и фрезерной головки.

Великолепная комплексная обработка: токарная и фрезерная технологии реализованы в одном.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Обработка фрезерованием и точением при одной наладке гарантирует высокую точность и экономит время. В основе лежит инновационная конструкция duoBLOCK® 3rd поколения с большим ходом и более высокими нагрузками на стол. Быстрое и компактное устройство смены поддонов у станков DMC позволяет выполнять наладку во время производственного цикла с достижением максимальной производительности [36].

Технические характеристики станка представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики ОЦ DMU 125FD

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
Рабочая зона		
Оси Х/Ү/Z	mm	1250 × 1000× 1000
Фрезерные головки, горизонтальные	mm	0 - 800
Фрезерные головки, вертикальные	mm	100 – 900
Фрезерный/токарный стол (фрезерование/точение)	об/мин	30 / 1250
Рабочая поверхность стола	mm	ø 1250
Максимальная нагрузка на стол	kg	1 200
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		Standard
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по	degrees	-30 / +180
горизонтали)		
Быстрый ход и подача	об/мин	30
Опции: 5 осей		
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по	degrees	-10 / +180
горизонтали)		
Быстрый ход и подача	об/мин	23
Главный привод		
Встраиваемый мотор-шпиндель HSK-A63	об/мин	18 000
Мощность (40/100 % цикла нагрузки)	kW	35 / 19
Устройство смены инструмента		
Установка инструмента		HSK-A63
Сила подачи	kN	13 / 13 / 09
Необходимая площадь для станка в стандартном	approx. m ²	19
исполнении вместе с транспортером стружки без подвода		
охлаждающей жидкости через внутренний канал		
Высота станка (в стандартном исполнении)	mm	3 462
Вес станка	kg	16 500

Для обработки шпоночного паза используется горизонтальнопротяжной станок 7Б58.

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	23
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		23

Протяжной горизонтальный станок 7Б58 предназначен для обработки методом протягивания предварительно обработанных или черновых сквозных отверстий различной геометрической формы и размеров.

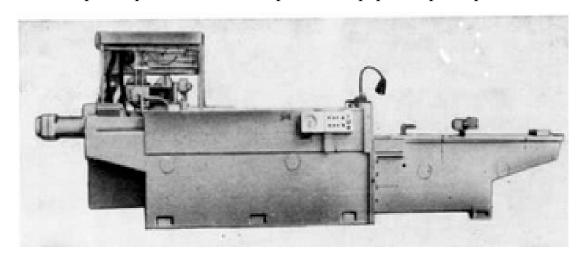


Рисунок 6 – Горизонтально-протяжной станок 7Б58

Таблица 8 – Технические характеристики станка 7Б55

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
Номинальная тяговая сила	кН	800
Наибольшая длина хода салазок	MM	2000
Размер рабочей поверхности опорной плиты	MM	560x560
Скорость рабочего хода протяжки	м/мин	0,5–3,6
Рекомендуемая скорость обратного хода протяжки	м/мин	10
Мощность электродвигателя привода главного движения	кВт	55
Габаритные размеры:		10100
длина		2600
ширина	MM	1700
высота		

2.7. Выбор режущего инструмента

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудование и сделать работу операторов более продуктивной.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

В данном проекте используются станки с ЧПУ и горизонтально-протяжной станок.

Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на операциях с ЧПУ будет вестись современным, высокопроизводительным инструментом фирмы «SECO» [18].

С этой системой без труда можно собрать самые разнообразные наладки. Она полностью отвечает широкому диапазону требований при работе на старом оборудовании и на современных станках.

Режущий инструмент выбирают с учетом:

- требования максимального использования нормализованного и стандартного инструмента;
 - типа производства, метода обработки;
 - размеров и качества обрабатываемых поверхностей;
 - обрабатываемости материала;
 - стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
 - стадии обработки черновая, чистовая, отделочная.

В данном технологическом процессе используется следующий режущий инструмент:

1. Державка наружная правая C3 – SCLCR – 2204 – 09 (Пластина CCMT 09T304 –FF1 (сплав TP2500).

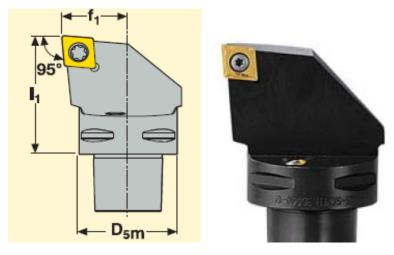


Рисунок 7 – Державка наружная правая

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Лист

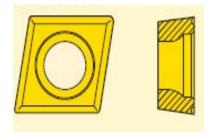


Рисунок 8 - Пластина ССМТ 09Т304 -FF1

2. Державка внутренняя правая C5 - SDUCR-11070-07 (пластина DCMT 11T032-FF1 сплав TP2500).

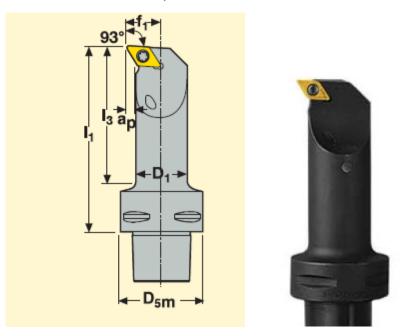


Рисунок 9 – Державка внутренняя правая

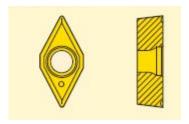


Рисунок 10 – пластина DCMT 11T032-FF1

3. Фреза торцовая Ø300 R220.53 — 0300-12-3А. Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МК3000. (Для обработки плоскостей).

						Лист	ı
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	26	l
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		20	ı

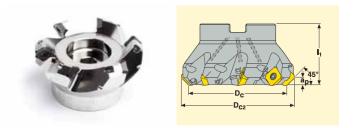


Рисунок 11 - Фреза торцовая Ø300 R217.53 – 0300-12-3A

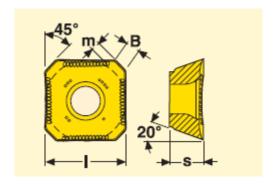


Рисунок 12 - Пластина 1204AFTN-M15

4. Фреза фасочная Ø340 R220.47–0340. Пластина TRKN 2204PDTR– MD15. Сплав Т350М.(Для обработки фаски в отверстии Ø335).

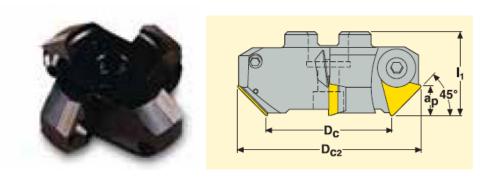


Рисунок 13 - Фреза фасочная R220.47-0340

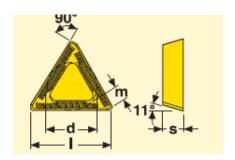


Рисунок 14 - Пластина TRKN 2204PDTR – MD15

						Jiucm
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	27
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		21

5. Сверло Ø30 SD203-6.5-80-8R1. Покрытие TiAIN+TiN (Обработка отверстий 21).

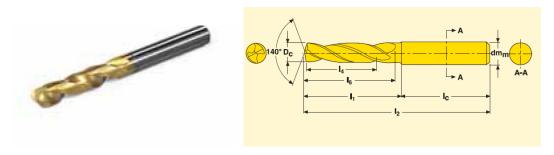


Рисунок 15 - Сверло SD203-7.0-25-8R1

6. Фасочное сверло Ø8,5 SD203A-C45-8.5-30.5-8R1. Покрытие TiAIN+TiN (Обработка отверстий под резьбу М10).

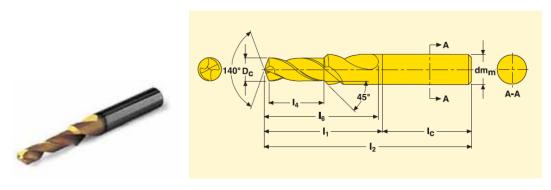


Рисунок 16 - Фасочное сверло SD203A-C45-5.0-16.5-8R1

- 7. Фасочное сверло Ø10,5 SD203A-C45-10,5-80-8R1. Покрытие TiAIN+TiN. (Обработка отверстий под резьбу М12)
- 8. Фасочное сверло Ø5 SD203A-C45-05,0-80-8R1. Покрытие TiAIN+TiN (Обработка отверстий Ø25 с фаской).
 - 9. Фреза резьбовая TM-M10X1.5ISO-10R5. Сплав CP500
 - 10. Фреза резьбовая TM-M12X1.5ISO-10R5. Сплав CP500
 - 11. Фреза резьбовая ТМ-M6X1.0ISO-10R5. Сплав СР500

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата



Рисунок 17 – Резьбовые фрезы Threadmaster

2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Средства технического контроля

Операция	Название операции	Тип инструмента				
005	Комплексная на ОЦ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-125 ГОСТ 166-89				
	с ЧПУ	2.Штангенциркуль ШЦ 250-1250 ГОСТ 166-89				
		3. Калибр-пробка гладкий Ø335H8 ГОСТ 21401-75				
		4. Калибр-пробка гладкий Ø90Н8 ГОСТ 21401-75				
		5. Калибр - скоба Ø4080h11 ГОСТ 18360-93				
	6. Резьбовой калибр – пробка М6-7Н ГОСТ 24997-81					
	7. Резьбовой калибр – пробка М10-7Н ГОСТ 24997-81					
		8. Резьбовой калибр – пробка М12-7Н ГОСТ 24997-81				
		9. Шаблоны специальные				
		10.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93				
010	Комплексная на ОЦ с	1.Штангенциркуль ШЦ 500-1500 ГОСТ 166-89				
	ЧПУ	2.Штангенциркуль ШЦ 0-160 ГОСТ 166-89				
		3. Калибр-пробка гладкий Ø30H14 ГОСТ 21401-75				
		4. Калибр - скоба Ø1160f7 ГОСТ 18360-93				
		5. Шаблоны специальные				
		6.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93				

2.9. Расчет припусков заготовки расчетно-аналитическим методом

Определим припуск на размер $ø90H8(^{+0,054})$.

Заготовка – отливка в кокиль.

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	20
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		29

Класс точности І. Материал детали чугун СЧ 18 ГОСТ 1412-85.

Масса заготовки $m_3 = 503$ кг.

Технологический маршрут обработки отверстия $ø90H8(^{+0,054})$:

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

Определим элементы припуска [1, с. 186 табл.12 и 12, с. 188 табл.25] и занесем в таблицу 9.

