

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МЕХАНИЗМА  
ОГРАНИЧЕНИЯ УГЛОВ»

Выпускная квалификационная работа

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

Идентификационный код ВКР: 735

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 117 листов, 3 рисунка, 35 таблиц, 35 источников литературы, 5 листов чертежей и плакатов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ.

В выпускной квалифицированной работе предложен усовершенствованный тех. процесс обработки детали с применением современного оборудования с ЧПУ MASTURN 54.

Разработан комплект технологической документации, который содержит маршрутное и операционное описание технологического процесса изготовления детали, подтверждающее рациональность предложенных изменений снижения себестоимости продукции, трудоёмкости производства. Рассчитаны режимы резания и нормы времени, выбран режущий инструмент и контрольно-измерительный инструмент. Рассчитаны основные технико-экономические показатели базового и проектного вариантов технологического процесса.

В методической части, выполнен анализ профессиональных стандартов по профессиям токарь и оператор-наладчик ОЦ. Проанализирован учебный план переподготовки, используемый в центре ДПО на ПАО «МЗиК». Составлен перспективно-тематический план, разработано учебное занятие и комплект методического обеспечения на тему «Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ».

					ДП 44.03.04 933 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус механизма ограничения углов» Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Романова Е.Ю					2	121
<i>Провер.</i>		Костина О.В.						
<i>Н. Контр.</i>		Суриков В.П.						
<i>Утверд.</i>		Бородин Н.В.						
						ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО, каф. ТМС Гп 3ТО-405С		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.2. Анализ технических требований к детали.....	8
1.3. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса .....	10
1.4. Анализ базового технологического процесса.....	10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	12
2.1. Определение типа производства.....	12
2.2. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	14
2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования.....	18
2.4. Составление технологического маршрута обработки детали.....	20
2.5. Выбор средств, технологического оснащения.....	21
2.6. Технологические расчеты.....	26
2.6.1. Расчет припусков на механическую обработку.....	26
2.6.2. Расчет режимов резания.....	34
2.6.3. Расчет технических норм времени.....	37
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	40
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	43
4.1. Расчет капитальных вложений.....	44
4.1.1. Определение технологического оборудования.....	44
4.1.2. Расчет капитальных вложений в оборудование.....	47
4.2. Расчет технологической себестоимости.....	47
4.2.1. Затраты на материалы.....	48
4.2.2. Затраты на заработную плату рабочих.....	48

4.2.2.1. Заработная плата основных рабочих.....	49
4.2.2.2. Заработная плата вспомогательных рабочих.....	50
4.2.3. Затраты на электроэнергию.....	50
4.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	51
4.2.4.1. Амортизационные отчисления.....	52
4.2.5. Затраты на эксплуатацию инструмента.....	54
4.3. Трудоемкость продукции.....	57
4.4. Расчет производительности .....	57
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	77
Приложение А. Лист задания на дипломирование.....	81
Приложение Б. Перечень графического материала .....	82
Приложение В. Управляющая программа.....	83
Приложение Г. Конспект занятия .....	103
Приложение Д. Презентация к занятию.....	111
Приложение Е. Комплект технологической документации.....	117

## ВВЕДЕНИЕ

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

Возрождение и развитие отечественной машиностроительной промышленности невозможно без интенсификации производства на основе широкого использования достижений науки и техники, применения прогрессивных технологий. Повышение эффективности машиностроительного производства может быть осуществлено только путём его автоматизации и механизации, оснащения высокопроизводительным оборудованием.

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

ПАО «Машиностроительный завод им. М.И. Калинина» - это производство полного цикла (от заготовки до готового изделия). Предприятие было основано в 1866 году и на сегодняшний момент возникает острая необходимость замены старого оборудования на новое современное высокопроизводительное оборудование. Для решения этой задачи объединение выделяет значительные средства.

Сутью данной выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус ограничителя» с использованием более производительного современного прогрессивного оборудования и технологической оснастки. В

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

настоящее время деталь изготавливается на агрегатном станке, что приводит к увеличению трудоёмкости и себестоимости изготовления продукции. Снижение трудоёмкости и себестоимости, повышение технико-экономических показателей являются актуальными и современными задачами, которые необходимо решать на производстве.

Основные задачи ВКР:

- проанализировать способ получения заготовки ;
- проанализировать технологический процесс механической обработки детали и усовершенствовать его с учетом использования современного оборудования;
- выбрать современный режущий инструмент и рассчитать режимы резания;
- разработать управляющую программу
- рассчитать экономическую эффективность предлагаемого технологического процесса;
- разработать методическую часть

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

## 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Корпус механизма ограничения углов» является сборочной единицей корпуса насоса.

По определению, корпусные детали машин – это базовые детали, служащие для размещения в них сборочных единиц и отдельных деталей, точность относительного положения которых должна обеспечиваться как в статике, так и в процессе работы машины под нагрузкой. В соответствии с этим корпусные детали должны иметь требуемую точность, обладать необходимой виброустойчивостью, что обеспечивает требуемое относительное положение соединяемых узлов и деталей, правильность работы механизмов и отсутствие вибрации. Характерная особенность корпусов – наличие опорных плоскостей и отверстий.

Материал детали

Деталь изготовлена из сплав АЛ9 ГОСТ 1583-93.

Основное достоинство алюминиевого литейного сплава марки АЛ9 – высокая герметичность. Это достаточно весомое качество для материала, который идёт на производство фасонных отливок. Линейная усадка, которую даёт АЛ-9 – всего 1%. Mg введен в состав этого сплава для упрочнения, поскольку он образует упрочняющую фазу с кремнием –  $Mg_2Si$ .

Назначение: тонкостенные сложные детали (корпуса насосов, блоки двигателей, детали приборов и др.), работающие при температурах не выше 200°C.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Таблица 1 – Химический состав АЛ9 ГОСТ 1583-93

Fe	Si	Mn	Al	Pb	Be	Mg	Cu	Zn	Sn
до 1,5	6-8	до 0,5	89,6-93,8	до 0,05	до 0,1	0,2-0,4	до 0,2	до 0,3	до 0,01

Таблица 2 – Механические свойства при T=20°C АЛ9

Прокат	$\sigma_B$ (МПа)	$\sigma_T$ (МПа)	$\delta_5$ (%)
литье в песчаную форму	170	120	2
литье в кокиль	230	140	4

## 1.2. Анализ технических требований к детали

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях – качественном и количественном.

Качественная оценка предшествует количественной [5].

Качественная оценка технологичности конструкции 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.

При конструировании детали использовались простые геометрические формы позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки.

Заданные требования к точности размеров и формы детали конструктивно обоснованы.

Для снижения объема обработки предусмотрены допуски только по размерам посадочных поверхностей.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Так же обеспечен свободный подвод и вывод инструмента из зоны обработки. Так же можно сказать, что плоскостей расположенных под тупыми или острыми углами к оси на детали нет.

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям:

1) коэффициент использования материала:

$$K_{им} = M_d / M_z \quad (1)$$

где  $M_d$  – масса детали по чертежу, кг;

$M_z$  – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = 0,84 / 1,6 = 0,5$$

Данный коэффициент говорит о нецелесообразном выборе способа получения заготовки в базовом технологическом процессе.

2) коэффициент точности обработки детали:

$$K_t = T_n / T_o \quad (2)$$

где  $T_n$  – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_o$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K_t = 0 / 28 = 0$$

3) коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = Ш_n / Ш_o \quad (3)$$

где  $Ш_n$  – число поверхностей детали необоснованной шероховатости;

$Ш_o$  – общее число поверхностей.

$$K_{ш} = 0 / 28 = 0$$

По итогам количественной и качественной оценки детали, можно сделать вывод о том, что данная деталь является технологической.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Средний коэффициент использования материала говорит о том, что данную заготовку можно оставить в исходном виде (литье в кокиль).

### 1.3. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

Из чертежа видно, что суммарное количество указанных на чертеже размеров составляет 28 , из которых:

7 квалитет – 6–М6;

8 квалитет – 1–Ø50мм;

9 квалитет – 1– Ø42мм;

12 квалитет – 2– Ø44,5мм, Ø106 мм;

14 квалитет – 5 –Ø72мм, 4 отверстия Ø12мм, 4 отверстия Ø7,5мм, Ø48мм, Ø10;

Остальные размеры со специальными допусками.

### 1.4. Анализ базового технологического процесса

Данные занесем в таблицу 3.

Таблица 3 - Технологический процесс обработки детали

Операция	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
305	Контрольная	Стол БТК
310	Фрезерная	FSS 450R
315	Слесарная	Верстак
320	Фрезерная	FSS 450R
325	Слесарная	Верстак
330	Токарная	МК6046РПТ
335	Токарная	МК6046РПТ
340	Токарная	МК6046РПТ
345	Токарная	МК6046РПТ
350	Сверлильная	VO-50
355	Слесарная	Верстак
360	Фрезерная с ЧПУ	6М13НЦ2

Окончание таблицы 3

365	Слесарная	Верстак
370	Сверлильная	VO-50
375	Слесарная	Верстак
380	Маркировочная	Верстак
385	Промывочная	Ванна
390	Контрольная	Стол БТК
395-495	Химпокрытие	
500	Контрольная	Стол БТК

**Достоинства технологического процесса**

В базовом технологическом процессе последовательность операций обработки, оборудование, заполнение технологических карт вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к детали и позволяет производить обработку в условиях соответствующих серийному производству.

**Недостатки технологического процесса**

В базовом технологическом процессе механической обработки детали «Корпус механизма ограничения углов» используется универсальное оборудование и стандартные инструменты (режущие и мерительные). Для условий среднесерийного производства необходимо применять наиболее современные методы обработки. Это достигается путем использования высокопроизводительных станков (станки с ЧПУ, обрабатывающие центры) и прогрессивных режущих инструментов.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Определение типа производства

Годовая программа выпуска деталей -2000 шт.

Масса детали- 0,84 кг

Ориентировочно определяем тип производства по объему годовой продукции выпуска и массы детали – среднесерийное

Таблица 4 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей, шт				
	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	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

По ГОСТ 3.1121-84 определяем тип производства по коэффициенту закрепления операций ( $K_{з.о.}$ ):

$1 < K_{з.о.} < 10$  – массовое и крупносерийное производство;

$10 < K_{з.о.} < 20$  – среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о.} < 40$  – мелкосерийное производство;

$40 < K_{з.о.}$  – единичное производство.

Количество станков определяем по штучному времени:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}, \quad (4)$$

где N-годовая программа выпуска деталей, 2000 шт.;

$T_{шт.}$ - штучное время, мин.;

$F_d$ - действительный годовой фонд времени,  $F_d=2015$ ч. (при

односменной работе);

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$\eta_{з.н.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, для крупносерийного и массового производства –  $0,65 \div 0,75$ , примем = 0,65

Данные для определения коэффициента загрузки оборудования  $K_{з.о}$  занесем в таблицу 5.

Таблица 5- Данные для определения коэффициента  $K_{з.о}$ .

Операция	$T_{шт}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф}$	O
1	2	3	4	5	6
305	0,1	0,02	1	0,02	
310	5,0	0,64	1	0,64	
315	1,0	0,13	1	0,13	
320	5,0	0,64	1	0,64	
325	1,0	0,13	1	0,13	
330	20,0	2,55	1	2,55	
335	17,0	2,2	1	2,2	
340	28,0	3,6	1	3,6	
345	9,0	12,6	1	12,6	
350	5,0	0,64	1	0,64	
355	1,5	0,2	1	0,2	
360	9,0	12,6	1	12,6	
365	2,0	0,3	1	0,3	
370	6,0	0,8	1	0,8	
375	12,0	1,53	1	1,53	
380	1,5	0,2	1	0,2	
385	1,0	0,13	1	0,13	
390	6,5	0,82	1	0,82	
	$\Sigma T_{шт}=130,6$		$\Sigma P= 2$		$\Sigma O=38$

$$K_{з.о.}=38/2=19$$

$10 < K_{з.о.} \leq 20$ - среднесерийное производство

По ГОСТу 14.312-74 определяем организацию производства- групповую (характеризуется периодическим запуском деталей партиями, № дней)

Определяем количество деталей в партии для одновременного запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{247} = \frac{2000 \cdot 5}{247} 40,5 \text{ шт} \quad (5)$$

где а- периодичность запуска, в днях

247- количество рабочих дней в году.

Таким образом мы определили тип и организацию производства.

## 2.2. Выбор заготовки и метод ее получения

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали.

Факторы влияющие на выбор заготовки:

Материал – АЛ9 ГОСТ 1583-93

Годовая программа выпуска продукции -2000 штук.