Таблица 9- Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологи ч. переходы обработки	Элементы припуска, мкм		Расчетн. припуск 2Zmin, мкм	Расчетны й разме, Dp, мм	Допуск б, мм			Предельн ое значение припуска , мм			
	Rz	h	ρ	3				Dmin	Dmax	$2z^{np}_{\min}$	$2z^{np}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1 2
Заготовк	160	200	2160			84,184	0,800	84,2	85,0		
Черновое растачива- ние	50	50	130	100	2.252	89,228	0,350	89,23	89,58	4,58	5, 03
Чистовое растачива- ние	25	25	86	60	2.243	89,714	0,140	89,71	89,85	0,27	0, 48
Тонкое растачива- ние	10	10	43	35	2.143	90,000	0,054	90,0	90,054	0,204	0, 29

Определим пространственные отклонения заготовки [2, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{cM}^2 + \rho_{\Re c\mu}^2} \,, \tag{2}$$

						Лис
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	7
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		ر

где ρ_{cm} - смещение поверхностей;

 $\rho_{\text{эксц}}$ - эксцентрираритет поверхностей.

По [1, c.180] примем ρ_{cm} =1,8 мм и $\rho_{эксц}$ = 1,2 мм.

Тогда:

$$\rho = \sqrt{1.8^2 + 1.2^2} = 2.16$$
 мм = 2160 мкм

Остаточные пространственные отклонения [2, с. 37]:

-после чернового растачивания

$$\rho_1$$
= 0,06· ρ = 0,06·2160= 130 мкм

-после чистового растачивания

$$\rho_2 = 0.04 \cdot \rho = 0.04 \cdot 2160 = 86 \text{ MKM}$$

-после тонкого растачивания

$$\rho_3 = 0.02 \cdot \rho = 0.02 \cdot 2160 = 43 \text{MKM}$$

Погрешность установки определим по [2, с. 75 табл. 410].

Расчетный минимальный припуск определим по формуле, а результаты занесем в таблицу 9:

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$
(3)

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

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

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

Определим минимальные значения припусков по формуле:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np} \tag{4}$$

На рисунке 18 представлена графическая схема припусков и допусков.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

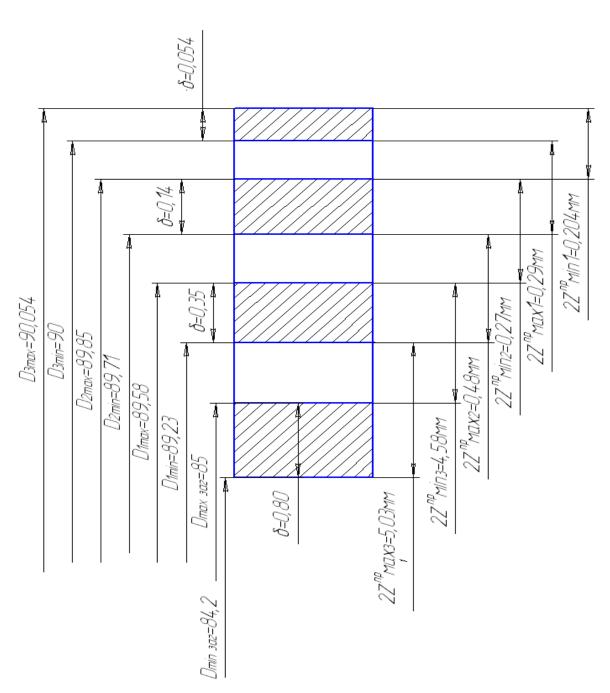


Рисунок 18 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия ø90H8

Максимальные значения припусков определим по формуле:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np} \tag{5}$$

Определим общий припуск:

$$2 \cdot Z_{omin} = \sum Z_{imin} = 0,204 + 0,27 + 4,58 = 2 \cdot 2,527 \text{ mm}$$

$$2 \cdot Z_{omax} = \sum Z_{imax} = 0,29 + 0,48 + 5,03 = 2 \cdot 2,900$$
 мм

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	32
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		32

Произведем проверку по формуле:

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

$$0,270-0,204=0,14-0,054=0,086 \text{ MM}$$

$$0,48-0,27=0,35-0,14=0,21 \text{ MM}$$

$$5,03-4,58=0,8-0,35=0,45 \text{ MM}$$

2.10. Расчет и назначение режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

- ⇒ Расчётно-аналитический метод;
- ⇒ Опытно-статистический метод.

Расчетно-аналитический метод основан на расчёте режимов резания по эмпирическим формулам, которые учитывают большое количество факторов, влияющих на процесс резания.

Аналитический расчёт режимов резания выполняется с целью показать сущность методики расчёта. Данные для других операций берутся из справочников.

Рассчитаем элементы режима резания для операции 025 Горизонтально-протяжная.

Операция 025 Горизонтально-протяжная.

Переход 2. Протянуть шпоночный паз шириной 25мм.

- глубина резания: t=25мм.
- назначим подачу [2, с. 268-271]: S_Z =0,01 мм/зуб.
- назначим скорость протягивания [2, с. 299 табл. 52]:

V = 4M/MuH

Расчет остальных режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах SECO.

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 10.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 10 – Режимы резания

	иии			Размер		Элемен	іты режим	а резания	
№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Матери ал режуще й части	Размер обрабатыва- емой поверхн- ости, мм	Глубина резания <i>t</i> , мм	ODOMOT	Частота вращения шпинделя, п , об/мин	Скорость резания, V , м/мин	Подача минутная, <i>Ѕмин</i> , мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1. Установить и закреп	ИТЬ			,	,		
	-	2.Подрезать торец 5 однократно	TP2500	Ø422(211)	3,5(i=2)	0,3	422	320	126,6
		3. Точить поверхность 2 предварительно	TP2500	Ø422(35)	2,5(i=2)	0,3	422	320	126,6
		4. Точить поверхность 2 окончательно со снятием фаски 13	TP2500	Ø412(35)	2,0	0,2	309	400	61,8
		5. Точить поверхность 1	TP2500	Ø1176(25)	3,5(i=2)		272	320	81,6
		6. Подрезать торец 6	TP2500	Ø1176(40)	3,5(i=2)	0,3	272	320	81,6
		7. Сменить							
	-	инструмент 8. Фрезеровать							
		бабышки 5	MK3000	Ø300(40)	2,5(i=2)	0,3	637	600	191
	на ОЦ с ЧПУ	9. Сменить							
		инструмент							
		10. Расточить отверстие 3 предварительно	TP2500	Ø322(25)	2,0(i=2)	0,3	316	320	94,8
005		11. Расточить отверстие 3 окончательно	TP2500	Ø332(25)	1,5	0,2	384	400	76,8
	Комплексная на	12. Расточить 3 отверстия поверхность 12 предварительно	TP2500	Ø80 (25)	3,0	0,3	1115	280	334,5
	K	14. Расточить 3 отв. поверхность 12 окончательно	TP2500	Ø86 (35)	1,5	0,2	1333	360	266,6
		15. Сменить инструмент							
		16. Расточить отв.3 тонко	TP2500	Ø334 (35)	0,5	0,1	477	500	47,7
		17. Расточит 3 отв. поверхность 12 тонко	TP2500	Ø89 (35)	0,5	0,1	1431	400	143,1
		18. Сменить							
		инструмент 19. Сверлить 4 отверстия поверхность 15 послед. и 4 отверстия поверхность 16 послед. 20. Сменить	TiAIN+T iN	Ø8,5(24*8)	4,25	0,15	3747	100	562
		инструмент							

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Лист

Окончание таблицы 10

		21. Сверлить 12 отверстий поверхность 11 последовательно и 8 отверстий поверхность 14 послед.	TiAIN+T iN	Ø10,5(32*20)	5,25	0,15	3033	100	455
		22. Сменить							
		инструмент 23. Сверлить 24 отверстия поверхность 17 последовательно 24. Сменить	TiAIN+T iN	Ø6(15*24)	3	0,15	5308	100	796,2
		инструмент							
		25. Нарезать резьбу в 8-ми отверстиях поверхн. 15,16 послед.	CP500	Ø10(18*8)	-	0,3	1592	50	477,6
		26. Сменить							
		инструмент 27. Нарезать резьбу в 20 отверстиях поверхн.11,14	CP500	Ø12(25*20)	-	0,3	1327	50	398,1
		28. Сменить инструмент							
		29. Нарезать резьбу в 24 отв. поверх. 17	CP500	Ø8(15*24)	-	0,3	2654	50	796,2
		1. Установить и закреп		Ι .		1			
		2. Подрезать торец 8	TP2500	Ø1176(25)	2(i=4)	0,3	108	400	32,4
		3. Точить поверхность 10 предварительно	TP2500	Ø1176(30)	3(i=2)	0,3	108	400	32,4
		4. Точить поверхность 10 окончательно	TP2500	Ø1164(30)	1,5	0,2	122	450	24,4
		5. Подрезать торец 7	TP2500	Ø1320(80)	3,5(i=2)	0,3	96	400	28,8
	с ЧПУ	6. Точить поверхность 9 однократно	TP2500	Ø1320(40)	2(i=4)	0,3	96	400	28,8
	ОЦ	7. Подрезать торец 18	TP2500	Ø405(202,5)	3,5(i=2)	0,3	252	320	75,6
010	на	8. Точить фаску 19	TP2500	Ø405(3)	3	0,3	252	320	75,6
	Комплексная на	 9. Сменить инструмент 10. Точить поверхн. 10 тонко со снятием 	TP2500	Ø1161(30)	0,5	0,1	137	500	13,7
	Kow	фаски 22 11. Сменить	112300	21101(30)	0,5	0,1	101		
		инструмент 12. Фрезеровать фаску 21	MK3000	Ø340(3)	3	0,3	562	600	168,6
		13. Сменить инструмент							
		14. Сверлить 24 отв. поверхность 21 последовательно	TiAIN+T iN	Ø30(40*24)	15	0,15	1062	100	159,3

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

2.11. Расчет норм времени

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{uik} = t_{ui} + \frac{T_{n3}}{n} \tag{17}$$

где t_{u} – штучное время, мин.;

 T_{n_3} — подготовительно-заключительное время, мин.;

n – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов,

приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{uu} = t_{och} + t_{ecn} + t_{oóc} + t_{omo}$$
 (18)

где t_{och} – основное время, мин.;

 $t_{\it gcn} \, - \,$ вспомогательное время, мин.;

 $t_{\it omd}$ — время на отдых и личные потребности, мин.;

время на обслуживание рабочего места, мин.

 $t_{o\delta c}$ -

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{och} = \frac{L_{pac4}}{S \cdot n} i \tag{19}$$

где l – расчетная длина;

i – число проходов;

 S_M - величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L=l_0+l_{sp}+l_{nep}, (20)$$

где l_{sp} -величина врезания инструмента, мм; l_{nep} - величина перебега.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{och} + t_{ecn} \tag{21}$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{o\delta c} = 0.06 \cdot (t_{och} + t_{scn}) = 0.06 \cdot t_{on}$$
 (22)

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{omo} = 0.04 \cdot (t_{och} + t_{gcn}) = 0.04 \cdot t_{on}$$
 (23)

	LAND THE OTHER PRODUCTION										
		при проти	прани	1.		Лист					
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	37					
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		31					

$$T_o = \frac{l + (5...10)}{V \cdot 1000} \tag{19}$$

где l– длина обработки, мм

V- скорость резания при протягивании, м/мин

Расчет норм времени представлен в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Основное и вспомогательное время

	Расчет	азме	еры,	Режим обработки			ек	Вспомогат ельное время, мин		МИН	
Элементы операции	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача , мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин	Основное время, сек	На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	Оперативное время, мин
	1	lвр +lп	i	L	So	n	Sми н	to	tуст	tв	toп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Or	перация	005-	Ком	плекс	ная на	а ОЦ с	ЧПУ			•	
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2.Подрезать торец 5 однократно	211	5	2	512	0,3	422	126,6	4,00		0,0	4,0
3. Точить поверхность 2 предварит.	35	5	2	80	0,3	422	126,6	0,63		0,0	0,6 5
4. Точить поверхность 2 окончательно со снятием фаски 13	35	5	1	40	0,2	309	61,8	0,65		0,0	0,6 7
5. Точить поверхность 1	25	5	2	60	0,3	272	81,6	0,74		0,0	0,76
6. Подрезать торец 6	40	5	2	90	0,3	272	81,6	1,10		0,0	1,1 2
7. Сменить инструмент										0,0	0,0 5
8. Фрезеровать бабышки 5	40	20	2	120	0,3	637	191	0,63		0,0	0,6 5
9. Сменить инструмент										0,0	0,0 5

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10. Расточить отв.3 предварит.	35	5	2	80	0,3	316	94,8	0,84		0,0	0,0 86
11. Расточить отверстие 3 окончат.	35	5	1	40	0,2	384	76,8	0,52		0,0	0,0
12. Расточить 3 отверстия поверхность 13 предварительно	35	5	1	40	0,3	1115	334,5	0,12		0,0	0,1 4
14. Расточить 3 отв. поверхность 12 окончательно	35	5	1	40	0,2	1333	266,6	0,15		0,0	0,1 7
15. Сменить инструмент										0,0 5	0,0
16. Расточить отв.3 тонко	35	5	1	40	0,1	477	47,7	0,84		0,0	0,8 6
17. Расточит 3 отв. поверхн.12 тонко	35	5	1	40	0,1	1431	143,1	0,28		0,0	0,3
18. Сменить инструмент										0,0 5	0,0
19. Сверлить 4 отв. поверхность 15 послед. и 4 отв. поверхн. 16 послед.	24	6	8	240	0,15	3747	562	0,43		0,0	0,5
20. Сменить инструмент										0,0 5	0,0
21. Сверлить 12 отв.поверхн.11 последоват. и 8 отв.поверхн. 14 послед.	32	8	2 0	800	0,15	3033	455	1,76		0,3	2,06
22. Сменить инструмент										0,0 5	0,0
23. Сверлить 24 отверстия поверхность 17 последовательно	15	5	2 4	480	0,15	5308	796,2	0,6		0,6	1,2
24. Сменить инструмент										0,0 5	0,0
25. Нарезать резьбу в 8-ми отверстиях поверхн. 15,16 послед.	18	2	8	160	0,3	1592	477,6	0,34		0,3	0,6 4
26. Сменить инструмент										0,0 5	0,0
27. Нарезать резьбу в 20 отверстиях поверхн.11,14	25	5	2 0	400	0,3	1327	398,1	1,00		0,4	1,4 0
28. Сменить инструмент										0,0 5	0,0
29. Нарезать резьбу в 24 отв. поверх. 17	15	5	2 4	480	0,3	2654	796,2	0,60		0,6	1,2 0
	ито	ГО						15,2 3		3,5 7	18, 8

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опе	ерация	010 –	Ком	плекс	ная н	а ОЦ с	ЧПУ				
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2. Подрезать торец 8	25	5	4	120	0,3	108	32,4	3,7		0,0	3,7
3. Точить поверхность 10 предварительно	30	5	2	70	0,3	108	32,4	2,16		0,0 2	2,1 8
4. Точить поверхность 10 окончательно	30	5	1	35	0,2	122	24,4	1,43		0,0 2	1,4 5
5. Подрезать торец 7	80	5	2	170	0,3	96	28,8	5,9		0,0	5,92
6. Точить поверхность 9 однократно	40	5	4	360	0,3	96	28,8	12,5		0,0 2	12, 52
7. Подрезать торец 18	202,5	5	2	415	0,3	252	75,6	5,49		0,0	5,5 1
8. Точить фаску 19	3	5	1	8	0,3	252	75,6	0,11		0,0 2	0,1
9. Сменить инструмент										0,0 5	0,0 5
10. Точить поверхн. 10 тонко со снятием фаски 22	30	5	1	35	0,1	137	13,7	0,26		0,0 2	0,2 8
11. Сменить инструмент										0,0 5	0,0 5
12. Фрезеровать фаску 21	3	5	1	8	0,3	562	168,6	0,05		0,0 2	0,0 7
13. Сменить инструмент										0,0 5	0,0 5
14. Сверлить 24 отв. поверхность 21 последовательно	40	10	2 4	120 0	0,15	1062	159,3	7,53		0,0	7,5 5
	ИТО	ГО						39,1 3		0,9 5	40, 08
Оп	ерация	015–	Горі	изонта	ально-	протя	жная				
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Протянуть паз 25	165	10	1	175	0,01	V=4 1	м/мин	0,04		0,1 5	0,19
	итс	ОГО						0,04		0,4 5	0,4 9

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 12 - Нормы времени в целом на операцию

ии	время цию, н.	ьное время ра- мин.	время, <i>ton</i> , мин.	обслуж	мя на кивание, обс		емя на х t om∂.л.	время, <i>tшт</i> , мин.	ключительное ртию, н	партии, шт.	ное время, <i>tuu</i>
№ операции	Основное врем на операцию, <i>to</i> , мин.	Вспомогательное на опера- цию, <i>tв</i> , мин	Оперативное врем	%	мин	%	мин	Штучное время,	Подготовительно-заключительное время на партию, $Tn3$, мин	Величина парт	Ітучно-калькуляционное время, мин
005	15,23	3,57	18,8	6	1,13	4	0,75	20,68	45	460	20,78
010	39,13	0,95	40,8	6	2,45	4	1,63	44,88	45	460	44,98
015	0,04	0,45	0,49	6	0,03	4	0,02	0,54	25	460	0,59
		·	·					·		Итого	66,35

2.12. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Обработка 8-х отверстий М10-7Н).

Обработка выполняется на универсальном обрабатывающем центре с ЧПУ DMU 80FD.

В процессе подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ наиболее трудоемким этапом является расчет траектории движения инструмента. Эта траектория строится относительно контура заготовки, и по программе осуществляется перемещение соответствующих рабочих органов станка. При этом важное значение имеет правильный выбор и взаимная увязка систем координат заготовки, станка и инструмента.

Программирование и наладка станка для работы по программе осуществляются с использованием характерных точек. Такие точки определены стандартом (ГОСТ 20523-80).

Нулевая точка станка – точка, принятая за начало координат станка и определяемая относительно конструктивных элементов станка (для токарного станка – точка пересечения торца шпинделя с осью его вращения,

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

для сверлильного и фрезерного – точки пересечения диагоналей крестового стола и др.); относительно этой точки задаются абсолютные размеры перемещений рабочих органов станков.

Исходная точка станка — точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП. Эту точку выбирают, исходя из двух условий: минимизации вспомогательных ходов и обеспечения удобств и безопасности установки и снятия заготовки на станке.

Фиксированная точка станка — точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для определения положения рабочего органа станка.

При разработке УП для конкретных деталей часто оказывается неудобным задавать перемещения в абсолютных размерах относительно нулевой точки станка, поэтому используется понятие «плавающего нуля». Плавающий нуль — это свойство ЧПУ (СЧПУ) помещать начало отсчета перемещения рабочего органа в любое положение относительно нулевой точки станка.

Точка начала обработки – точка, определяющая начало обработки конкретной заготовки.

Нулевая точка детали – точка на детали, относительно которой задаются ее размеры.

При разработке траектории движения инструмента и УП необходимо четко определить системы координат станка (СКС), детали (заготовки) – СКД и инструмента – СКИ. Опорными при этом считаются точки начала, конца, пересечения или касания геометрических элементов, которые составляют контур детали и влияют на траекторию движения инструмента при обработке. Выбирая СКД, необходимо стремиться к упрощению разработки УП.

Расчет координат опорных точек проводится с соблюдением технологических переходов обработки (принятых выше), необходимых для

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

получения детали, соответствующей чертежу. Используемые подготовительные функции представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Используемые подготовительные функции

Функция	Значение			
G0	Быстрое позиционирование			
G1	Линейная интерполяция			
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке			
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки			
G80	Отмена постоянных циклов			
G90	Ввод размеров в абсолютных значениях			
G91	Ввод размеров в приращениях			
M6	Смена инструмента			
МЗ	Включение оборотов			
M8	Включение СОЖ			
M9	Выключение СОЖ			
M5	Отключение оборотов			
M30	Конец УП			

В таблице 14 представлен фрагмент управляющей программы.