Тип производства – среднесерийное.

Тип детали- корпус.

Размеры детали и оборудование.

Экономичность изготовления заготовки.

В базовом технологическом процессе заготовку получают отливкой.

Литье является одним из важнейших и распространенных способов изготовления заготовок и деталей машин. Литьем получают заготовки различной конфигурации, размеров и массы из различных металлов и сплавов — чугуна, стали, алюминиевых, медных, магниевых и др. сплавов. Литье — это наиболее простой и дешевый, а иногда и единственный способ получения изделий.

Для получения отливок наиболее широко применяется литье:

- в песчаные формы
- в кокиль
- по выплавляемым моделям
- в оболочковые формы
- под давлением

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выбор метода получения заготовки зависит от точности размеров, материала детали, шероховатости поверхности, от конфигурации, размеров и массы детали, а так же от типа производства.

Литье в кокиль экономически целесообразно при величине партии не менее 300-500 шт. для мелких отливок и 30-50 шт. для крупных отливок. Этим способом можно получить отливки массой 0,27-7 т. Параметр шероховатости Ra 0-2,5.

Нормы точности отливки: 7-1-9-9 (ГОСТ 26645-85)

Размер отливки  $L_{отл}$  устанавливаются больше(+Z) или меньше (-Z)

$$L_{отл}=(L_{дет}+Z1+Z2)+T/2=(106+3+3)+0,6=112,6\text{мм,}$$

где Z1 и Z2 –припуск на механическую обработку с одной и другой стороны;

T- допуск размерной точности отливки

Литье в песчаные формы имеет основной недостаток, высокая шероховатость поверхности, обусловленная крупнозернистой структурой формовочной смеси. Кроме того, возможен пригар формовочной смеси к поверхности отливки, и низкая точность вследствие смещения стержней и погрешностей изготовления и сборки отдельных частей формы.

Литье в землю по металлическим моделям при машинной формовке получают отливки массой для 10-15 т при наименьшей толщине стенок 3-8 мм. Параметр шероховатости Ra 20-5.

Литье в оболочковые формы применяется для получения отливок массой до 100 кг из чугуна, стали и цветных металлов. Параметр шероховатости Ra 20-2,5.

Литье по выплавляемым моделям экономически целесообразно для литых деталей сложной конфигурации из любых сплавов и массой 50-100 кг при партии свыше 1000 шт. Параметр шероховатости Ra 10-2,5.

Литье под давлением применяется в основном для получения фасонных отливок из цинковых, алюминиевых, магниевых и латунных

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

сплавов. Способ считается целесообразным при величине партии в 1000 и более деталей и массе до 100 кг. Параметр шероховатости Ra 5.

Центробежное литье может применяться при выполнении заготовок, имеющих форму тела вращения и массу 0,01-3 т. Параметр шероховатости не более Ra 40-10.

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты:

1. Метод получения заготовки принимается аналогичным существующему на данном производстве.
2. Метод изменяется, что, однако, не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.
3. Метод изменяется, и это влечет за собой изменения в ряде операций механической обработки детали.

В нашем случае рассмотрим второй вариант. В нем предпочтение следует отдать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью.

Сравнение проведем в два этапа:

1-ый этап: Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Отливка в песчано-глинистые формы -  $K_{им} = 0,4$  ;

Отливка в кокиль -  $K_{им} = 0,5$ .

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовок на основе расчета стоимости заготовки (в рублях) с учетом ее черновой обработки:

$$C_3 = M \cdot C_M - M_o \cdot C_c + C_{з.ч} \cdot T_{шт.} \left(1 + \frac{C}{100}\right), \quad (6)$$

где  $M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_M$  – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки [9];

$M_o$  – масса отходов материала, кг;

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$C_c$  – цена 1 кг. отходов, р. [9];

$C_{ч.з}$  – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. – ч;

$T_{шт(ш-к)}$  – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч.[9];

$C_{ц}$  - цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (7)$$

где  $C_{31}, C_{32}$  – стоимости сопоставляемых заготовок, р.;

$N$  – годовая программа, шт.;

$\mathcal{E}_3$  – экономический эффект, р.

Таблица 6 - Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали – алюминий АЛ9	Вид заготовки	Отливка в песчано-глинистые формы	Отливка в кокиль
Масса детали – 0,84 кг	Масса заготовки, кг	5	1,6
Годовая программа – 2000			
Тип производства – среднесерийное	Коэффициент использования материала $K_{им}$	0,4	0,5

$$C_{31} = 5 \cdot 100 - 3,2 \cdot 8 + 105 \cdot (29,2/60) \cdot (1+0,8) = 529,59 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 1,6 \cdot 100 - 0,76 \cdot 8 + 105 \cdot (11/60) \cdot (1+0,8) = 119,27 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = (529,59 - 119,27) \cdot 2000 = 820640 \text{ руб.}$$

Выбираем литье в кокиль, так как для данного типа производства оно более экономичное.

### 2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Исходными данными для выбора технологических баз обычно являются чертеж заготовки со всеми техническими требованиями, вид и точность заготовки, условия расположения и работы в машине.

Выбранные базы должны полностью соответствовать основным принципам, которыми обычно руководствуются при выборе технологических баз, а именно:

- принцип совмещения баз (в качестве технологических баз принимаются конструкционные, используемые для определения положения детали в пространстве);
- принцип постоянства баз (на основных операциях используют одни и те же базы) соблюдается полностью;
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки – в данной детали предусмотрена удобная и надежная технологическая база, которая обеспечивает достаточную жесткость и устойчивость детали при установке.

В первую очередь необходимо подготовить чистовые базы для дальнейшей обработки. Первой обрабатывается торец, цилиндрическая поверхность, растачивается отверстие, фаска затем сверлим отверстие и нарезаем резьбу. Во время этой операции обрабатываются (за один установ) поверхности, становящиеся чистовой базой на следующей операции. Черновой базой при этом является торец и необработанная цилиндрическая поверхность.

Далее обрабатываются торец и цилиндрические поверхности. Базами при этом являются: обработанные на предыдущей операции цилиндрическая поверхность и торец.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Затем обрабатывается торец, растачиваются внутренняя фаска и канавки, сверлим и цекуем четыре отверстия, фрезеруются четыре паза. Базами при этом являются: обработанные на предыдущей операции цилиндрическая поверхность и торец.

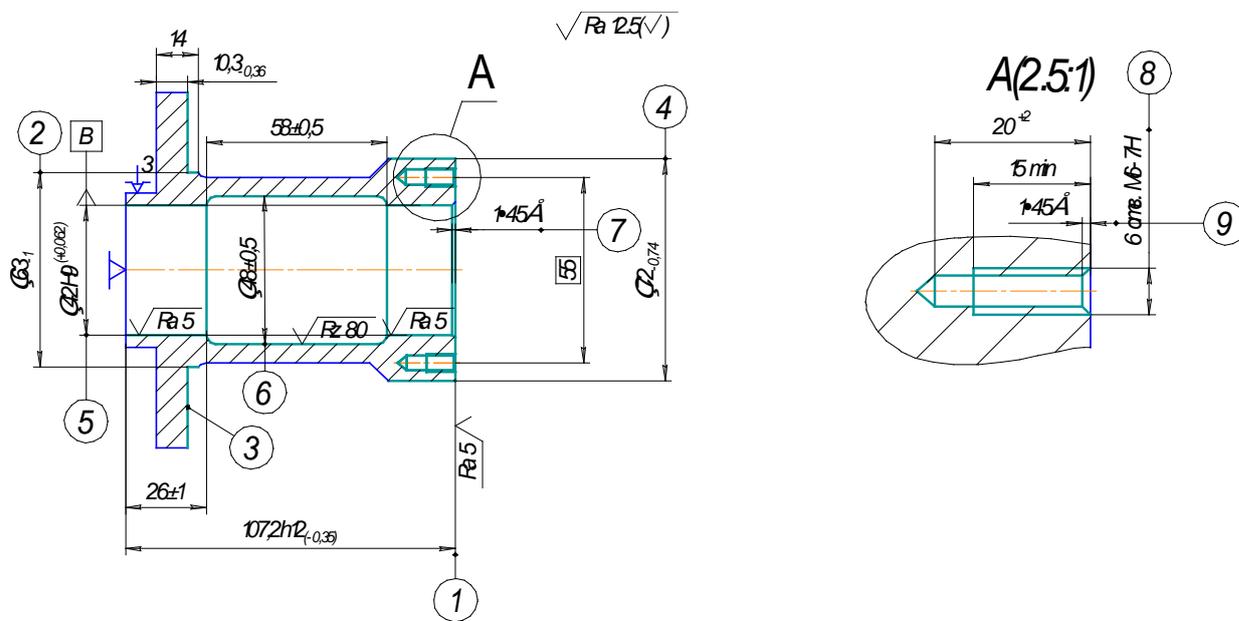


Рисунок 1- схема базирования и закрепления на установке А операции 010

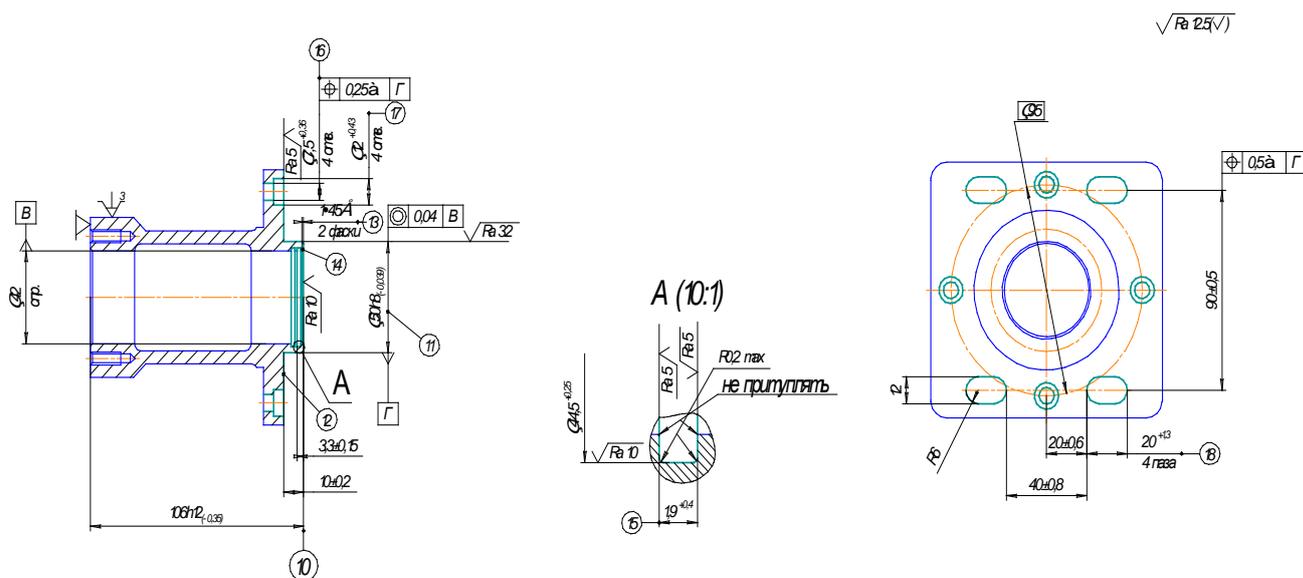


Рисунок 2- схема базирования и закрепления на установке Б операции 010

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

## 2.4. Составление технологического маршрута обработки детали

При разработке маршрута обработки детали дается общий план обработки детали и намечается содержание операций на основе ранее проанализированных и отобранных к исполнению маршрутов обработки отдельных поверхностей. В зависимости от этих задач создается технологический процесс, подбирается оптимальное оборудование и режущие инструменты.

Таблица 7-Технологический маршрут обработки детали «Корпус механизма ограничения углов»

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
1	2	3
005 Фрезерная	Фрезеровать торцы	Литники
010 Комплексная с ЧПУ		
Установ А		
	Подрезать торец	1
	Точить $\varnothing 72_{-0,74}$	2
	Точить торец выдерживая размер $10_{-0,36}$	3
	Точить $\varnothing 63_{-1}$	4
	Расточить отв. $\varnothing 42H9$	5
	Расточить отв. $\varnothing 48 \pm 0,5$	6
	Расточить внутреннюю фаску $1 \times 45^\circ$	7
	Сверлить 6 отв. $\varnothing 4,95^{+0,26}$	8
	Зенковать 6 фасок $1 \times 45^\circ$	9
	Нарезать резьбу М6-7Н в 6 отверстиях	8
Установ Б		
	Подрезать торец в размер 106h12	10
	Точить $\varnothing 50h8$ окончательно	11
	Подрезать торец	12
	Точить наружную фаску $1 \times 45^\circ$	13
	Расточить внутреннюю фаску $1 \times 45^\circ$	14
	Расточить две канавки	15
	Сверлить 4 отв. $\varnothing 7,5^{+0,36}$	16
	Зенковать 4 отв. $\varnothing 12^{+0,43}$	17

Заключительными операциями являются - слесарная, контрольная.