Таблица 14 – Карта кодирования информации

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание перехода
1	2
%	
N100 T1 D1 M6	Выбор инструмента (сверло Ø8,5)
N105 G0 G17 G54G90 H1	Подготовительные команды и назначение корректора на
	длину инструмента
N110 F561,75 S3745 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N115 G0 X-40 Y-436 Z-78	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N120 G1 Z-102	Сверление 1-го отверстия
N125 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N130 X40	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N135 G1 Z-102	Сверление 2-го отверстия
N140 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N145 Y -360	Ускоренное перемещение к началу 3-го отверстия
N150 G1 Z-102	Сверление 3-го отверстия
N155 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N160 X-40	Ускоренное перемещение к началу 4-го отверстия
N165 G1 Z-102	Сверление 4-го отверстия
N170 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	12
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		43

Окончание таблицы 14

1	2
N175 X-110 Y300	Ускоренное перемещение к началу 5-го отверстия
N180 G1 Z-102	Сверление 5-го отверстия
N185 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N190 X-32	Ускоренное перемещение к началу 6-го отверстия
N195 G1 Z-102	Сверление 6-го отверстия
N200 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N210 Y384	Ускоренное перемещение к началу 7-го отверстия
N215 G1 Z-102	Сверление 7-го отверстия
N220 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N225 X-110	Ускоренное перемещение к началу 8-го отверстия
N230 G1 Z-102	Сверление 8-го отверстия
N235 M5 M9	Отключение СОЖ, остановка шпинделя перед сменой
	инструмента
N240 G0 X700 Y700 Z700	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N245 T2 D2 H1 M6	Выбор инструмента (фреза резьбовая М10-7Н)
N250 G0 G17 G54 G94	Подготовительные команды и назначение корректора на
	длину инструмента
N255 F477,6 S1592 M3 M8	Назначение оборотов, подачи, включение СОЖ
N260 G0 X-40 Y-436 Z-78	Ускоренное перемещение к началу 1-го отверстия
N265 G1 Z-96	Нарезание резьбы в 1-м отверстии
N270 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N275 X40	Ускоренное перемещение к началу 2-го отверстия
N280 G1 Z-96	Нарезание резьбы во 2-м отверстии
N285 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N290 Y -360	Ускоренное перемещение к началу 3-го отверстия
N295 G1 Z-96	Нарезание резьбы в 3-м отверстии
N300 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N305 X-40	Ускоренное перемещение к началу 4-го отверстия
N310 G1 Z-96	Нарезание резьбы в 4-м отверстии
N315 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N320 X-110 Y300	Ускоренное перемещение к началу 5-го отверстия
N325 G1 Z-96	Нарезание резьбы в 5-м отверстии
N330 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N335 X-32	Ускоренное перемещение к началу 6-го отверстия
N340 G1 Z-96	Нарезание резьбы в 6-м отверстии
N345 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N350 Y384	Ускоренное перемещение к началу 7-го отверстия
N355 G1 Z-96	Нарезание резьбы в 7-м отверстии
N360 G0 Z-78	Ускоренный отвод из детали
N365 X-110	Ускоренное перемещение к началу 8-го отверстия
N370 G1 Z-96	Нарезание резьбы в 8-м отверстии
N375 G0 X700 Y700 Z700	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N610 M30	Конец программы
%	
·	 -

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

квалификационной В данной выпускной работе производится совершенствование «Корпус технологического процесса детали обработки подшипника» на участке механической условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 13000 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает техникоэкономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ, применение стандартных приспособлений.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – совершенствуемому варианту и по базовому варианту, целью анализа является выявление наиболее выгодного с точки зрения вложенных средств и полученных результатов проекта.

По разрабатываемому варианту применяем обрабатывающий центр DMU 125FD и режущий инструмент фирмы «SECO», а также горизонтально-протяжной станок 7Б58.

3.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{of} + K_{npc}$$
 (20)

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

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	45
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		73

 $K_{\rm npo}$ — 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 рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{of}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_{\text{3}} \cdot 60},$$
(21)

где t- штучно- калькуляционное время операции, мин;

 $N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт;

 $F_{\text{об}}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

k_{вн}- коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

$$k_{BH} = 1,0 \div 1,2);$$

 κ_3 — нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; $\kappa_3 = 0.75 \div 0.85$.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{o6} = F_{H} \left(1 - \frac{k_{p}}{100} \right), \tag{22}$$

где $F_{\rm H}$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч; $k_{\rm p}$ - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_{H} = 1930 \cdot 3 = 5790 \ ч.$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{o\delta} = 5790 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени . Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по совершенствуемому варианту и таблицу 17 по базовому варианту.

Для проектируемого варианта обработка на операции 005 и 010 выполняется на одном оборудовании:

$$q^{005-010} = \frac{65,76\cdot13000}{5268,9\cdot1,0\cdot0,75\cdot60} = 3,6 \text{ um}.$$

$$q^{015} = \frac{0,59 \cdot 13000}{5268, 9 \cdot 1, 0 \cdot 0, 75 \cdot 60} = 0,03 \text{ um}.$$

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

После расчета всех операций значений $(T_{\text{ШТ.}})$ и $(C_P,)$ устанавливаем принятое число рабочих мест (C_n) , округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_P) [14].

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

Модель станка	Штучно- калькуляционное время $(T_{\text{ШТ. (Ш-K)}})$, ч.	Расчетное количество станков, C _p	Принимаемое количество станков, C_{π}	К _{З.Ф.}
DMU 125FD	1,096	3,6	4	
7Б58	0,59	0,03	1	0,73
	$\Sigma T_{\text{IIIT. (III-K)}} = 1,096$	3,63	$\Sigma C_{\pi} = 5$	

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

Модель станка	Штучно- калькуляционное время $(T_{\text{ШТ. (Ш-K)}})$, ч.	Расчетное количество станков, С _р	Принимаемое количество станков, C_{π}	К _{З.Ф.}
V1516Ф1	0,98	3,22	4	
CM2500V	0,873	2,87	3	
2M57	0,425	1,39	2	0,775
7Б58 0,083		0,27	1	
	$\Sigma T_{\text{IIIT. (III-K)}} = 2,361$	7,75	$\Sigma C_{\pi} = 10$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 18 по совершенствуемому варианту и в таблице 19 по базовому варианту.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

		Я	кł	ность, Вт	Стоим	ость од т. р		станка,	ro py6.
Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	Стоимость всего оборудования, т. руб.
ОЦ с ЧПУ	DMU 125FD	4	35	140	5 000	-	-	-	20 000
Горизонтально- протяжной станок	7Б58	1	55	55	600	-	-	-	600
Итого		5	55	195					20 600

Капитальные вложения в оборудование (K_{o6}) с учётом загрузки станка составляют:

ОЦ с ЧПУ - 0,73 · 20 000=14 600 т. руб.

где - 0,73 коэффициент загрузки станка

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по альтернативному варианту

		В		ность, Вт	Стоим		дного о руб.	станка,	ro py6.
Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	Стоимость всего оборудования, т. руб.
Токарно- карусельный	V1516Ф1	4	45	180	3 000	-	-	-	12 000
Координатно- расточной	CM2500V	3	1,9	5,7	2 000	1	ı	-	6 000
Радиально- сверлильный	2M57	2	5,5	11	800	1	-	-	1 600
Горизонтально- протяжной станок	7Б58	1	55	55	600	1	-	-	600
Итого		10		251,7					20 200

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Определение капитальных вложений в приспособления

Капитальные вложения в приспособления отсутствуют, так как деталь зажимается в стандартных 3-х кулачковых патронах, поставляемых с оборудованием и включенных в стоимость оборудования.

Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

$$K_{np2} = K_{yn} \cdot K_{3} \cdot n \tag{23}$$

где K_{yn} – стоимость одной управляющей программы, K_{yn} = 8000p.;

 $K_{\scriptscriptstyle 3}$ – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы, $K_{\scriptscriptstyle 3}{=}1,1;$

n = 2 количество операций для которых необходима программа

$$K_{np2} = 8000 \cdot 1, 1 \cdot 2 = 17600 \text{ p.}$$

Для внедрения новой управляющей программы понадобиться 17 600р.

Общие капитальные вложения составят:

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = 3_{M} + 3_{3\Pi} + 3_{9} + 3_{06} + 3_{0CH} + 3_{H}, \qquad (24)$$

где $3_{\scriptscriptstyle M}$ - затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

3₉ - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

 $3_{3\pi}$ - затраты на заработную плату, р.;

3_{об} - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

3_{осн} - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

3_и - затраты на малоценный инструмент; р.

Так как усовершенствованный технологический процесс не предполагает изменения метода получения заготовки, то нет необходимости учитывать затраты на ее изготовление.

$$3_{3\Pi} = 3_{\Pi p} + 3_{H} + 3_{9} + 3_{K} + 3_{TP}, \tag{25}$$

где 3_{np} – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

 $3_{\rm H}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

 $3_{\text{э}}$ — основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

 3_{κ} — основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

 $3_{\rm rp}$ — основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$3_{np} = C_m \cdot t_{um-\kappa} \cdot k_{MH} \cdot k_{\partial on} \cdot k_{ech} \cdot k_p , \qquad (26)$$

где C_m - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

 t_{utm} $_{\kappa}-$ штучно-калькуляционное временя на операцию, час;

 $k_{\scriptscriptstyle MH}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{\scriptscriptstyle MH}$ =1);

 k_{don} - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

 k_{ech} - коэффициент, учитывающий страховые взносы (k_{ech} = 1,3);

 k_p — районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях (для Урала $k_p=1,15$).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Y_{cm} = \frac{t \cdot N_{coo} \cdot k_{MH}}{F_{p} \cdot 60}; \tag{27}$$

где t – штучное время операции, мин;

 $N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска детали, $N_{\text{год}}$ = 13000 шт;

 ${\rm k}_{\rm \tiny MH}$ — коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$$k_{MH} = 1;$$

 F_{p} — действительный годовой фонд работы одного рабочего, $F_{p}=1790\,\mathrm{y}$

Результаты вычислений сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту и в таблицу 21 по альтернативному варианту.

Пример расчета операции комплексная на ОЦ с ЧПУ:

$$3_{np} = 129,87 \cdot 0,59 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 2,29 p.$$

Пример расчета численности станочников операции 015-Горизонтальнопротяжная:

$$\mathbf{H}_{c_{\mathrm{T}}}^{015} = \frac{0.59 \cdot 13000 \cdot 1.0}{1790 \cdot 60} = 0.07 \text{ чел};$$

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь по проектируемому варианту

CD.Y
ТЬ
ночник
OB,
инятая
чел.
8
1
9
]

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$33\pi = 257,64 \cdot 13\ 000 = 3\ 349\ 320\ p.$$

Таблица 21 — Затраты на заработную плату станочников за одну деталь по базовому варианту

Наименование операции	Часовая	Штучное	Заработная	Численность	Численнос
	тарифная	время,	плата, р.	станочников,	ТЬ
	ставка, р.	МИН		расчетная	станочник
				чел.	OB,
					принятая
					чел.
Токарно-карусельная	129,87	58,75	297,56	7,11	8
Координатно-расточная	158,32	52,38	265,30	6,34	7
Радиально-сверлильная	158,32	25,5	129,16	3,08	4
Горизонтально-протяжная	129,7	4,99	25,27	0,6	1
		Итого	717,29	17,13	20

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$33\pi = 717,29 \cdot 13\ 000 = 9\ 324\ 770\ p.$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$3_{\text{BCII}} = \frac{C_T^{\text{gcn}} \cdot F_P \cdot Y_{\text{gcn}} \cdot k_{\text{don}} \cdot k_P}{N_{\text{200}}}, \qquad (28)$$

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	53
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		55

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

 $N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}}$ = 13 000 шт.;

 κ_{p} – районный коэффициент, κ_{p} = 1,15;

 $\kappa_{\text{доп}} - \kappa \text{оэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,}$ $\kappa_{\text{доп}} = 1{,}05;$

 C_T^{scn} — часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$\mathbf{Y}_{\text{HAJI}} = \frac{\mathbf{g}_n \cdot \mathbf{n}}{\mathbf{H}},\tag{29}$$

где g_{π} – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет g_{π} = 3,6 шт. (совершенствуемый вариант);;

n – число смен работы оборудования, n= 3;

Н – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, Н = 10 шт.

$$\mathbf{q}_{_{\mathrm{нал\ проект}}} = \frac{3.6 \cdot 3}{10} = 1,08\ \mathrm{чел}.$$

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

$$\mathbf{\Psi}_{\text{трансп баз.}} = 0.05 \cdot 17.13 = 0.86 \text{ чел.};$$

$$\mathbf{\Psi}_{\text{трансп.проект.}} = 0.05 \cdot 8.03 = 0.4$$
чел.;

$$\mathbf{\Psi}_{\text{контр.баз.}} = 0.07 \cdot 17.13 = 1.2 \text{ чел.}$$

$$\mathbf{\Psi}_{\text{контр.прект.}} = 0,07 \cdot 8,03 = 0,56$$
 чел.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих с учетом отчислений в пенсионный фонд (30% от фонда заработной платы):

$$3_{\text{трансп.баз.}} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,86 \cdot 1,15 \cdot 1,05 \cdot 1,3}{13000} = 17,32 \text{ p.;}$$

$$3_{\text{контр.баз.}} = \frac{123,3 \cdot 1790 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,05 \cdot 1,3}{13000} = 31,98 \text{ p.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 22 по совершенствуемому варианту и в таблице 23 по базовому варианту.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому процессу

	Часовая	Численно	ость, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.	
Специальность рабочего	часовая тарифная ставка, р.	расчетная	принятая		
Наладчик станков	161,62	1,08	2	37,73	
Транспортный рабочий	93,09	0,4	1	8,03	
Контролер ОТК	123,3	0,56	1	14,86	
	Итого:	4	60,62		

Определим затраты на заработную плату за год:

$$33\pi = 60,62 \cdot 13000 = 788\ 060\ p.$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$3_{3\Pi} = 3349320 + 788060 = 4137380 \text{ p.}$$

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	55
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		33

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому процессу

Сполнонгности	Иосород торифиод	Численно	сть, чел.	Затраты на
Специальность рабочего	Часовая тарифная	расчетная	принятая	изготовление одной
раоочего	ставка, р.	P		детали, р.
Транспортный	93,09	0,86	1	17,32
рабочий	,,,,,	3,33	-	17,52
Контролер ОТК	123,3	1,2	1	31,98
	Итого:	2	49,3	

Определим затраты на заработную плату за год:

$$33\pi = 49,3 \cdot 13000 = 640900 \text{ p.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$3_{3\Pi} = 9324770 + 640900 = 9965670 p$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной деталеоперации, рассчитываем по формуле:

$$3_{9} = \frac{N_{y} \cdot k_{N} \cdot k_{gp} \cdot k_{oo} \cdot k_{w} \cdot t}{\eta \cdot k_{gu}} \cdot \mathcal{U}_{9}, \tag{30}$$

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

 $k_{\rm N}$ — средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $k_{\rm N} = 0.2 \div 0.4;$

 $k_{\mbox{\scriptsize вр}}$ — средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства $k_{\mbox{\scriptsize вр}}=0.5;$

 $k_{\text{од}}$ — средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{\text{од}}=0.75$ — при двух двигателях и $k_{\text{од}}=1$ при одном двигателе;

 k_{W} — коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_{W}=1.04\div 1.08;$

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

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

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

 \coprod_{3} – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, \coprod_{3} = 3,3 р.

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле:

$$3_{9}(005,010) = \frac{140 \cdot 0, 3 \cdot 0, 5 \cdot 1 \cdot 1, 06 \cdot 65, 76}{0, 75 \cdot 1, 02 \cdot 60} \cdot 3, 3 = 105,24 \text{ p};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 24 по базовому варианту и в таблицу 25 по совершенствуемому варианту.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная	Штучно-	Затраты на
	мощность, кВт	калькуляционное	электроэнергию, р.
		время, мин	
Токарно-карусельная	180	58,75	36,6
Координатно-расточная	5,7	52,38	3,41
Радиально-сверлильная	11	25,5	3,21
Горизонтально- протяжная	55	4,99	0,95
Итого			44,17

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$3_9 = 44,17 \cdot 13000 = 574 \ 210 \ p.$$

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная	Штучно-	Затраты на
	мощность, кВт	калькуляционное	электроэнергию, р.
		время, мин	
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	140	65,76	105,24
Горизонтально- протяжная	55	0,59	0,37
Итого			105,61

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$3_9 = 105,61 \cdot 13000 = 1372930 \text{ p.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$3_{of} = C_{aM} + C_{peM}, \qquad (31)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{aM} = \frac{\mathcal{U}_{o6} \cdot H_{aM} \cdot t_{um-\kappa}}{F_{o6} \cdot k_3 \cdot k_{gH} \cdot 60},$$
(32)

где Цоб – цена единицы оборудования, р.;

 $H_{\text{ам}}$ — норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ, $H_{\text{амH}} = 12\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

 $F_{\text{o}6\text{HOB}} = 5268,9 \text{ ч};$

 ${\bf k}_{\scriptscriptstyle 3}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, ${\bf k}_{\scriptscriptstyle 3}=0{,}85;$

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

Производим расчеты проектируемого процесса по формуле:

$$C_{am}(005,010) = \frac{20000000 \cdot 0,07 \cdot 65,76}{5268.9 \cdot 0.85 \cdot 1.02 \cdot 60} = 335.88 \text{ p};$$

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

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

Вычисления производим по формуле:

$$C_{\text{pem}} = \frac{\mathcal{L}_{\text{RE}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{max}}}, \tag{33}$$

где Цоб – цена единицы оборудования, р.

 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:

$$C_{\text{pem}}(005,010) = \frac{5000000 \cdot 4}{65,76 \cdot 13000} = 23,4p;$$

где 5 000 000 – стоимость одного станка с ЧПУ

4 – число станков

65,76- время обработки на станке с ЧПУ

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 26 по совершенствуемому варианту, а в таблицу 27 по базовому варианту.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование по проектируемому тех.процессу

Модель	Стоимость,	Коли-	Норма	Штучно-	Амортиза-	Затраты
станка	тыс. р.	чество,	амортиза-	калькуля-	ционные	на ремонт,
		шт.	ционных	ционое	отчисле-	p.
			отчисле-	время, ч	ния, р.	
			ний, %			
Обрабаты-						
вающий центр с ЧПУ	5 000	4	7	65,76	335,88	23,4
DMU 125 FD						
7Б58	600	1	7	0,59	0,09	2,34
				Итого	335,97	25,74

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$3_{\pi} = 335,97+25,74=361,71 \text{ p.}$$

Таблица 27 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование по базовому тех.процессу

Модель	Стоимость,	Коли-	Норма	Штучно-	Амортиза-	Затраты
станка	тыс. р.	чество,	амортиза-	калькуля-	ционные	на
		шт.	ционных	ционое	отчисле-	ремонт,
			отчисле-	время, ч	ния, р.	p.
			ний, %			
Токарно-	3 000	4	7		180,05	50,59
карусельная	3 000	4	,	58,75	160,03	30,39
Координатн	2 000	3	7		80,27	8,43
о-расточная	2 000	3	,	52,38	80,27	0,43
Радиально-	800	2	7		10,42	6,93
сверлильная	800	2	,	25,5	10,42	0,93
Горизонталь						
но-	600	1	7	4,99	0,76	2,50
протяжная						
				Итого	271,5	68,45

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$3_{\pi} = 271,5+68,45=339,95 \text{ p}.$$

						Лист
			·		ДП 44.03.04.072 ПЗ	60
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		00

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле [14]:

$$\mathbf{3}_{\mathrm{H}} = \frac{\mathcal{I}_{H} + \beta_{n} \cdot \mathcal{I}_{N}}{T_{cm} \cdot \mathbf{N}_{coo} \cdot (\beta_{n} + 1)} \cdot T_{M} \cdot \eta_{H}, \tag{34}$$

где Ци – цена единицы инструмента, руб.;

 β_n - число переточек;

 \coprod_{Π} – стоимость одной переточки, руб.;

 T_{cr} – период стойкости инструмента;

Т_м – машинное время;

 $\eta_{\rm H}$ - коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{\rm H}=0.98;$

 $N_{\rm rog}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\rm rog}$ = 13000 шт.

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

Таблица 28 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	Тм, мин	Затраты на
			инструмент, р
005-010	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	47	578,41
005-010	Резец расточной ГОСТ 18883-73	11,75	252,8
015	Сверло ГОСТ 10903	26,19	129,47
015	Метчик ГОСТ 2424-83	29,19	66,9
020	Сверло ГОСТ 10903-77	16	286,4
020	Метчик ГОСТ 2424-83	9,5	22,3
030	Протяжка	4,99	125,3
			1 461,58

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$3_{unc} = \frac{II_{nn} + II_{\kappa} / Q}{T \cdot b \cdot N} \cdot T_{M}$$
(35)

						Лист
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	61
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		01

где U_{nn} - цена сменной многогранной пластины, р.;

 \mathcal{U}_{κ} - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации;

N - количество граней сменной многогранной пластины (для круглой пластины N=6);

b - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента: 0,9 для черновых переходов, 0,95 для чистовых;

 $T_{\scriptscriptstyle M}$ - машинное время, мин;

Т – нормативная стойкость инструмента, мин.

Стоимость твердосплавных пластин представлена в таблице 29.

Таблица 29 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

Форма твердосплавной сменной пластины	Ромбическая С,D,V	Трех- гранная Т,W	Квадрат- ная S	Круглая R
 Q - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации 	500	350	250	200

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$3_{un} = \frac{6 \times 500 + 6500/250}{180 \times 0.9 \times 4} \cdot 0,63 = 29,47 \text{ p}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{unc} = \frac{II_{unc} + \beta_{\Pi} \cdot II_{\Pi}}{T \cdot (\beta_{\Pi} + 1)} \cdot T_o \cdot \eta , \qquad (36)$$

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

где U_{unc} - цена единицы инструмента, руб.;

 β_n - число переточек;

 U_n - стоимость одной переточки, руб.;

T - период стойкости инструмента, мин;

 T_o - машинное время, мин;

 η - коэффициент случайной убыли инструмента ($\eta = 1,15$).