## 2.5. Выбор средств технологического оснащения

В проектном варианте технологического процесса используем станок токарный с программным управлением модели MASTURN 54. Данный станок имеет систему MANUALplus, которая сочетает в себе современное управление и передовую технологию.

Система MANUALplus предлагает широкий диапазон возможностей, от выполнения простейших токарных работ до обработки заготовок со сложными профилями, включая операции сверления и фрезерования на торцевой и боковой поверхности.



Рисунок 3- Станок токарный с программным управлением модели MASTURN 54

Технические характеристики токарного станка с ЧПУ модели MASTURN представлена в таблице 8.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Таблица 8 - Технические характеристики токарного станка с ЧПУ модели  
**MASTURN**

Параметр	Значение
Геометрическая и рабочая точность	ISO 1708
Рабочий диаметр над станиной, мм	540
Рабочий диаметр, мм	350
над поперечным суппортом	
Межцентровое расстояние, мм	865/1565
Рабочий шпиндель	
Передний конец шпинделя (DIN 55027), мм	B8, C8
Отверстие шпинделя, мм	82
Конус в шпинделе – метрический	90
Главный привод :Мощность двигателя, кВт	17
Автоматическая двухступенчатая коробка передач :	
Диапазон оборотов шпинделя	0 - 3000
1-ая ступень мин-1	0 - 600
2-ая ступень мин-1	20 - 3000
Макс. крутящий момент на шпинделе: на 1-й ступени, Нм	1620
На 2-ой ступени, Нм	295
Ось X :Шариковый винт, мм	25/5
Ось X :Шариковый винт, мм	25/5
Ускоренная подача м/мин-1	10
Ось Z :Шариковый винт - диаметр/шаг ,мм	40/5
Макс. Ход, мм	865/1565
Инструментальная головка державка для Multifix	C/головка Sauter
Макс. профиль резца ,мм	32 x 32
Габариты станка, мм (длина x ширина x высота)	3228/2538x1750 x1795

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

22

Режущий инструмент выбираем с учетом:

- Метода обработки;
- Точности обработки и качество поверхности;
- Обрабатываемого материала;
- Стойкости инструмента;
- Типа производства;
- Стадии обработки (черновая, чистовая)

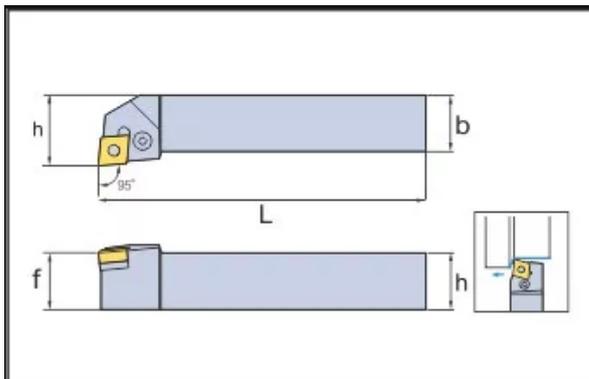
Операция 005 Фрезерная

Фреза  $\varnothing 50$  2223-0025 ГОСТ 17026-71

Операция 010 Комплексная с ЧПУ

Державка PCLNR 2020-K12

Пластина CNMG 120408-NM NC3030



КОД	РАЗМЕРЫ (мм)				ПЛАСТИНЫ	ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ				
	h	b	L	f		Зажимной рычаг	Зажимной винт	Опорная пластина	Втулка опорной пластины	Ключ
PCLNR/L	h	b	L	f						
2020 K12	20	20	125	25			SIV1			

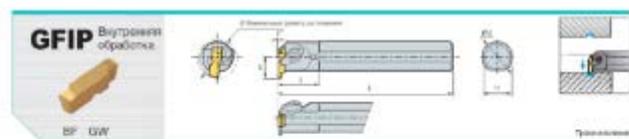
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.735 ПЗ

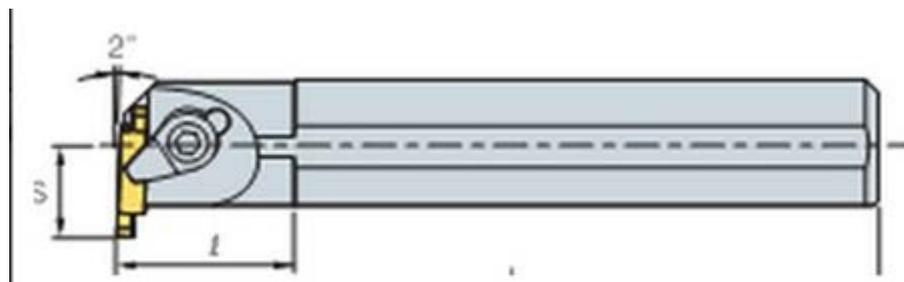
Лист

23

## Резец для внутренней канавки GFIP 316R Пластина GW 110R



Обозначение	ØD	Ød	H	L	l	S	СМД	Алюминий	Латунь	Сталь	Углеродистая сталь	Титан
<b>GFIP 316R/L</b>	20	16	15	130	17	11		СЧФ0	СР04	С103015	PG010	HW05L
<b>320R/L</b>	25	20	18	150	22	13	GW110-300R/L, BPS					
<b>325R/L</b>	30	25	23	200	22	17						
<b>340R/L</b>	30	25	27	300	22	27						
<b>520R/L</b>	50	35	30	250	22	17	HW110-500R/L, BPS	СЧФ0	СР04	С103015	PG010	HW05L
<b>540R/L</b>	50	40	37	300	22	27						
<b>840R/L</b>	80	60	57	300	30	27	HW800-800R/L, BPS	СЧФ0				HW05L



Фреза Nr 191620 «Garant»

## Концевая фреза

Производитель: **GARANT**



HSS  
Co8

Тип  
N



Сверло  $\varnothing 7,5$  2301-0034 ГОСТ 10903-77

Зенкер 6115-1118



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

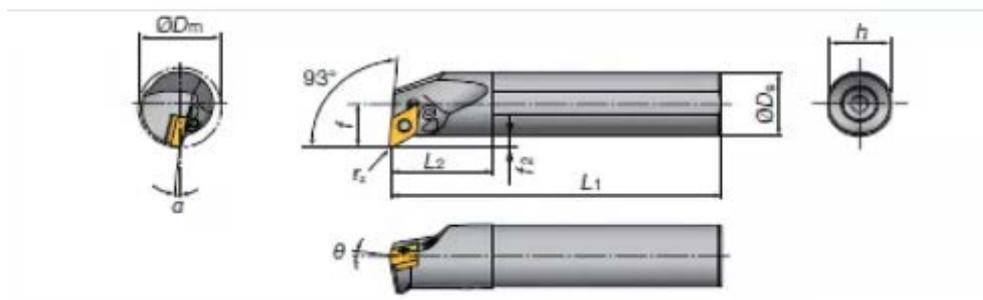
24

Сверло  $\varnothing 20$  2301-0920 ГОСТ 19546-74



Резец A20Q-SCLCR-09

Пластина CCGT 09T 3044-HFP NC3030



Сверло  $\varnothing 5$  2300-0849 ГОСТ 19543-74

Зенкер  $\varnothing 16$  2353-0133 ГОСТ 14953-80

Метчик М6 COMBO HSS-E 6H 11124986



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

25

## 2.6. Технологические расчеты

Для решения технологических задач по обеспечению заданных требований в курсовом проекте необходимо выполнить расчеты следующих параметров: припусков, точности обработки, технологических размерных цепей, режимов резания, технических норм времени.

По результатам расчетов необходимо внести изменения в содержание технологических операций, а также записать расчетные данные в маршрутные и операционные карты.

### 2.6.1. Расчет припусков на механическую обработку

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Имеются два основных метода определения припусков на механическую обработку поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Выполним расчеты припуска расчетно-аналитическим методом на поверхность  $\varnothing 42H9$  (поверхность 1), так как именно к ней предъявляются высокие требования к точности и качеству.

Результаты расчетов сведем в таблицу 8

Технологический маршрут обработки поверхности  $\varnothing 42H9$  состоит из чернового растачивания и чистового растачивания выполняемого при одной установке.

Элементы припуска  $Rz$  и  $h$  определяются по справочным данным [36, стр182] и заносятся в табл.9

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Таблица 9- Расчет припусков на размер  $\varnothing 42H9^{(+0,062)}$

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный Припуск, $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$R_z$	$h$	$\Delta_\Sigma$	$\varepsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	10 0	15 0	1496	30		37,91	0,64	37,9	38,5 4	-	-
Растачивание предварительное	50	75	74,8	0	3,69	41,6	0,25	41,6	41,85	3,31	3,69
Растачивание окончательное	25	35	2,99	0	0,4	42	0,06 2	42	42,062	0,21	0,4

Технологический маршрут обработки поверхности  $\varnothing 42H9$  состоит из черного растачивания и чистового растачивания выполняемого при одной установке.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:

$$p = \sqrt{R_{кор}^2 + R_{экс}^2 + R_{пер}^2} \quad (8)$$

где  $R_{кор}$  - коробление отливки, мкм

$R_{см}$ - отклонение от оси отверстия, мкм

$R_{пер}$ - смещение оси по длине заготовки, мкм

$$p = \sqrt{800^2 + 600^2 + 1112^2} = 1495,5 \approx 1496 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{800^2 + 600^2 + 1112^2} = 1495,5 \approx 1496 \text{ мкм}$$

$$\sqrt{800^2 + 600^2 + 1112^2} = 1495,5 \approx 1$$

$$\Delta_{\Sigma \text{черн.раст}} = \Delta_{\Sigma \text{загот}} \cdot K_y \quad K_y - \text{коэффициент уточнения} = 0,05$$

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

$$\Delta_{\Sigma \text{предв.раст}} = 1496 \cdot 0,05 = 74,8 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{оканчат.растачивание}} = \Delta_{\Sigma \text{предв.раст}} \cdot K_y, \quad (10)$$

$K_y$  – коэффициент уточнения = 0,04

$$\Delta_{\Sigma \text{оконч.растачивание}} = 74,8 \cdot 0,04 = 2,99 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при черновой обработке равна:  $\varepsilon = 30 \text{ мкм}$

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке,  $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$ .

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле:

$$2Z_{i \text{ min}} = 2 \left( R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \quad (11)$$

где  $R_z$  – шероховатости поверхности, мкм

$h$  – высота микронеровностей, мкм

$\rho$  – суммарное значение пространственных отклонений

$\varepsilon$  – погрешность установки, мкм

$$2Z_{i \text{ min предв.растач.}} = 2(100 + 250 + \sqrt{1495^2 + 30^2}) = 3690 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i \text{ min оконч.растач.}} = 2(50 + 75 + \sqrt{74,8^2}) = 400 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных размеров:

$$D_{i-1 \text{ min}} = D_{i \text{ min}} - 2 Z_{i \text{ min}}, \quad (12)$$

$$D_{\text{min оконч.растач}} = 42$$

$$D_{\text{min предв.раст}} = 42 - 0,4 = 41,6 \text{ мм}$$

$$D_{\text{минзаготовки}} = 41,6 - 3,69 = 37,91 \text{ мм}$$

Расчет максимальных размеров:

$$D_{\text{max}} = D_{\text{min}} + T, \quad (13)$$

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $D_{\min}$  – минимальная величина размера, мм

$T$  – допуск на размер, мм

$$D_{\max \text{ оконч. растачивание}} = 42 + 0,062 = 42,062 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ предв. раст.}} = 41,6 + 0,25 = 41,85 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ заготовки}} = 37,9 + 0,64 = 38,54 \text{ мм}$$

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\min i}^{np} = D_{\max i} - D_{\max i-1}, \quad (14)$$

$$2Z_{\min \text{ оконч. раст.}}^{np} = 42,062 - 41,85 = 0,212 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ предв. раст.}}^{np} = 41,85 - 38,54 = 3,31 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ загот.}}^{np} = 3,31 + 0,212 = 3,522 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max i}^{np} = D_{\min i} - D_{\min i-1} \quad (15)$$

$$2Z_{\max \text{ оконч. растач}}^{np} = 42 - 41,6 = 0,4 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ предв. раст.}}^{np} = 41,6 - 37,91 = 3,69 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ загот.}}^{np} = 3,69 + 0,4 = 4,09 \text{ мм}$$