Определим затраты на эксплуатацию сверла:

$$C_{\text{unc}} = \frac{2500 + 2.150}{45.(2+1)} \cdot 7,53.1,15 = 179,6 \text{ py6}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент, результаты расчетов заносим в таблицу 23.

Таблица 30 – Затраты на эксплуатацию инструмента по проектному варианту

Инструмент	Цена инстру -мента, Цинс, руб	Число перет о-чек, β_{Π}	Стоимост ь одной переточки , Π_{Π} , руб	Период стойкос ти инструмент а, Т, мин	Машин - ное время, То, мин	Коли - честв о инстр умен та	Затраты на инстру- мент, С _{инс} , руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Фреза торцовая Ø300 R220.53 – 0300-12-3A. Пластина 1204AFTN-	6500					1	29,47
М15. Сплав МК3000	500	-	-	180	0,63	6	29,47
Фреза фасочная Ø340 R220.47–0340. Пластина TRKN	6500		-		0,05	1	2,37
2204PDTR – MD15. Сплав Т350M.	500	-		180	0,03	6	2,37
Державка внутренняя правая C5 - SDUCR-							
11070-07	3500					1	
пластина DCMT 11T032-FF1 сплав TP2500	500	-	-	30	2,75	1	13,09

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8
Державка наружная							
правая С3 – SCLCR –							
2204 – 09	3500					1	
Пластина ССМТ	700	-	-	20	20.57	1	183,56
09Т304 –FF1 сплав ТР2500.	500			30	38,57	1	·
Сверло Ø30 SD203-30-							
25-8R1.							
Покрытие TiAIN+TiN	2500	2	150	45	7,53	1	179,6
Фасочное сверло Ø8,5		_					
SD203A-C45-8,5-16.5-							
8R1. Покрытие	1200	2	150	45	0,43	1	5,49
TiAIN+TiN	1200		130	43		1	
Фасочное сверло Ø10,5							
SD203A-C45-10,5-45.5-					4 = -		2.5.00
8R1.	1800	2	150	45	1,76	1	26,99
Покрытие TiAIN+TiN.							
Фасочное сверло Ø5 SD203A-C45-5.0-16.5-							
8R1.					0,6		11,76
Покрытие TiAIN+TiN	2000	2	150	45	0,0	1	11,70
Фреза резьбовая							
TM-M10X1.5ISO-10R5.	2500			60	0.24	1	21.72
Сплав СР500	2500	-	-	60	0,34	1	21,72
Фреза резьбовая							
TM-M12X1.5ISO-10R5.	2500	_	_	60	1,0	1	63,89
Сплав СР500						*	05,07
Фреза резьбовая					0.6		20.22
TM-M6X1ISO-10R5. Сплав СР500	2500	-	-	60	0,6	1	38,33
CIDIAB CF300							50600
		Ито	ГО				576,27

Результаты расчетов технологической себестоимость выпуска одной детали сводим в таблицу 31.

Таблица 31 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый процесс	Сумма, руб. Проектируемый процесс
Заработная плата с	766,59	318,26
начислениями		
Затраты на технологическую	44,17	105,61
электроэнергию		
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	339,95	361,71
Затраты на инструмент	1 461,58	576,27
Итого	2 612,29	1 361,85

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

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:

$$\Theta_{zo\delta} = (C_{\delta} - C_{np}) \cdot N_{zo\delta}, \tag{37}$$

где C_6 , C_{np} – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

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

$$\Theta_{\text{год.}} = (2\ 612,29-1\ 361,85) \cdot 13000 = 16\ 255\ 720$$
 руб.

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$\mathbf{y}_{\text{off}} = \frac{T^{\text{t}}}{T} \cdot 100\% , \qquad (38)$$

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

Т – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

Базовый процесс:

$$Y_{\text{оп}}(005) = \frac{0.98}{2.361} \cdot 100\% = 41.5\%$$
.

$$Y_{\text{оп}}(010) = \frac{0.873}{2.361} \cdot 100\% = 37\%.$$

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

$$Y_{\text{оп}}$$
 (015)= $\frac{0.425}{2.361} \cdot 100\% = 18\%$.

$$\mathbf{Y}_{\text{оп}}$$
 (020)= $\frac{0.083}{2.361} \cdot 100\% = 3.5\%$.

Проектируемый процесс:

$$Y_{\text{off}}(005) = \frac{20,78}{66,35} \cdot 100\% = 31,3\%.$$

$$Y_{\text{off}}(010) = \frac{44,98}{66,35} \cdot 100\% = 67,8\%.$$

$$Y_{\text{off}}$$
 (015)= $\frac{0.59}{66.35} \cdot 100\% = 0.9\%$.

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:

$$\mathbf{Y}_{np} = \frac{\mathbf{g}_{np}}{\mathbf{g}_{\Sigma}} \cdot 100\% , \qquad (39)$$

где g_{np} – количество единиц прогрессивного оборудования, g_{np} =4 шт.; g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, g =5 шт.

$$Y_{\rm np} = \frac{4}{5} \cdot 100\% = 80\%$$
.

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{_{GH}} \cdot 60}{t}, \tag{41}$$

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{np.npoekm.} = \frac{1790 \cdot 1, 2 \cdot 60}{66,35} = 2042 \mu m / чел.год$$

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{np.\delta a3.} = \frac{1790 \cdot 1, 2 \cdot 60}{141,66} = 910 um / чел.год$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{np} - B_{\delta}}{B_{\delta}} \cdot 100\%, \tag{42}$$

где $B_{np},\,B_{6}$ – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{2042 - 910}{910} \cdot 100\% = 124,4\%$$

В таблице 32 представлены технико-экономические показатели проекта.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 32 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование	Г	Значения п	юказателей	Изменение	
показателей	Ед. изм.	базовый	проектный	показателей	
		вариант	вариант		
Годовой выпуск деталей	шт.	13000	13000	0	
Количество оборудования	шт.	4	2	-2	
Численность рабочих	чел.	20	9	-11	
Сумма инвестиций	т. руб.		1 4716,6		
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,361	1,11	-1,251	
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	2 612,29	1 361,85	-1250,44	
- затраты на инструмент - заработная плата рабочих	10	1461,58 766,59	576,27 318,26	-885,31 -448,33	
Доля прогрессивного оборудования	%	0	80	80	
Производительность труда	шт/чел. год	910	2042	+1132	
Рост производительности труда	%	100	224,4	+124,4	
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,775	0,73	-0,045	
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	-	16 255 720	-	
Срок окупаемости	лет		1		

ВЫВОДЫ:

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 1,92 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обусловливает применением современного оборудования и прогрессивного инструмента, что при неизменных материальных и трудовых затратах ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус подшипника», 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 16 255 720 т. руб. и срок окупаемости проекта 1 год.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Система переподготовки персонала

Система переподготовки персонала на базе учебного центра АО «Группа Комос».

Современный уровень развития производства обуславливается степенью автоматизации производственных процессов. Одними из ведущих средств автоматизации являются станки с программным управлением. В настоящее время специальность "оператор-наладчик станков с числовым программным управлением (ЧПУ) является востребованной на рынке труда. Станки с ЧПУ отличаются лучшей производительностью и легкой настройкой. С учетом высокого спроса данного вида станков появляется необходимость повышения квалификации специалистов, операторов станков с ЧПУ. Техника постоянно обновляется, функционал расширяется, а, следовательно, переобучение должно проходить систематически.

Операторов станков с программным управлением подготавливают в учебном центре предприятия, потому как выпускников профессиональнотехнических колледжей недостаточно, для того, чтобы покрыть востребованность работников с ЧПУ.

Использование станков с программным управлением гарантирует высокое качество изделий, а также обеспечивает производству достаточную степень автоматизации, что позволяет свести физический труд к минимуму. Программы производственного обучения составляются таким образом, чтобы по ним можно было обучать оператора станков с программным управлением прямо на рабочем месте, не мешая выполнению обязательных производственных заданий.

Главными задачами операторов станков с ЧПУ (сверлильных, токарных, фрезерных и расточных) являются: обслуживание станка (подготовку и уборку рабочего места, установку и съем детали, уход за

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

станком); производство контрольно-измерительных операций (осмотр заготовки детали и режущего инструмента, измерение, контроль размеров обработанных деталей); наладку станка на новую партию деталей (подготовку и установку рабочих органов станка, режущего инструмента и приспособлений для обработки деталей).

Оператор станков с программным управлением должен обладать хорошим пространственным представлением (для чертежей, чтения установки режимов работы), точным глазомером (для установки детали, для правильной ручной подачи сверла), памятью на числа, формы пространственные расположения (для запоминания расположения кнопок, тумблеров на пульте и пр.). Для него важны такие качества, как аккуратность и кропотливость (при измерениях), координация движений рук (при закреплении и снятии деталей) и т.п.

К концу обучения каждый рабочий должен уметь выполнять работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, в соответствии с техническими условиями и нормами, установленными на предприятии. Обучение рассчитано на 2 месяца.

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали «корпус подшипника башенного крана» обработка производится на вертикальном обрабатывающем центре с ЧПУ. Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» 3 й разряд.

4.2. Анализ учебной документации

Наименование документа: Профессиональный стандарт. Операторналадчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением

Наименование вида профессиональной деятельности:

Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей.

Вид трудовой деятельности (группа занятий):

Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования.

Выпускник должен быть готов к профессиональной деятельности:

- <u>при освоении рабочей профессии</u> по выполнению работ на станках с программным управлением в качестве оператора станков с программным управлением 2 разряда.
- <u>при обучении повышения квалификации</u> по выполнению работ на станках с программным управлением в качестве оператора станков с программным управлением соответствующего ЕТКС разряда (3 разряд)

Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт

Обобщенные трудовые функции: 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 (уровень квалификации – 3)

К трудовым функциям относятся:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам;
- Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ);
- Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях;
 - Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.

Результатами освоения образовательной программы по рабочей профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

программным управлением» определяются приобретенными выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Возможные наименования должностей:

Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)

Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации

Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации

Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-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»

Рассмотрим трудовую функцию «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам» В/01.3.

К трудовым действиям относится:

- Трудовые действия по трудовой функции код A/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»;
- Ознакомление с конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке механических и электромеханических станков и манипуляторов;
- Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме станков-автоматов для фрезерования канавок сверл;
- Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме автоматов для заточки сверл;

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

- Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме зенкеров, протяжных горизонтальных, вертикальных и других аналогичных станков для внутреннего и наружного протягивания;
- Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования станков-автоматов и автоматических линий;
- Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ;
- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта).

К необходимым умениям относится:

- Необходимые умения по трудовой функции код A/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»;
- Использовать контрольно-измерительные инструменты;
- Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.
- Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации
- Пользоваться встроенной системой измерения инструмента
- Пользоваться встроенной системой измерения детали
- Отслеживать состояние и износ инструмента
- Читать и оформлять чертежи, схемы и графики, составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок
- Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты
- Налаживать специальные станки-автоматы

				·
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Лист

К необходимым знаниям относится:

- Необходимые знания по трудовой функции код A/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»

Другие характеристики - наличие II квалификационной группы по электробезопасности.

При повышении квалификации обучаемый уже имеет ранее полученные знания и умения. В учебных центрах или в учебных образовательных учреждениях дается новая информация, но прежде нужно проверить имеющиеся знания и умения у обучаемых. Поэтому в методической части дипломной работы рассматриваются необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам».

Нормативный срок освоения программы, с учетом переквалификации специалиста станочника (металлообработка) на специалиста оператораналадчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением составляет не более 144 часов при очной форме обучения.

Тематический план составляется исходя из знаний и умений каждого отдельно взятого специалиста. В соответствии с ФГОС в учебный план подготовки станочника входят такие дисциплины:

Общепрофессиональные дисциплины:

- ОП.01. Технические измерения;
- ОП.02. Техническая графика;
- ОП.03. Основы электротехники;
- ОП.04. Основы материаловедения;
- ОП.05. Общие основы технологии металлообработки и работ на металлорежущих станках;
- ОП.06. Безопасность жизнедеятельности.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

А также профессиональный набор дисциплин:

- МДК.01.01. Технология металлообработки на металлорежущих станках с программным управлением;
- МДК.02.01. Технология обработки на металлорежущих станках. Учитывая, что переподготовка по профессии оператор-наладчик ведется на базе учебного центра опираясь на:
 - 1) Требования профессионального стандарта оператора наладчика
 - 2) Имеющийся учебный план и содержание подготовки станочников составим тематический план переподготовки станочников на операторов-наладчиков с расчетом на 144 часа.

В таблице 15 приведены соотношения требований профессионального стандарта, дисциплин учебного плана и предложенных тем учебнотематического плана.

Таблица 33

Профессиональный стандарт станочника	Профессиональный стандарт оператора-наладчика	Учебно-тематический план	
ОБЩЕПРОФЕССИО	ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ		
ОП.01. Технические измерения	Допуски и технические измерения. Средства измерений	Переподготовка не требуется	
ОП.02. Техническая графика	Компьютерная графика и 3-D моделирование	Необходима переподготовка	
ОП.03. Основы электротехники	-	Переподготовка не требуется	
ОП.04. Основы материаловедения	Современные материалы в машиностроении	Необходима переподготовка	

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Окончание таблицы 33

ОП.05. Общие основы технологии металлообработки и работ на металлорежущих станках	Современные технологии обработки деталей на обрабатывающих центрах	Необходима переподготовка
ОП.06. Безопасность жизнедеятельности	Безопасность жизнедеятельности	Переподготовка не требуется

Таблица 34 -Тематический план

	Количество часов		
Наименование дисциплины	Всего часов	Теоретическое обучение 26	Практическое обучение 110
1. Современные материалы в машиностроении	2	2	-
2. Современные технологии обработки деталей на обрабатывающих центрах	8	6	2
3. Компьютерная графика и 3-D моделирование (Разработка и моделирование деталей с использованием систем автоматизированного проектирования. Особенности проектирования операций механической обработки на станках с ЧПУ)	6	4	2
4. Типы станков с программным управлением	4	2	2

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

5. Устройство станков с программным управлением. Гидропневматика станков с числовым программным управлением. Кинематика станка с ЧПУ 6. Программное управление станками. Коррекция режущего инструмента. Программирование скорости подачи. Программирование резьбонарезания 7. Наладка станков с ЧПУ. 6 4 2 Базирование и закрепление заготовок. Настройка и установка режущего инструмента 8. Размерная настройка станков с ЧПУ. Контроль деталей и режущего инструмента 72 Консультации 4 Квалификационный экзамен 4 Квалификационный экзамен 5 Устройственное обучение об			7	
станками. Коррекция режущего инструмента. Программирование скорости подачи. Программирование резьбонарезания 7. Наладка станков с ЧПУ. 6 4 2 Базирование и закрепление заготовок. Настройка и установка режущего инструмента 8. Размерная настройка станков 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24	программным управлением. Гидропневматика станков с числовым программным управлением. Кинематика	6	4	2
Базирование и закрепление заготовок. Настройка и установка режущего инструмента 24 24 8. Размерная настройка станков с ЧПУ. Контроль деталей и режущего инструмента 72 - 72 Консультации 4 4 -	станками. Коррекция режущего инструмента. Программирование скорости подачи. Программирование	8	4	4
с ЧПУ. Контроль деталей и режущего инструмента Производственное обучение 72 - 72 Консультации 4	Базирование и закрепление заготовок. Настройка и установка режущего	6	4	2
Консультации 4	с ЧПУ. Контроль деталей и	24	-	24
	Производственное обучение	72	-	72
Квалификационный экзамен 4 4	Консультации	4		
	Квалификационный экзамен	4		4

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Таблица 35 – Формирование перспективно-тематического плана

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Методы	Формы УПД	Тип занятия	Технически е с/о	К-во часо в
1	Типы станков с числовы м програм мным управлен ием	Научить различать типы станков с ЧПУ; Развивать умение анализировать и применять ранее полученные знания;формирова ть познавательный интерес, воспитать ответственное отношение к трудовой деятельности.	Рассказ Беседа	фронтальн ая	комбини рованное	Мультимед ийный проектор	2
2	Разбор типов станков с числовы м програм мным управлен ием	Научить работать на различных типах станков с ЧПУ Развивать умение анализировать и применять ранее полученные теоретические знания на практике работы со станками с ЧПУ Формировать познавательный интерес, воспитать ответственное отношение к трудовой деятельности	Интерак тивный: Работа в малых группах	Групповая	практиче ское	-	2

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

План-конспект занятия «Типы станков с программным управлением»

Тема: Типы станков с программным управлением.

Цели:

Обучающие: научить различать типы станков, с программным управлением;

Развивающие: развивать умение анализировать и применять ранее полученные знания;

Воспитательные: формировать познавательный интерес, воспитать ответственное отношение к трудовой деятельности.

Тип занятия: занятие по усвоению новых знаний.

Методы обучения:

Словесные: рассказ, беседа;

- наглядные:
 - ✓ демонстрации;
 - ✓ использование технических средств

Средства обучения:

- мультимедиа проектор;
- иллюстрации (презентация, схемы, таблицы, диаграммы, модели).

Форма организации УПД: фронтальная

Таблица 36 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на занятии

Эта	Деятельность преподавателя	Деятельность	Средства	Bpe
П		учащихся	обучения	МЯ
урок				этап
a				a
				урок
				a,
				МИН
1	2	3	4	5
Орга	Приветствие учащихся: Добрый день,	Приветствие		5
низа	студенты. Меня зовут Николай	педагога:		
цион	Николаевич.	Добрый день,		
ный	Проверка присутствующих по	Николай		
MOM	журналу, подготовка	Николаевич		
ент	мультимедийного проектора к			
	работе.			

						7
					ДП 44.03.04.072 ПЗ	Γ
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Мот	Оглашение темы лекции и ее краткое	Слушают,	Проектор,	2
ивац	описание:	записывают тему	экран,	
ия <i>-</i>	Сегодняшняя тема лекции	лекции и имя	презентация:	
учеб	соответствует названию дисциплины:	педагога.	выводится	
ной	«Типы станков с программным		титульная	
деят	управлением».		страница с	
ельн			названием	
ости	Это значит, что мы рассмотрим		дисциплины и	
уча	основные типы станков, работающих		темы занятия	
щих	на программном управлении и их			
ся	краткие характеристики. Более			
	подробную информацию по ним вы			
	получите, посетив дисциплину:			
	«Устройство станков с программным			
	управлением. Гидропневматика			
	станков с числовым программным			
	управлением. Кинематика станка с			
	управлением. Кинематика станка с ЧПУ».			
Акт	Проверка базовых знаний по типам		Проектор,	5
уали	станков:		экран,	
заци	Сейчас, ответьте мне: какие типы	Отвечают на	презентация:	
Я	станков вам известны?	вопросы	выводится	
опор	Claimed Ban Hober Hibr.	преподавателя.	титульная	
ных	Дополнительный опрос на знание	проподивитовы	страница с	
знан	типов станков с программным		названием	
ий	управлением:		дисциплины и	
1111	Теперь, ответьте какие вам известны	Отвечают на	темы занятия	
	типы станков, работающих на	вопросы	Tembi Sanatan	
	программном управлении?	преподавателя.		
Coo	Объяснение нового материала:	Учащиеся	Проектор,	
бще	Типы станков с числовым	*	экран,	60
		конспектируют данный им	презентация:	(c
ние	программным управлением главным		,	1
ново	образом определяются их	материал.	Выводится	учет
ГО	технологическими возможностями.		слайд № 2	OM
мате	Первый тип станков с ЧПУ: Токарные.		презентации с	пере
риал	Они предназначены для обработки		фотографией	рыв
a	наружных и внутренних поверхностей		токарного	меж
	деталей типа тел вращения с		станка и	ду
	прямолинейными и криволинейными		кратким	уче
	контурами, со сложными внутренними		описанием.	ным
	полостями, наружной и внутренней			И
	резьбой (валы, втулки, фланцы,			
	крышки и др.).			
	Токарные станки подразделяются на:			
	центровые;		Слайд № 3	
	патронные;		презентации:	
	патронно-центровые;		«Токарные	
			станки	
	карусельные.		подразделяютс	
			я на:	
	Наибольшее распространение		-центровые;	
	тапоольшее распространение		центровые,	<u> </u>

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

получили станки с:

горизонтальной осью шпинделя; горизонтальной станиной на которой размещается суппорт с кареткой;

вертикальной станиной, на которой размещается суппорт с кареткой; наклонной станиной, на которой размещается суппорт с кареткой.

Для каждого отдельного станка переключается соответствующий слайд, внимание студентов акцентируется на графическом материале (взгляните на экран, чтобы видеть различия).

Направляющие продольного перемещения расположены обычно на станине, поперечного перемещения - на суппорте.

На слайде видны различия направляющих (показывает на слайдах различия).

Токарные станки оснащаются одной, двумя револьверным головками на 3-8 позиций с горизонтальной или вертикальной осью поворота или цепными, или барабанными магазинами на 8-16 инструментов.

Их различия вы можете наблюдать на следующих слайдах.

-патронные; -патронноцентровые; -карусельные.»

Слайд№ 4: фотография станка cгоризонтальной осью шпинделя: Слайд№5: Фотография станка c горизонтальной станиной; Слайд №6: фотография станка вертикальной станиной; Слайд№7: фотография станка c наклонной станиной.