Определим общие припуски, суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{\max o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max i}^{np}, \quad (16)$$

$$Z_{\min o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{np}, \quad (17)$$

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

$$Z_{\max_i}^{np} - Z_{\min_i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (18)$$

$$Z_{\max_o}^{np} - Z_{\min_o}^{np} = T_{заг} - T_{дет} \quad (19)$$

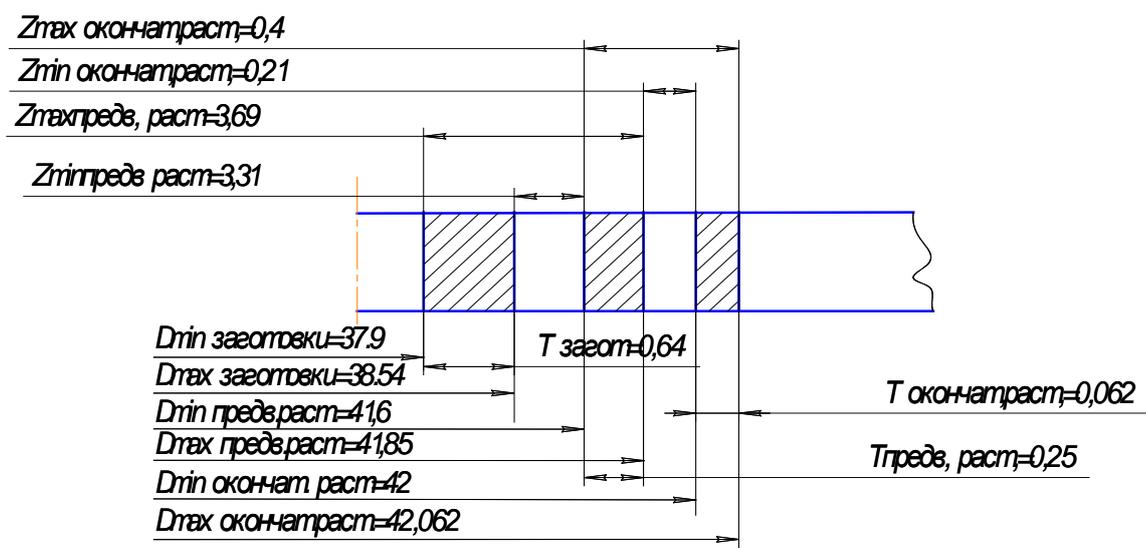


Рисунок 4 - Схема графического расположения припусков на обработку поверхности  $\phi 42H9$

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645-85) [23] и сводятся в таблицу 9.

На основании расчета величин припуска определяются предельные размеры заготовки и окончательно оформляется чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

Припуски представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельные отклонения, мм	
			Верхнее	Нижнее
106h14	1,2x2	0,87	0	-0,87
10±0,2	1,2-0,7	0,4	+0,2	-0,2
Ø42H9	2,6	0,062	+0,062	0
Ø50H14	2,6	0,62	+0,62	0
Ø72h14	2,6	0,74	0	-0,74

#### Расчет точности обработки

Расчет произведем для агрегатной операции (005), т.к. именно на этой операции обрабатывается поверхность 9-го качества. При обработке партии деталей на настроенных станках для теории вероятности следующим уравнением (для диаметральных размеров):

$$\Delta_{\Sigma} = 2\sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_n^2 + (1,73 \cdot \Delta_u)^2 + (1,73 \cdot \Sigma\Delta_{ct})^2 + (1,73 \cdot \Sigma\Delta_m)^2} \quad (20)$$

где  $\Delta_y$  – погрешности, вызываемые упругими деформациями технологической системы под влиянием сил резания;

$\Delta_n$  – погрешность настройки;

$\Sigma\Delta_{ct}$  – погрешности обработки, возникающие в следствии геометрических неточностей станка;

$\Sigma\Delta_T$  – погрешности обработки, вызываемые температурными деформациями технологической системы.

1. Погрешность, вызываемая размерным износом режущего инструмента:

$$\Delta_u = \frac{L}{100} \cdot U_o, \quad (21)$$

где L – длина пути резания при обработке, мм.;

$U_o$  – интенсивность изнашивания для сплава Т15К6 [13];  $U_o = 6$  мкм./км.

$$\Delta_u = \frac{48}{100} \cdot 6 = 2,88 \text{ мкм.}$$

2. Погрешность, возникающая в результате упругих отжятий системы [13]:

$$\Delta_y = W_{\max} \cdot P_{y\max} - W_{\min} \cdot P_{y\min} \quad (22)$$

где  $W_{\max}$  и  $W_{\min}$  – наибольшая и наименьшая податливость системы, мкм./м.;

$P_{y\max}$  и  $P_{y\min}$  – наибольшее и наименьшее значение составляющей силы резания, совпадающей с направляющей выдерживаемого размера.

Для станка нормальной точности на наибольшее и наименьшее допустимые перемещения продольного суппорта под нагрузкой 0,98 кН. Составляет соответственно 70 и 50 мкм. [12]. Исходя из этого можно принять:

$$W_{\min} = \frac{70}{0,98} = 51 \text{ мкм./кН}$$

$$W_{\max} = W_{\text{ст.маx}} + W_{\text{заг.маx}} \quad (23)$$

где  $W_{\text{ст.маx}}$  – наибольшая податливость станка;

$$W_{\text{ст.маx}} = \frac{50+70}{2 \cdot 0,98} = 61,22 \text{ мкм./кН}$$

$W_{\text{заг.маx}}$  – наибольшая податливость заготовки; примем  $W_{\text{заг.маx}} = 0$ , т.к. втулка очень жесткая деталь.

$$W_{\max} = W_{\text{ст.маx}} = 61,22 \text{ мкм./кН}$$

Заготовка с допуском 0,062 мм, т.е. возможное колебание припуска  $0,062/2 = 0,031$  мм, а колебание глубины резания  $t_{\min} = Z_{\min} = 3,52$  мм.;  $t_{\max} = Z_{\max} = 4,09$  мм. Тогда:

$$P_{y\min} = 10 \cdot 243 \cdot 3,52^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 220^{-0,3} = 0,569 \text{ кН.}$$

$$P_{y\max} = 10 \cdot 243 \cdot 4,09^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 220^{-0,3} = 0,652 \text{ кН.}$$

$$\Delta_y = 61,22 \cdot 0,652 - 51 \cdot 0,569 = 10,896$$

3. Погрешность, вызванная геометрическими неточностями станка согласно [12] равна:

$$\Sigma \Delta_{ct} = \frac{C \cdot l}{L} \quad (24)$$

где C- допустимое отклонение от параллельности оси шпинделя направляющим станины в плоскости выдерживаемого размера L;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.; l = 48 мм

C = 16 мкм. На длине L = 542 мм при диаметре обрабатываемой поверхности до 250 мм.

$$\Sigma \Delta_{ct} = \frac{16 \cdot 48}{542} = 1,42 \text{ мкм}$$

4. Погрешность настройки равна [12]:

$$\Delta_H = \sqrt{(k_p \cdot \Delta_p)^2 + (k_u \cdot \frac{\Delta_{изм}}{2})^2} \quad (25)$$

где  $\Delta_{изм}$  – погрешность измерения размера детали [12];  $\Delta_{изм} = 18$  мкм.

$k_u, k_p$  – коэффициенты, учитывающие отклонения от нормального распределения;  $k_u = 1,0$ ;  $k_p = 1,73$ ;

$\Delta_p$  – погрешность регулирования положения резца;  $\Delta_p = 5$  мкм.

$$\Delta_H = \sqrt{(1,73 \cdot 5)^2 + (1 \cdot \frac{18}{2})^2} = 12,5 \text{ мкм}$$

5. Температурные деформации равны 15% от суммы остальных погрешностей [12]:

$$\Sigma \Delta_t = 0,15(2,88 + 10,896 + 1,42 + 12,5) = 4,15 \text{ мкм}$$

В итоге:

$$\begin{aligned} \Delta_{\Sigma} &= 2 \sqrt{10,896^2 + 12,5^2 + (1,73 \cdot 2,88)^2 + (1,73 \cdot 1,42)^2 + (1,73 \cdot 4,15)^2} = \\ &= 2 \cdot \sqrt{(118,723 + 156,25 + 24,82 + 6,03 + 51,54)} = 37,81 \text{ мкм}. \end{aligned}$$

Погрешность обработки не превышает заданную величину допуска  $T = 62\text{мм}$ .

### 2.6.2. Назначение режимов резания

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режимов резания необходимо учитывать тип и размер режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования, его точность и возможность.

Проведем расчет режимов резания для операции 010 Комплексная с ЧПУ:

Длина поверхности (глубина сверления) составляет 10 мм

Диаметр отверстия – 7,5 мм, следовательно  $D_{\text{св}} = 7,5\text{ мм}$

Сверло комбинированное специальное

Материал сверла.

Глубина резания:  $t = \frac{D_{\text{св}}}{2} = \frac{7,5}{2} = 3,75\text{мм}$

Выбираем подачу: по [11, стр.277, табл. 25]

$S=0,18-0,24\text{мм/об}$

Принимаем:  $S=0,2\text{ мм/об}$

Формула для расчета скорости резания [11, стр.276]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v \quad (26)$$

где  $C_v$  – коэффициент, учитывающий материал сверла

$D$  – диаметр сверла,

$T$  – стойкость сверла,

$S$  – подача, мм/об

$K_v$  – поправочный коэффициент, равный:

$$K_v = K_{Mv} K_{Lv} K_{Iv} \quad (27)$$

$K_{Mv}=0,8$  [4,стр.263 табл.4]

$K_{Lv}=1,0$ [4,стр.280, табл.31] – коэффициент, учитывающий длину отверстия.

$K_{Iv}=1,0$ [4,стр.263, табл.6] – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента.

$K_v=0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$

$C_v=36,3$ ;  $q=0,25$ ;  $y=0,55$ ;  $m=0,125$  -[4,стр.278, табл.28]

$T=35$  мин [4,стр.279, табл.30]

$$V_{расч} = \frac{36,3 \cdot 7,5^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} \cdot 0,8 = 74,68 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D} \quad (28)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 74,68}{3,14 \cdot 7,5} = 3171 \text{ об/мин}$$

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,147,5 \cdot 3171}{1000} = 74,67$$

м/мин

Эффективная мощность резания при сверлении рассчитывается по формуле:

$$N_e = \frac{10C_M S^y D^q K_p}{9750} \cdot n \quad (29)$$

Показатели степени и постоянная величина находятся

$C_M=0,005$ ;  $q=2$ ;  $y=0,8$ ;

$K_p = K_{mp}=1$ - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$N_e = \frac{10 \cdot 0,005 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 7,5^2 \cdot 1}{9750} \cdot 1600 = 0,13 \text{ кВт}$$

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Остальные режимы резания определим по каталогам фирмы «KORLOY» «Garant» Результаты расчета сведены в таблицу 11.

Таблица 11- Сводная таблица по режимам резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	To, мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005 Фрезерная с ЧПУ	0,8	1,6	860	180	0,58
Операция 010 Комплексная с ЧПУ					
Установ А					
Подрезать торец 1 однократно	1,2	0,3	850	140	0,45
Точить поверхность 2 с подрезкой торца 3 однократно	2,5	0,3	380	140	0,45
Точить поверхность 4 однократно	1,3	0,3	600	140	0,53
Сверлить отверстие 5	1,0	0,14	850	140	2,46
Расточить отверстие 5 предварительно	1,1	0,3	1115	140	0,53
Расточить отверстие 5 окончательно	0,2	0,2	1215	160	0,37
Расточить отверстие 6 и внутреннюю фаску поверхность 7	3,0	0,3	850	140	0,58
Сверлить 6 отверстий поверхность 8	3,3	0,1	1005	15	4,68
Зенковать 6 фасок поверхность 9	1,0	0,1	1005	15	0,24
Нарезать резьбу в 6 отверстиях поверхность 8	-	1,25	370	7	1,08
Установ Б					
Подрезать торец 10 однократно	1,2	0,3	850	140	0,35
Точить поверхность 11 предварительно	1,0	0,3	850	140	0,34
Точить поверхность 11 окончательно	0,2	0,2	850	140	0,18
Подрезать торец поверхность 12	1,2	0,3	850	140	0,53
Точить наружную фаску поверхность 13	1,0	0,1	1100	160	0,01
Расточить внутреннюю фаску поверхность 14	1,0	0,3	1115	140	0,12
Расточить две канавки поверхность 15	3,8	0,1	850	120	0,20
Сверлить 4 отверстия однократно поверхность 16	3,75	0,2	1600	37,68	0,85
Зенковать 4 отверстия поверхность 17	3,75	0,2	1600	37,68	0,16
Фрезеровать 4 паза поверхность 18	12	0,4	1590	60	0,9

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

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

36

### 2.6.3. Расчет технических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, на выполнение технологической операции.