Слайд№8: Фотография c различиями направляющих продольного перемещения и поперечного перемещения. Слайд№9: фотография токарного станка. оснащенного одной револьверной головкой на 3-8 позиций горизонтальной осью поворота Слайд№10: фотография токарного станка, оснащенного одной револьверной головкой на 3-8

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

В промышленности широко применяются патронно-центровые 16К20Ф3 станки различных модификаций. Карусельные станки предназначены обработки ДЛЯ крупногабаритных деталей (1512Ф3 и др.).

Следующий тип станков с числовым программным управлением: ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ.

Обратите внимание на экран: они предназначены для выполнения операций объемного и контурного фрезерования плоскостных и корпусных деталей сложной конфигурации, а также для сверления, зенкерования, растачивания, нарезания резьбы и т.п.

По компоновке фрезерные станки делятся на: вертикально-фрезерные и горизонтально-фрезерные.

Станки обеих групп могут быть консольными и без консольными, с ручной и автоматической сменой

позиций с вертикальной

осью поворота Слайд№11: фотография токарного станка, оснащенного двумя револьверными головками на 3позиций вертикальной осью поворота. Слайд№12: фотография токарного станка, оснащенного двумя револьверными головками на 3позиций горизонтальной осью поворота. Слайд№13: фотография токарного станка, оснащенного цепными магазинами на 8-16 инструментов. Слайд№14: Фотография токарного станка, оснащённого барабанными магазинами на 8-16 инструментов. Слайд№15: фотография патронноцентрового станка 16К20Ф3 (стандартный)

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

инструмента, одно- и многошпиндельные, с числом управляемых координат три и более.

Применяются также продольнофрезерные станки. На предприятиях наиболее распространены вертикальнофрезерные станки мод. 6Р13Ф3, 6520Ф3, МА655Ф3 и горизонтальнофрезерные мод.6Б444Ф3 и др.

Следующие два типа станков: СВЕРЛИЛЬНЫЕ И РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ с ЧПУ.

Обратите свое внимание на презентацию.

Они предназначены для обработки отверстий различными инструментами в плоскостных и корпусных деталях.

Сверлильные станки чаще всего имеют револьверную головку. Расточные станки подразделяются горизонтально-расточные координатно-расточные. На некоторых станках онжом производить Распространены фрезерование. вертикально-сверлильные станки мод.2Р135Ф2 и горизонтальнорасточные станки (мод.2А622Ф2 и др.).

МНОГОЦЕЛЕВЫЕ СТАНКИ некоторой литературе их называют многофункциональные станки, многооперационные станки или станки "обрабатывающий типа центр") обеспечивают комплексную обработку сложных деталей с разных сторон без их перебазирования. Такие станки оснашаются инструментальными Многоцелевые магазинами. станки выпускаются для обработки корпусных и плоскостных деталей, реже- для обработки тел вращения. Некоторые конструкции станков имеют устройства автоматической смены заготовок.

По компоновке различают многоцелевые станки с

Слайд№16: фотография карусельного станка, предназначенно го для обработки крупногабаритн ых деталей (151Ф3)

Слайд№16: фотография фрезерного станка.

Слайд№17: фотография вертикально фрезерного станка. Слайд№18: фотография горизонтально фрезерного станка.

Слайд№18: фотографии консольного без консольного фрезерного станка. Слайд№19: Фотографии фрезерных станков C ручной и автоматической сменой инструмента. Слайд№20: фотографии фрезерных станков одно- и многошпиндель ными.

Слайд№21: фотография продольнофрезерного станка.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

горизонтальным расположением поворотным шпинделя столом И (мод.ИР500ПМФ4, ИР320ПМФ4 и др.) вертикальным станки c расположением шпинделя (мод.243ВМФ2 Ha И др.). многоцелевом прецезионном станке мод.ИР200АМФ4 кроме традиционных работ можно производить шлифование, в том числе по контуру.

Кроме рассмотренных токарных, фрезерных, сверлильных и многоцелевых, имеются другие типы металлорежущих станков с ЧПУ, например, шлифовальные, зубообрабатывающие, для электрообработки, но они используются реже.

Слайд№22: фотографии сверлильных и расточных станков с ЧПУ

Слайд№23: фотография револьверной головки.

Слайд№24: Фотография многоцелевого станка с ЧПУ.

Слайд№25 (последний): фотографии многоцелевых станков с горизонтальным расположением шпинделя/повор отным столом/вертикальным расположением шпинделя.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта являлась разработка усовершенствованного технологического процесса механической обработки детали «Корпус подшипника».

В результате работы было проанализировано служебное назначение детали и ее технологичность. Выбран крупносерийный тип производства, метод получения заготовки и технологические базы. Разработан комплект документации технологического процесса. Составлен фрагмент управляющей программы для обработки резьбовых отверстий. Произведены экономические расчеты. Разработана методика подготовки рабочих в условиях СПО для работы на станках с ЧПУ.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. 728 с.
- 2. Басаков М.И. Охрана труда (безопасность жизнедеятельности в условиях производства): Учебно-практическое пособие. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н /Д: Издательский центр «МарТ», 2003. 400с.
- 3. Безменов А.Е. Допуски, посадки и технические измерения: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1969. – 322с.
- 4. Безопасность жизнедеятельности : Учебник Под ред. проф. Э. А. Арустамова. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2007.- 456 с.
- 5. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Л.А. Муравья. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 431с
- 6. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении [Текст]: Учеб. пособие для средн. Проф. учебных заведений / В.Г. Еремин, В.В. Сафронов и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высш. шк., 2002. 310с.
- 7. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении: Учебное пособие /Под редакцией Ю.М. Соломенцева М.: Высш. шк., 2002. 310 с.
- 8. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. М.: Машиностроение, 1992 528с.
- 9. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник. М.: Машиностроение, 1987. 386с. (Серия справочников для рабочих).
 - 10. Власов А.Ф. Техника безопасности при обработке металлов

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

- резанием [Текст]: Учеб. пособие для средних профессиональнотехнических училищ по курсу «Безопасность труда при обработке металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1980. – 80с.
- 11. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учеб. для сред.спец.учеб.заведений / Под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высш.школа, Издательский центр «Академия», 2001. 304с.
- 12. Высокопроизводительная обработка металлов резанием. М.: Издательство «Полиграфия»,2003.- 301с.
- 13. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М.: Машиностроение, 1971.- 425 с.
- 14. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
- 15. Грибов В.Д., Грузилов В.П. Экономика предприятия. М.: Финансы и статистика, 1997. 368с.
- 16. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М: Машиностроение, 1994. 220 с.
- 17. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М: Высшая школа, 1976. 534 с.
- 18. Емельянов А.Г Основы природопользования [Текст]: Учебник для студентов высш. учеб. заведений.-М.: Издат. центр «Академия», 2004.-304с.
- 19. Еремин В.Г. Сафронов В.В. и др. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении: Учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 2000. 392 с.
- 20. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л. и др. Технология машиностроения. Книга 1. Основы технологии машиностроения. М: Высшая школа, 2003. 278 с.
- 21. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л. и др. Технология машиностроения. Книга 2. Производство деталей машин. М: Высшая

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

- школа, 2003. 295 с.
- 22. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.
- 23. Зайцев С.А. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: Учебник для нач. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2004.—240с.
- 24. Иванов А.Г. Измерительные приборы в машиностроении: учебник для вузов/ А.Г. Иванов . М.: Машиностроение, 1981. 496с.
- 25. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 860с.: ил.
- 26. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник для вузов / А.Н. Ковшов. Машиностроение, 1987. 320с.
- 27. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технологамашиностроителя. Т 1. – М: Машиностроение, 1985. – 656 с.
- 28. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технологамашиностроителя. Т 2. – М: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 29. Кривошеин Д.А., Муравей Л.А., Роева Н.Н. и др. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов. М., 2000. 447с
- 30. Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю., Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система Издательство: М.: «Эльф ИПР», 2006, 286 с.
- 31. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник для вузов / А.А. Маталин. Л.: Машиностроение, 1980. 512 с.
- 32. Медовой И.А., Уманский Я.Г., Журавлев Н.М., Исполнительные размеры калибров. Справочник. Книга 1. М: Машиностроение, 1980. 384 с.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

- 33. Методические указания для выполнения раздела «Экологическая безопасность» дипломного проекта и дипломной работы. Екатеринбург, 2005. 17с.
- 34. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. М: Машиностроение, 1984. 400 с.
- 35. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки: Учебник для средних специальных учебных заведений по машиностроительным

специальностям / В.А. Гапонкин, Л.К. Лукашев,

- 36. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство.-М.: Машиностроение, 1984 (14)
- 37. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Часть 1. – М: Машиностроение, 1967. – 465 с.
- 38. Панов А.А., Аникин В.В., Бойм Н.Г. и др. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. М: Машиностроение, 1988. 736 с.
- 39. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник:/ под ред. В.И. Баранчикова. М.: Машиностроение, 1990. 376c
- 40. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов.—2е изд., перераб.и доп. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 432с.
- 41. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.; 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985.- 656 с.
- 42. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1986.- 496 с.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

- 43. Технико—экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие/ Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова и др. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед.унт», 2006-66с.
- 44. Технология машиностроения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погодин и др.] М. Издательский центр «Академия», 2006. 528 с.
- 45. Технология металлов и материаловедение. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьякова А.В. и др. М.: Металлургия, 1987. 800с.
- 46. Филиппов Г.В. Режущий инструмент. Ленинград: Машиностроение, 1981. 392 с.
 - 47. Фишер П.А. Экономика М.: Экономика. 1997. 376 с.
- 48. Черпаков Б.И. Технологическая оснастка: Учебник для учреждений сред. проф. образования / Б.И. Черпаков. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 288с.
- 49. Чечевицына Л.Н. Микроэкономика. Экономика предприятия. Ростов-на-Дону: Феникс. 2001. 384с.
- 50. Шишмарев В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студ.учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. –М.: Издательский центр «Академия», 2004. 352с.
- 51. Яблонский О.П., Иванова В.А. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: Учебник / Серия «Высшее образование». Ростов н/Д: Феникс, 2004. 448с.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Приложение А.

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Корпус подшипника	A1
2	Корпус подшипника. Отливка	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 005	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010	A1
5	Иллюстрация техпроцесса. Операция 015	A1
6	Фрагмент управляющей программы	A1
7	Технико-экономические показатели проекта	A1
	Итого: листов формата A1 – 7	

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

Приложе	ение Б.		
Изм. Лист № Документ	а Подпись Дата	ДП 44.03.04.072 ПЗ	<i>Лист</i> 91