Технические нормы времени в условиях серийного производств устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} + T_{\text{шт}} ; \quad (30)$$

$$T_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} , \quad (31)$$

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

$n$  – количество деталей в настроечной партии, шт.;

$t_o$  – основное время, мин.;

$t_b$  – вспомогательное время, мин.

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

$t_{\text{отд}}$  - время перерывов на отдых и личные потребности, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_b = t_{y.c} + t_{z.o} + t_{yn} + t_{из} , \quad (32)$$

где  $t_{y.c}$  – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{z.o}$  – время на закрепление и открепление детали, мин.;

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

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

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.

Время на обслуживание рабочего места  $t_{об}$  в серийном производстве складывается из времени на организационное обслуживание  $t_{орг}$  и времени на техническое обслуживание  $t_{тех}$  рабочего места:

$$t_{обс} = t_{тех} + t_{орг}; \quad (33)$$

Основное (технологическое) время  $t_o$  определяется расчетом по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов (для станочных работ) по формуле:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_m}, \quad (34)$$

где  $l$  – расчетная длина обрабатываемой поверхности (расчетная длина хода инструмента или заготовки в направлении подачи), мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$S_m$  – минутная подача инструмента, мм/мин.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности

$$l = l_o + l_{вр} + l_n + l_{сх}, \quad (35)$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;

$l_{вр}$  – длина врезания инструмента, мм;

$l_n$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм;

$l_{сх}$  – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Нормы времени занесем в таблицу 12

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблица 12 - Нормы времени

Номер операции	t <sub>о</sub> , мин	t <sub>в</sub>			t <sub>обс</sub>		t <sub>отд</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>пз</sub>	t <sub>шт-к</sub>
		t <sub>ус</sub>	t <sub>уп</sub>	t <sub>из</sub>	t <sub>тех</sub>	t <sub>орг</sub>				
005	1,8	0,13	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	4,1	8,4	4,108
010	12,47	1,23	0,2	0,19	0,51	0,14	0,26	16	12	16,68

В результате произведенного расчета были определены технические нормы времени для токарной операции, а так же и для остальных операций механической обработки.

### 3. УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

Данные Управляющей программы занесем в таблицу 13 и 14

Таблица 13 – Управляющая программа установ А

Кадр УП	Интерпретация кадров
1	2
N1 ; 9P312.05.06.001 N3 ; - OPERACIYA 010 N5 ; ----- N7 ; Z0 – LEVIY TOREC N9 ; ----- N11 ; T1 – Romb.plastina R0.8 D10 N13 ; T2 – Sverlo D20 H120 N15 ; T3 – Sverlo D39 H120 N17 ; T4 – Romb.plastina R0.8 D10 N19 ; T5 – Centrovka D3.15 H120 N21 ; T6 – Sverlo D5 H120 N23 ; -----	N5-N23
N25 T1 M6 ; T1 – Romb.plastina R0.8 D10	M6 – Смена инструмента. Резец T01
N27 G18 G90 G54 G96	G18 – Рабочая плоскость XZ G90 – Программирование в абсолютных перемещениях G54 – Вызов точки привязки G96 – Постоянная скорость резания
N29 MSG(«PODREZAT TOREC»)	Вывод сообщения «PODREZAT TOREC» на дисплей
N31 S1=400 M1=3	S1=400 – Назначение числа оборотов для основного токарного шпинделя (400 об/мин.) M1=3 – Включение вращения основного токарного шпинделя (пчс)
N33 G0 Z113	G0 – Перемещение на ускоренной подаче в точку 1
N35 X77.625	Перемещение в точку 2
N37 G95 G1 X-1.6 F0.1 M8	G95 – Подача в мм/об G1 – Линейная интерполяция на рабочей подаче X-1.6 – Перемещение в точку 3 F0.1 – Назначение рабочей подачи(0.1мм/об) M8 – Включение охлаждения
N39 G0 Z113	Перемещение в точку 4 на ускоренной подаче
N41 X71.36	Перемещение в точку 5

Окончание таблицы 13

1	2
N43 G41 Z82	Перемещение в точку 6 G41 – Включение правой коррекции на радиус инструмента
N45 G1 X59.5 Z22	Перемещение в точку в точку 7 на рабочей подаче
N47 G1 X79.65	Перемещение в точку 8
N48 Z26	Перемещение в точку 9
N49 X120. Z130. G40	Отвод инструмента в безопасную позицию G40 – Отключение коррекции на радиус инструмента
...	
N113 MSG("")	Сброс выведенного сообщения
N115 G0 X140.Z130.M9	Перемещение в точку 10 M9 – Отключение охлаждения
N117 G0 X0.	Перемещение в точку 11
N119 Z120.	Перемещение в точку 12
N121 M1	Условный останов программы
...	

Таблица 14 Управляющая программа установ Б

1	2
Кадр УП	Интерпретация кадров
N163 T4 M6 – T4 – Romb.plastina R0.8 D10	M6 – Смена инструмента. Резец T01
N165 G18 G90 G54 G96	G18 – Рабочая плоскость XZ G90 – Программирование в абсолютных перемещениях G54 – Вызов точки привязки G96 – Постоянная скорость резания
N167 S1=500 M1=3	S1=500 – Назначение числа оборотов для основного токарного шпинделя (500 об/мин.) M1=3 – Включение вращения основного токарного шпинделя (пчс)
N169 MSG("RASTOCHIT VNUTR.POV. ")	Вывод сообщения «RASTOCHIT VNUTR.POV.» на дисплей
N171 G0 X36.873	G0 – Перемещение на ускоренной подаче в точку 20
N173 Z83.445	Перемещение в точку 21

Окончание таблицы 14

1	2
N175 G95 G1 X40.125 Z80.388 F0.1 M8	G95 – Подача в мм/об G1 – Линейная интерполяция на рабочей подаче X40.125 Z80.388 – Перемещение в точку 22 F0.1 – Назначение рабочей подачи (0,1 мм/об) M8 – Включение охлаждения
N177 G1 Z32.776	Перемещение в точку 23
N179 G3 X39.18 Z 30.84 CR=4.2	G3 – Круговая интерполяция по часовой стрелке Перемещение в точку 24 по окружности CR=4.2 – Назначение радиуса кругового перемещения (4.2мм.)
N181 G0 X36.873	Перемещение в точку 25
N183 Z84.503	Перемещение в точку 26
N185 G1 X41.25 Z80.388	Перемещение в точку 27
N187 Z32.776	Перемещение в точку 28
N189 G3 X39.36 Z30.122 CR=4.2	G3 – Круговая интерполяция по часовой стрелке Перемещение в точку 29 по окружности CR=4.2 – Назначение радиуса кругового перемещения (4.2мм.)
N191 G0 X36.873	Перемещение в точку 30
...	
N415 M30	Конец отработки управляющей программы

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Исходные данные занесем в таблицу 15,16,17

Таблица 15– Исходные данные

Исходные данные	Базовый вариант	Проектный вариант
Годовая программа выпуска	1000	2000
Наименование детали	Корпус ограничителя	Корпус ограничителя
Материал	Ал9	Ал9
Вид заготовки	Литье	Литье
Вес детали	0,84	0,84
Вес заготовки	1,6	1,6
КИМ	0,5	0,5

Таблица 16 – Показатели базового техпроцесса

№ операции	Наименование операции	Модель станка	t <sub>шт.к</sub> , мин	t <sub>шт.</sub> , мин	Разряд	Цена оборуд., руб
310	фрезерная	FSS 450R	5,008		3	540000
320	фрезерная	FSS 450R	5,008	5	3	540000
330	Токарная	МК6046РПТ	20,012	20	3	1050000
335	Токарная	МК6046РПТ	17,012	17	3	1050000
340	Токарная	МК6046РПТ	28,012	28	3	1050000
345	Токарная	МК6046РПТ	9,012	9	3	1050000
350	сверлильная	VO-50	5,006	5	2	610000
360	Фрезерная	6М13НЦ2	9,007	9	3	800000
370	Сверлильная	VO-50	6,006	6	2	610000
Итого						3000000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

43

Таблица 17 – Показатели проектного тех.процесса

№ операции	Наименование операции	Модель станка	$t_{шт.к}$ , мин	$t_{шт.}$ мин	Разряд	Цена, руб
005	Фрезерная	FSS 450R	4,1084	4,1	3	540000
010	Комплексная с ЧПУ	MASTUR N 54	16,012	16	3	1007956
						1547956

#### 4.1. Расчет капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг} , \quad (36)$$

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

$K_{прс}$  – капитальные вложения в приспособления, р.;

Затраты не учитываются так как относятся к годовым эксплуатационным издержкам;

$K_{прг}$  – капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

Затраты на программирование обеспечение нет так как предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ.

##### 4.1.1 Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитывается по формуле

$$C_{pl} = \frac{t_{шт} i}{t_{в}} , \quad (37)$$

где  $t_{шт} i$  – штучное время, мин;

$t_{в}$  – такт выпуска продукции, мин.

$$\tau_{\text{в}} = \frac{\Phi_{\text{д}} \cdot 60}{N_{\text{г}}}, \quad (38)$$

где  $N_{\text{г}}$  – годовая программа выпуска,

$N_{\text{г}}=1000$ -базовый вариант

$N_{\text{г}}=2000$ - проектный вариант

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени работы оборудования за год, ч.;

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год

(365 - календарное количество дней в году; 247 - количество рабочих дней,

из них 3- сокращенные предпраздничные дни продолжительность 7 ч.;

244 – рабочие дни продолжительность 8 ч; 118 – количество выходных и праздничных дней)

- при односменной работе составляет:

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

- при двухсменной работе:

$$F_{\text{н}}=1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч};$$

- при трехсменной работе:

$$F_{\text{н}}=1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны:

- 1,9% базовый вариант;

- 2,5% проектный вариант.

Отсюда действительный годовой фонд времени работы оборудования равен:

Базовый вариант:

$$F_{\text{об}} = 1973 \cdot \left(1 - \frac{1,9}{100}\right) = 1973 \cdot 0,981 = 1936 \text{ ч}$$

Проектный вариант:

$$F_{\text{об}} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{2,5}{100}\right) = 5771 \text{ ч}$$

Определим такт выпуска продукции:

Базовый вариант:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{1936 \cdot 60}{1000} \frac{1936 \cdot 60}{1000} = 116 \text{ мин}$$

Проектный вариант:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{5771 \cdot 60}{2000} = 173,13 \text{ мин}$$

Расчет количества оборудования

Базовый вариант:

$$C_{p_{310,320}} = \frac{7}{116} = 0,06 \text{ шт. , принимаем } C_p = 1$$

$$C_{p_{330-345}} = \frac{24}{116} = 0,2 \text{ шт. , принимаем } C_p = 1$$

$$C_{p_{350,370}} = \frac{11}{116} = 0,24 \text{ шт. , принимаем } C_p = 1$$

$$C_{p_{360}} = \frac{9}{116} = 0,1 \text{ шт. , принимаем } C_p = 1$$

Проектный вариант:

$$C_{p_{005}} = \frac{7}{34,63} = 0,04 \text{ шт. , принимаем } C_p = 1$$

$$C_{p_{010}} = \frac{16,65}{34,63} = 0,09 \text{ шт. , принимаем } C_p = 1$$

Коэффициент загрузки оборудования

$$K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{ni}} \cdot 100\% \quad (39)$$

где  $C_{pi}$  – расчетное количество оборудования, шт.;

$C_{ni}$  – принятое количество оборудования, шт.

Базовый вариант:

$$K_{z_{310,320}} = \frac{0,06}{1} \cdot 100\% = 6\%$$

$$K_{z_{330-345}} = \frac{0,2}{1} \cdot 100\% = 20 \%$$

$$K_{z_{350,370}} = \frac{0,24}{1} \cdot 100\% = 24 \%$$

$$K_{z_{360}} = \frac{0,1}{1} \cdot 100\% = 10 \%$$

Проектный вариант:

$$K_{з005} = \frac{0,04}{1} \cdot 100\% = 4\%$$

$$K_{з010} = \frac{0,09}{1} \cdot 100\% = 9\%$$

Коэффициент загрузки в проектном варианте выше, чем в базовом варианте.

#### 4.1.2. Расчет капитальных вложений в оборудование

Вложения в оборудование определяется по формуле

$$K_{мо} = \sum_{i=1}^n Ц_{oi}(1+k_{мз}+k_c+k_m) \quad (40)$$

где  $Ц_{oi}$  – оптовая цена оборудования

Таблица 18 – Дозагрузка оборудования

№ п.п.	Наименование операции	Располагаемые станко-часы Спр*Фд мин	Трудоемкость заданной программы N*Тмаш./60 мин	Коэффициент загрузки оборудования мин	Количество станко-часов кз.о мин	Количество станко-часов при дозагрузке Гр.5+гр.4 мин	Принятое число станков Спр шт
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фрезерная	1936	1167	0,35	677,6	1839,2	1
010	Комплексная с ЧПУ	5771	2850	0,95	5482,45	2632,45	1

#### 4.2. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость складывается из сумм и следующих элементов

$$C = Z_m + Z_э + Z_{зп} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (41)$$

где  $Z_m$ - затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов,руб;

$Z_э$ -затраты на технологическую электроэнергию, руб;

$Z_{\text{эл}}$ -затраты на заработную плату, руб;

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

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

$Z_{\text{и}}$ -затраты на малоценный инструмент, руб;

#### 4.2.1 Затраты на материалы

Рассчитаем затраты на материалы заготовки – литье:

$$Z_{\text{м}} = K_{\text{тр}}(C_1 \cdot m_1 - C_2 \cdot m_2), \quad (42)$$

где  $K_{\text{тр}}$ -коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы,

$$K = 1,04\%$$

$C_1$ -цена материала заготовки, руб;

$m_1$ -масса заготовки, кг;

$C_2$ -цена отходов, руб;

$m_2$ -масса отходов, руб;

$$Z_{\text{м}} = 1,04(35 \cdot 1,6 - 8 \cdot 0,5) = 54 \text{руб.}$$

#### 4.2.2 Затраты на заработную плату рабочих

Списочная численность, основных рабочих:

$$r_{0.1} = \frac{T_{\text{год}}}{F_{\text{д}}}, \quad (43)$$

где  $T$  – годовая трудоемкость, чел.ч.;

$F_{\text{д}}$ -действительный годовой рабочий фонд( $F_{\text{д}}=1754\text{ч}$ )

Численность вспомогательных рабочих и младшего обслуживающего персонала можно определить по нормам обслуживания, либо в процентном отношении к основным рабочим.

Вспомогательные рабочие – 1-3% от основных рабочих;

Контролеры ОТК -4-5% от основных рабочих;

Транспортные работники – 5-7% от основных рабочих;

Численность вспомогательных рабочих;

$$r_{\text{в.р.}} = 0,2 \cdot r_{\text{о.р.}}, \text{ чел.}; \quad (44)$$

Транспортные работники:

$$r_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot r_{\text{о.р.}}, \text{ чел.}; \quad (45)$$

Численность контролеров ОТК:

$$r_{\text{отк}} = 0,06 \cdot r_{\text{о.р.}}, \text{ чел.}; \quad (46)$$

Таблица 19 – Расчет численности рабочих

Показатели	Базовый вариант		Проектный вариант	
	Расчетное	Принятое	Расчетное	Принятое
1	2	3	4	5
Основные рабочие	$r_{\text{о.р.}} = \frac{986}{1754} = 0,82 \text{ чел.}$	4 чел.	$r_{\text{о.р.}} = \frac{3284}{1754} = 0,44 \text{ чел.}$	2 чел.
Вспомогательные работники	$r_{\text{в.р.}} = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ чел.}$	1 чел.	$r_{\text{в.р.}} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ чел.}$	1 чел.
Транспортные работники	$r_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 4 = 0,2 \text{ чел.}$	1 чел.	$r_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ чел.}$	1 чел.
Контролеры ОТК	$r_{\text{отк}} = 0,06 \cdot 4 = 0,24 \text{ чел.}$	1 чел.	$r_{\text{отк}} = 0,06 \cdot 2 = 0,12 \text{ чел.}$	1 чел.

#### 4.2.2.1. Заработная плата основных рабочих

$$C_{\text{з.о.р.}} = l_{\text{ч}} \cdot (t_{\text{маш}}/60) \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{с.с.}}, \quad (47)$$

где  $l_{\text{ч}}$  – часовая ставка, руб;

$t_{\text{шт}}$  – штучное время, ч;

$K_{\text{м}}$  – коэффициент многостаночного обслуживания;

$K_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент;

$K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату;

$K_{\text{п}}$  – поясный коэффициент;

$K_{\text{с.с.}}$  – коэффициент социального страхования.

Часовые тарифные ставки:

1-го разряда: = 124,43 (р./ч.);

2-го разряда: = 136,64 (р./ч.);

3-го разряда: = 141,53 (р./ч.);

4-го разряда: = 148,86 (р./ч.);

5-го разряда: = 153,74 (р./ч.);

6-го разряда = 161,07 (р./ч).

Таблица 20 - Заработная плата основных рабочих по базовому варианту

№ опер.	1ч. руб.	T <sub>шт.к.</sub>	K <sub>м.</sub>	K <sub>пр.</sub>	K <sub>д.</sub>	K <sub>п.</sub>	K <sub>с.с.</sub>	C <sub>з.о.р.</sub> руб.
310,320	141,53	10,016	1	1,35	1,08	1,15	1,3	51,5
330-345	141,53	74,048	1	1,35	1,08	1,15		380,72
350,370	136,64	11,012	1	1,35	1,08	1,15		54,66
360	141,53	9,007	1	1,35	1,08	1,15		46,3
Итого:								533,18

Таблица 21 - Заработная плата основных рабочих по проектному варианту

№ опер.	1ч. руб.	T <sub>шт.к.</sub>	K <sub>м.</sub>	K <sub>пр.</sub>	K <sub>д.</sub>	K <sub>п.</sub>	K <sub>с.с.</sub>	C <sub>з.о.р.</sub> руб
005	141,53	4,1084	1	1,35	1,08	1,15	1,3	21,12
010	153,74	16,012	1	1,35	1,08	1,15		89,42
Итого:								110,54

#### 4.2.2.2. Заработная плата вспомогательных рабочих

$$C_{з.в.р.} = 0,003 \cdot 1ч \cdot \Phi_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{с.с.} \cdot r_{вр}, \quad (48)$$

где  $1ч$  - часовая ставка, руб;

$\Phi_{д}$  - действительный годовой рабочий фонд ( $\Phi_{д}=1754$  ч.);

$K_{пр}$  - премиальный коэффициент;

$K_{д}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату;

$K_{п}$  - поясный коэффициент;

$K_{с.с.}$  - коэффициент страхового взноса 30%.

$r_{вр.}$  - число вспомогательных рабочих;

$$C_{з.в.р.} = 0,003 \cdot 73,2 \cdot 1754 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,15 \cdot 1,3 = 746,29 \text{ руб.};$$

### 4.2.3 Затраты на электроэнергию

$$C_{\text{э}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot K_{\text{о}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{з}} \cdot K_{\text{w}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}}{\eta \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}, \quad (49)$$

где  $N_{\text{д}}$  – действительная суммарная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{о}}$  – коэффициент, учитывающий одновременность работы двигателей станков;

$K_{\text{N}}$  – коэффициент загрузки электродвигателей станков по мощности;

$K_{\text{з}}$  – коэффициент загрузки электродвигателей станков по времени;

$K_{\text{w}}$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода;

$\text{Ц}_{\text{э}}$  – цена 1кВт·ч электроэнергии;

$K_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения норм

Таблица 22 – Расчет затрат на электроэнергию для базового варианта

N операции	$N_{\text{д}}$ , кВт	$K_{\text{о}}$	$K_{\text{N}}$	$K_{\text{з}}$	$K_{\text{w}}$	$T_{\text{шт}}$ , мин	$\text{Ц}_{\text{э}}$ , руб	$\eta$	$K_{\text{вн}}$	$C_{\text{э}}$ , руб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
310,320	14,5	0,9	0,1	0,9	1,05	10	3,3	0,9	1,2	0,63
330-345	12,5					74				4,006
350,370	7,5					11				0,35
360	15					9				0,58
Итого										5,56

Таблица 23 – Расчет затрат на электроэнергию для проектного варианта

N операции	$N_{\text{д}}$ , кВт	$K_{\text{о}}$	$K_{\text{N}}$	$K_{\text{з}}$	$K_{\text{w}}$	$T_{\text{шт}}$ , мин	$\text{Ц}_{\text{э}}$ , руб	$\eta$	$K_{\text{вн}}$	$C_{\text{э}}$ , руб
005	14,5	0,9	0,8	0,9	1,05	4,1	3,3	0,9	1,2	2,06
010	17					16				9,42
Итого										11,48

### 4.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$Z_{\text{об}} = C_{\text{а}} + C_{\text{р}}, \quad (50)$$



Таблица 24 – Расчет амортизационных отчислений для базового варианта

N опер	К <sub>ед</sub> , руб.	Н <sub>а</sub> , %	Т <sub>шт к.</sub> , мин	f <sub>д</sub> , ч.	К <sub>см</sub>	К <sub>з</sub>	К <sub>вн</sub>	С <sub>а</sub> , руб
1	2	3	4	5	6	7	8	9
310,320	540000	11	10,016	1973	0,1	0,06	1,2	698,02
330-345	1050000		74,048			0,20		3010,27
350,370	610000		11,012			0,24		216,73
360	800000		9,007			0,1		557,96
Итого								4482,98

Таблица 25 - Расчет амортизационных отчислений для проектного варианта

N	К <sub>ед</sub> , руб.	Н <sub>а</sub> , %	Т <sub>шт к.</sub> , мин	f <sub>д</sub> , ч.	К <sub>см</sub>	К <sub>з</sub>	К <sub>вн</sub>	С <sub>а</sub> , руб
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	540000	11	4,1084	1973	1,2	0,2	1,2	7,15
010	1007956	7	16,012			0,48		13,8
Итого								20,95

Затраты на ремонт оборудования рассчитываем по формуле 51.И сведем в таблицу 26,27.

Таблиц 26 - Расчет затрат на ремонт оборудования для базового варианта

№ опер.	W <sub>м</sub>	R <sub>м</sub>	К <sub>з</sub>	Т <sub>шт</sub>	Т <sub>мрц.</sub>	β <sub>т</sub>	β <sub>м</sub>	β <sub>у</sub>	β <sub>с</sub>	К <sub>в.н</sub>	С <sub>р</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
310,320	9936	14	1,1	10	8750	1	0,8	0,9	1	1,2	3,37
330-345	19320	17		74							58,94
350,370	11224	8,5		11							2,54
360	14720	25		9							8,03
Итого											72,88

Таблица 27 - Расчет затрат на ремонт оборудования для проектного варианта

№ опер.	W <sub>м</sub>	R <sub>м</sub>	K <sub>э</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>мрц.</sub>	β <sub>т</sub>	β <sub>м</sub>	β <sub>у</sub>	β <sub>с</sub>	K <sub>в.н</sub>	C <sub>р</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	9936	14	1,1	4	8750	1	0,8	0,9	1	1,2	1,35
010	14720	40		16							22,84
Итого											24,19

#### 4.2.5 Затраты на эксплуатацию инструмента

$$C_u = \frac{(C_u + P_u) \cdot T_o \cdot K_{уб}}{60 \cdot T_{ст}}, \quad (53)$$

где C<sub>и</sub> – цена инструмента, руб.;

P<sub>и</sub> – затраты на все переточки инструмента, руб.;

N – число переточек инструмента до полного износа;

T<sub>о</sub> – основное время операции, мин.;

K<sub>уб</sub> – коэффициент случайной убыли инструмента, определяется опытным путем, по заводским данным;

T<sub>ст</sub> – период стойкости инструмента между переточками, час.

Таблица 28 – Параметры инструмента для базового варианта

Инструмент	T <sub>о</sub> , мин	C <sub>и</sub> , руб	T <sub>ст</sub> , мин	P <sub>и</sub> , руб	K <sub>уб</sub> , руб	Итого затраты, руб
1	2	3	4	5	6	7
Резец черновой	18	400	90	280	0,9	1,02
Резец чистовой	15	550	90	310		1,06
Фреза	2	700	110	450		0,31
Сверло ø 7,5 2301-0034 10903-77	2	420	100	800		0,36
Зенкер 6115-1118	1,5	800	100	560		0,3
Сверло ø20 2301-0920 ГОСТ 19546-74	4,86	450	100	800		0,9
Резец ø42	2	550	90	310		0,28

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

## Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7
Сверло $\varnothing 5$ 2300-0849 ГОСТ 19543-74	2,65	420	100	800		0,48
Зенкер $\varnothing 16$ 2353-0133 ГОСТ 14953-80	1	800	100	560		0,2
Метчик М6	3	600	80	-		0,33
Резец расточной $\varnothing 48$ МН 2126-0654	0,83	600	100	310		0,11
Резец канавочный 6162- 2349	0,85	600	100	310		0,11
Сверло $\varnothing 39$ ГОСТ 19546- 74	4,85	450	100	310		0,55
Итого						6,01

Таблица 29 – Параметры инструмента для проектного вариант

Инструмент	T <sub>о</sub> , мин	Ц <sub>и</sub> , руб	T <sub>ст</sub> , мин	P <sub>и</sub> , руб	K <sub>уб</sub> , руб	Итого затраты, руб
1	2	3	4	5	6	7
Державка PCLNR 2020-K12 Пластина CNMG 120408-НМ NC3030	2.84	3000	280		0,9	0.45
Резец канавочный GFIP 316R Пластина GW 110R	0.2	3000	290		0,9	0.03
Фреза Nr 191620 Garant	0.9	4200	280	550	0,9	0.23
Сверло $\varnothing 7,5$ 2301-0034 ГОСТ 10903-77	0.85	500	90	950	0,9	0.22
Зенкер 6115-1118	0.16	600	100	600	0,9	0.02
Сверло $\varnothing 20$ 2301-0920 ГОСТ 19546-74	2.46	1000	90	950	0,9	0.78
Резец A20Q-SCLCR-09 Пластина CCGT 09T 3044-НFP NC3030	0.9	3000	280		0,9	0.14
Сверло $\varnothing 5$ 2300-0849 ГОСТ 19543-74	1.28	500	90	950	0,9	0.29
Зенкер $\varnothing 16$ 2353-0133 ГОСТ 14953-80	0.16	600	100	600	0,9	0.11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

55

## Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7
Метчик М6 COMBO HSS-E 6H 11124986	1.08	800	70	550	0.9	0.31
Итого						2,58

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали, руб.

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант	Изменение показателя
Заработная плата с начислениями, руб.	1279,47	856,83	-422,64
Затраты на технологическую электроэнергию, руб	5,56	11,48	+5,92
Затраты на содержание и эксплуатацию электрооборудования, руб.	4555,86	45,14	-4510,72
Затраты на малоценный инструмент, руб.	6,01	2,58	-3,43
Итого	5846,9	916,03	-4930,87

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

$$\mathcal{E}_r = (C_B - C_{ПР}) \cdot N, \quad (54)$$

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

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_r = П_B - П_{ПР} = (5846,9 - 916,03) \cdot 2000 = 9861740 \text{ руб.}$$

### 4.3. Трудоемкость продукции

Трудоемкость по операциям:

$$T_{ед} = \frac{t_{штi} \cdot \beta}{K_{вн}}, \quad (55)$$

где  $t_{штi}$  – штучное время, мин.;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения нормы.

Трудоемкость изделия:

$$T_{изд} = \frac{\sum t_{шт} \cdot \beta}{K_{вн}}, \quad (56)$$

Годовая трудоемкость:

$$T_{год} = T_{изд} \cdot N_{г}, \quad (57)$$

Расчет для базового варианта:

$$T_{изд} = \frac{71 \cdot 1}{1,2 \cdot 60} = 1,44 \text{ н/ч}$$

$$T_{год} = 1,44 \cdot 1000 = 1440 \text{ н/ч.}$$

Расчет для проектного варианта:

$$T_{ед} = T_{изд} = \frac{23,65 \cdot 1}{1,2 \cdot 60} = 0,3902 \text{ н/ч.};$$

$$T_{год} = 0,3902 \cdot 2000 = 780,4 \text{ н/ч.}$$

### 4.4. Расчет роста производительности

Производительность труда на программной операции рассчитывается по формуле:

$$A_{пр} = \frac{F_{д} \cdot K_{вн} \cdot 60}{t_{шт.к.}}, \quad (58)$$

где  $F_{д}$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, час.

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм

$t_{шт.к.}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, мин.

Базовый вариант:

$$A_{б} = \frac{1754 \cdot 1,2 \cdot 60}{104,083} = 1213,34 \text{ мин}$$

Проектный вариант:

$$A_{пр} = \frac{11754 \cdot 1,2 \cdot 60}{20,1204} = 6276,61 \text{ мин.}$$

Рост производительности труда составит:

$$\Delta A = \frac{A_{пр} - A_{б}}{A_{б}} \cdot 100\% = \frac{6276,61 - 1213,34}{1213,34} \cdot 100\% = 417\%$$

Таблица 31 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателя	Базовый вариант	Проектный вариант	Изменение показателя
Годовой выпуск деталей, шт.	1000	2000	
Количество оборудования, шт.	4	2	-2
Трудоемкость, н/ч.	1440	780,4	-659,6
Численность основных рабочих, человек	4	2	-2
Технологическая себестоимость одной детали, руб.	5846,9	916,03	-4930,87
Затраты на годовой выпуск деталей, руб.	5846900	1832060	-4014840
Рост производительности, %	100	517	417

**Вывод:** Применение высокопроизводительных станков в данном технологическом процессе позволяют снизить себестоимость обработки детали.

Следовательно, можно сказать, что спроектированный технологический процесс является достаточно эффективным.

## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема выпускной квалификационной работы - Совершенствование технологического процесса обработки детали «Корпус ограничителя». Данный техпроцесс будет применен на предприятии ПАО "МЗИК". Обработка детали будет производиться на обрабатывающем центре с ЧПУ.

В настоящее время машиностроительное предприятие ПАО "МЗИК" переходит на новую технологию, выпускает новую продукцию, меняет производственный профиль своей деятельности. Это серьезно влияет на структуру потребностей в кадрах в зависимости от их профессиональной подготовленности к работе, которую они могут или смогут выполнить.

Многие организации испытывают недостаток в квалифицированных кадрах. Также существует острая потребность в молодых кадрах, которые обеспечивали бы дальнейшее развитие и совершенствование как определенных профессий, так и всего производства в целом.

Исходя из того, что в усовершенствованном технологическом процессе заменяется оборудование (вместо универсальных станков вводятся станки с ЧПУ), возникает необходимость в обучении Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

Многоцелевые станки и обрабатывающие центры в настоящее время находят широкое применение. Это станки с высокой концентрацией переходов обработки и высокой точностью. Многооперационные станки обладают широкими технологическими возможностями и в следствии интеграции обработки позволяют в 2-3 раза уменьшить число необходимого более простого оборудования, приспособлений, выполнить обработку практически со всех сторон за один установ заготовки, при этом осуществляются практически все виды обработки со снятием стружки.

В базовом технологическом процессе на универсальных станках работали Токари, уровень квалификации которых недостаточен для работы

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

на современном металлообрабатывающем оборудовании с числовым программным управлением. В связи с этим считается целесообразным переподготовка рабочих по профессии Токарь на Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ для работы на станках с числовым программным управлением.

Переподготовка рабочих ведется в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования, который является структурным подразделением ПАО "МЗИК".

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия как Уральского, так и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения.

Подготовка и обучение в центре ведется с различными организациями по следующим направлениям:

- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- обучение (профподготовка) лиц, стоящих на учете в центрах занятости населения;
- организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников средних и высших учебных заведений;
- организация обучения и обучение собственного персонала завода.

Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования был создан в 2009 году на базе ОАО "МЗиК" и является его структурным подразделением. Территориально расположен в административном здании предприятия.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

### **Цель работы центра:**

Основными целями деятельности Центра ДПО является обучение рабочих для предприятий оборонно-промышленного комплекса (далее ОПК) и обеспечение функционирования, совместно с Правительством Свердловской области и Союзом оборонных предприятий системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса для развития их кадрового ресурса в условиях технического, технологического перевооружения и инновационного развития, реализации инвестиционных проектов.

### **Задачи реализуемые центром:**

1. Формирование системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса в составе:

- центр по организации процесса дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса и проведению обучения

- учебно-методическая и учебно-производственная база высших учебных заведений и других образовательных учреждений – участников системы дополнительного профессионального образования;

- технологическая база передовых предприятий оборонно-промышленного комплекса – участников системы дополнительного профессионального образования.

2. Формирование системы комплектования контингента обучающихся по программам дополнительного профессионального образования и программам профессиональной подготовки за счет:

- рабочих и специалистов предприятий входящих в состав ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей» оборонно-промышленного комплекса Свердловской области и предприятий других отраслей промышленности города Екатеринбурга и Свердловской области;

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

- лиц, состоящих на учете в центрах занятости;
- студентов и выпускников образовательных учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования.

В Центре ДПО занятия ведутся высококвалифицированными и опытными преподавателями, руководителями практик, мастерами производственного обучения, инструкторами производственной практики. Центром ДПО активно работает и поддерживает постоянную связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в состав которой входят:

- учебные кабинеты, лаборатории, современные компьютерные классы;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;
- учебно-методический кабинет,
- техническая библиотека и читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра ДПО, помещение для преподавателей;
- медицинский пункт;

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами [11].

#### **Методическое сопровождение:**

На сегодняшний день Центре ДПО располагает следующими средствами обучения:

- оборудованный класс технического обучения;
- современные наглядные технические средства обучения;
- учебные программы, разработанные ФГУ «ВНИИ охраны и

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

экономики труда», согласованные с МТУ Ростехнадзора по УрФО;

- техническая библиотека – порядка 30 000 экз.

### **Для обучающихся:**

Центре ДПО предоставляет студентам и учащимся учреждений СПО и ВПО возможность прохождения ознакомительной, учебной, квалификационной, производственной и преддипломной практик с последующим трудоустройством.

### **Цели обучения рабочим профессиям на производстве**

Программы профессионального обучения и повышения квалификации рабочих позволяют обучающимся приобрести необходимые знания, умения и навыки, определяемые требованиями ЕТКС и профессиональных стандартов. Полученные профессиональные компетенции дают возможность выпускникам работать по профессии на предприятиях соответствующего профессии профиля.

### **Выбор профессии и анализ профессионального стандарта**

В связи с изменением технологического процесса механической обработки детали «Корпус ограничителя» на станки с ЧПУ, появилась необходимость переподготовки рабочих. Предлагается переподготовить Токаря 4-го разряда на Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда. Для разработки учебного плана по переподготовке рабочих необходимо проанализировать профессиональные стандарты, соотнести знания рабочих по профессии токарь с необходимыми знаниями оператора-наладчика 3 разряда. Проанализированные требования к знаниям рабочих представлены в таблице 32.

### **Анализ Профессионального стандарта**

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением должен иметь:

-образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

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

Для переобучения Токарей на Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда в учебном центре предприятия выберем обобщенную трудовую функцию - 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.

Данная трудовая функция, согласно Стандарта имеет код В/01.3 и принадлежит третьему уровню квалификации.

Трудовые функции:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях 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

Необходимые умения:

- Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

- Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
- Изменять параметры стойки ЧПУ станка
- Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
- Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях
- Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
- Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностях деталей по 7 - 8 квалитетам

Таблица 32 – Соотнесение необходимых знаний рабочих

Токарь 4-го разряда	Оператор-наладчик ОЦ с ЧПУ 3 разряда
необходимые знания из проф. стандарта	необходимые знания из проф. стандарта
1	2
1) • Правила чтения конструкторской и технологической документации	1) Система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости
2) Устройство, назначение и правила применения наиболее распространенных универсальных приспособлений и режущего инструмента • Правила установки резцов (в том числе со сменными режущими пластинами), сверл • Правила и последовательность установки и закрепления заготовок, исключая их самопроизвольное выпадение • Назначение, свойства и правила применения охлаждающих и смазывающих жидкостей Устройство, конструктивные особенности и правила применения универсальных и специальных приспособлений	2) Наименование, назначение, конструктивные особенности и условия применения, правила проверки на точность универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструмента для автоматического измерения деталей • Правила настройки, регулирования универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей • Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей • Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

65

Продолжение таблицы 32

1	2
<p>3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Правила и углы заточки режущего инструмента, изготовленного из инструментальных сталей или с пластиной из твердых сплавов</li> <li>• Основные свойства обрабатываемых материалов</li> <li>• Технология выполнения несложных токарных работ: обтачивания, растачивания, протачивания цилиндрических и конических поверхностей; сверления отверстий; нарезания резьб, канавок и фасок; подрезания торцов; отрезания заготовок</li> <li>• Способы и приемы выполнения наружной и внутренней резьбы нарезными и накатными инструментами</li> <li>• Способы и приемы обработки конусных поверхностей</li> <li>• Правила и углы заточки режущего инструмента с твердосплавной пластиной</li> </ul>	<p>3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка</li> <li>• Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; системы допусков и посадок, качества и параметры шероховатости</li> <li>• Требования, предъявляемые к качеству изготавливаемой детали</li> <li>• Требования, предъявляемые к готовой детали</li> <li>• Виды брака и способы его предупреждения и устранения</li> <li>• Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</li> <li>• Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</li> <li>• Правила заточки, доводки и</li> </ul>
<p>Теория резанья в объёме, соответствующем сложности работ</p> <p>Основные принципы калибрования профилей простой и средней сложности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка</li> <li>• Способы и приемы закрепления и обработки тонкостенных деталей с толщиной стенки до 1 мм и длиной до 200 мм</li> <li>• Схемы строповки, структура и параметры технологических карт на выполнение погрузочно-разгрузочных работ</li> </ul> <p>Правила управления крупногабаритными станками, обслуживаемыми совместно с токарем более высокой квалификации</p>	<p>установки универсального и специального режущего инструмента</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

66



- Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ
- Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
- Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ
- Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
- Последовательность технологического процесса обрабатывающего центра с ЧПУ
- Органы управления и стойки ЧПУ станка
- Режимы работы стойки ЧПУ
- Системы графического программирования
- Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами

**Анализ учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО "МЗИК"**

Программа переподготовки рабочих включает в себя теоретическое и производственное обучение. Всего на обучение отведено 144 часа, из них на производственное обучение отведено 72 часа.

Программа включает в себя изучение основ технического черчения, резание металлов и режущего инструмента, основы технологии машиностроения, основы программирования и устройство обрабатывающих центров, наладку и настройку станка.

Срок обучения – 2 месяца, т.к. обучение проводится без отрыва от производства. После теоретического обучения рабочие на предприятии проходят производственное обучение, выполняют пробную работу. На

основании сдачи квалификационного экзамена по теоретическим вопросам, выполнению пробной работы и заключения с места работы им выдается удостоверение с присвоенным разрядом.

**Учебно-тематический план переподготовки рабочих по профессии  
«Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»**

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

Срок обучения - 2 месяца

Учебный план переподготовки операторов-наладчиков станков с ЧПУ представим в таблице 33.

Таблица 33 – Учебный план переподготовки операторов станков с ЧПУ

№ п/п	Наименование разделов	Всего (час)	В том числе (час)		Форма контроля
			Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5	6
1	Инструктаж по охране труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	4	4	-	
2	Техническое черчение и чтение чертежей	4	-	4	Чтение чертежа
3	Основы резания металлов и современный режущий инструмент	8	4	4	Задание по подбору РИ и режимов резания
4	Технология обработки деталей на станках с ЧПУ	8	4	4	Разработка ТП на обработку детали
5	Классификация систем ЧПУ	2	2	-	Опрос
6	Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	14	6	8	Разработка УП
7	Устройство обрабатывающих центров и станков с ПУ	8	4	4	Опрос

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Цель перспективно-тематического планирования:

1. Определить систему работы преподавателя и учащихся, обеспечив ее целенаправленность и педагогически целесообразное и экономное использование учебного времени для решения важнейших учебно-воспитательных задач;
2. Разработать систему занятий с эффективной реализацией принципов дидактики;
3. Выстроить научно обоснованную систему методов теории развивающего обучения;
4. Разработать систему наглядных пособий, средств и форм организации познавательной деятельности учащихся;
5. Наметить оптимальные пути реализации основных функций учебно-воспитательного процесса - обучающей, развивающей, воспитывающей.

Проектирование учебного процесса осуществляется путем комбинации различных возможных сочетаний всех компонентов обучения, анализа этих комбинаций и дальнейшего выбора, наиболее оптимального варианта. Оптимизация предполагает, что образовательные, воспитательные и развивающие цели обучения достигаются при минимальных затратах времени и усилий как учащихся, так и педагога. Минимизация затрат возможна только при правильном соотношении компонентов обучения.

Для гарантии качества педагогического проекта необходимо руководствоваться основными правилами. Основное правило – проект должен обеспечивать взаимосвязь всех компонентов учебного процесса. Педагог профессионального образования, опираясь на общие цели подготовки рабочих (служащих), вытекающие из профессиональной характеристики, и опираясь на цели изучения всего предмета, определяет цели конкретного занятия. При этом, естественно, учитывается и специфика содержания учебного предмета. Фактически, задавая образовательные цели,

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

педагог одновременно устанавливает и уровни изучения и усвоения учебного материала.

На основе установленных целей обучения выбираются организационные формы и методы обучения. Так, например:

- при выборе организационных форм обучения. Общее знакомство с полным технологическим циклом производства можно проводить в форме экскурсии на машиностроительное предприятие. Умение проводить расчеты целесообразно формировать на уроках закрепления и совершенствования знаний и умений.

- при выборе методов обучения. Для обеспечения ознакомительного уровня не следует прибегать к проблемным методам, достаточно остановиться на объяснительно-иллюстративном методе организации познавательной деятельности учащихся. В тоже время, уровень умений достигается с помощью продуктивных методов организации познавательной деятельности. Кроме способа организации познавательной деятельности учащихся важно определить источник знаний и умений. Очевидно, что научить учащихся расчетам расхода материалов на изготовление единицы продукции можно только методом упражнений, так как объяснение и показ не позволят достигнуть уровня умений, ограничивая усвоение только уровнем репродукции полученных знаний.

В ходе педагогического проектирования преподаватель выявляет межпредметные и внутрипредметные связи, отбирает домашнее задание для каждого занятия, а также разрабатывает некоторые другие элементы учебного процесса.

Результаты педагогического проектирования должны быть зафиксированы. Наиболее удобной формой представления проекта является перспективно-тематический план (ПТП) (таблица 34).

Таблица 34 – Перспективно-тематический план раздела «Технология обработки деталей на станках с ЧПУ»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Организа- ционная форма
1.	Особенности проектирования технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ.	Образовательная: -познакомить с особенностями проектирования технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, аккуратность, усидчивость. Развивающая: развивать внимание, память	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации, самостоятельное заполнение листов рабочей тетради.	Урок усвоения новых знаний
2.	Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ.	Образовательная: -сформировать знания о разработке маршрутной технологии для станков с ЧПУ. Воспитательная: воспитать дисциплину, интерес к предмету. Развивающая: развивать внимание, память, умение систематизировать факты	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации	Урок усвоения новых знаний

Задачей методической части выпускной квалификационной работы является разработка методики проведения занятия теоретического обучения для переподготовки Токаря 4 разряда на Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда.

Усовершенствованный технологический процесс детали «Корпус ограничителя» предусматривает применение токарного станка с ЧПУ модели MASTURN 54. Для обработки детали на токарном станке с ЧПУ необходимы знания о технологии обработки деталей. Из перспективно-тематического плана выберем занятие № 2 «Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ». На урок отводится 2 часа.

## Разработка методики проведения учебного занятия

Тема занятия - Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ

Цели занятия:

Образовательная:

- сформировать знания о маршрутной технологии для станков с ЧПУ.

Воспитательная: воспитать дисциплину, интерес к предмету.

Развивающая: развивать внимание, память, умение систематизировать факты

Тип урока - урок усвоения новых знаний

Методы обучения - рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации, заполнение листов рабочей тетради.

Средства обучения - учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, контролирующие листы рабочей тетради

Время, отведенное на урок: 2 академических часа

Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке представлена в таблице 35.

Таблица 35 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ этапа	Наименование этапа занятия	Время этапа занятия (мин)	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	5	- приветствие - проверка присутствующих и внешнего вида учащихся - сообщение темы и цели урока	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке. Слушают, записывают тему урока.
2	Мотивация	5	Рассказывает о важности темы Напоминает о рейтинге	Слушают

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4	5
3	Актуализация опорных знаний учащихся	10	Опрос учащихся в форме беседы. Задаёт вопросы, комментирует, поправляет, если требуется, оценивает ответы.	Вспоминают материал предыдущего урока, отвечают на вопросы преподавателя, слушают, дополняют друг друга.
4	Объяснение нового учебного материала	50	Преподаватель рассказывает новый материал, демонстрирует слайды по ходу рассказа, комментирует, наблюдает как учащиеся воспринимают новый материал. В процессе изложения преподаватель периодически проходит между рядами, смотрит, как конспектируют учащиеся материал, заинтересованы ли они.	Слушают, воспринимают и осмысливают новый материал. Изучают информацию на слайдах. Конспектируют новый материал.
5	Закрепление новых знаний	15	Задаёт вопросы для закрепления нового материала. По ответам учащихся судит об уровне усвоения новых знаний.	Вспоминают новый материал, отвечают на вопросы, пользуются конспектами.
6	Домашнее задание	5	Повторить пройденный материал.	Записывают в тетрадь.

Конспект занятия приведен в приложении Г.

Презентация к занятию представлена в приложении Д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус механизма ограничения углов». Внедрение станков с ЧПУ на ПАО «МЗиК» является одной из главных причин совершенствования технологического процесса. Изменяется тип и форма заготовки, применяется современное оборудование с числовым программным управлением, используется современный металлорежущий инструмент зарубежных фирм. Для обслуживания данного высокоавтоматизированного оборудования проходят переподготовку рабочие по профессии Токарь на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», поэтому в методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по теме «Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ». Занятия ведутся на базе "Регионального межотраслевого центра дополнительного профессионального образования" на базе ПАО "МЗиК", расположенного в г. Екатеринбурге по адресу ул. Космонавтов, 18.

В методической части выпускной квалификационной работы разработан перспективно-тематический план, выделено учебное занятие по теме «Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ», разработан план учебного занятия и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации компьютерной технологии.

Таким образом в методической части решены все задачи педагогического проектирования, предусмотренные во введении.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аверченков В.И. Технология машиностроения. Сборник задач и упражнений / Под общ. ред. Е.А. Польского.- 2-е изд., перераб. и доп.– М.: ИНФРА-М, 2005.- 288 с.

2. Бордовская, Н. В. Педагогика [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов /Н. В. Бордовская, А. А. Реан. - СПб: Издательство «Питер», 2015. - 304 с. - (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=344144>)

3. [Безьязычный, В.Ф.](#) Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник для вузов [Гриф УМО] / В. Ф. Безьязычный. – М.: Машиностроение, 2013. – 566 с. – (Режим доступа:<http://e.lanbook.com/view/book/6747>)

4. Вардашкин Б.Н. и др. Станочные приспособления. Справочник. В2-х т., т-1-М: Машиностроение, 1997г – 592 с.

5. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышейш. шк., 1996. – 256 с.

6. Гузеев В.И. Справочник. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением. – М.: Машиностроение, 2005, - 386с.

7. Локтев А.Д., Гуцин И.Ф., Батуев В.А. и др. «Общемашиностроительные нормативы режимов резания». Справочник: В 2-х т.: Т. 1, Т. 2 / – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.: ил.

8. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Класс 73. М.: Изд-во стандартов, 1991. 89 с.

9. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

10. Металлорежущий инструмент Каталог металлорежущего инструмента Karloj. 2015.

11. Методика производственного обучения [Электронный ресурс]: учебно - методическое пособие / Л. Л. Молчан и др. - 3-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2013. - 192 с. (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340423>)

12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы времени. М. Экономика, 1990 – 473 с.

13. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски ГОСТ 7505-89. Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандарты. Москва, 1995 – 43 с.

14. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. Спец. Вузов/ Я.М. Радкевич, В.А.Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; под ред. В.А. Тимирязева. – М.: Высш. Шк., 2004. – 272 с.:ил.

15. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник/ Под общей ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера. – 2-е изд., перераб. И доп. М.: Машиностроение, 1995 – 496 с.

16. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 914 с., ил.

17. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение – 1, 2003 г. 944 с., ил.

18. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 278 с.: ил.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

19. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.: ил.

20. Федотиков А.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя, Государственное научно-техническое издательство ОБОРОНГИЗ, Москва 1980 – 403с.

21. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технологического нормирования работ на металлорежущих станках. М., изд. «Машиностроение» - 1998.

22. Оперативное управление производством / В.И. Гончаров, А.Н. Колосов, Г.И. Дибник.- М.: Экономика, 1998.- 120 с.

23. Основы технологии машиностроения. Учеб. для ВУЗов / В.Н. Кован, В.С. Корсаков, А.Г. Косилова и др. - М.: Машиностроение, 1996. — 416 с.

24. Применение новых инструментальных материалов и режущего инструмента на их основе: Метод. Рекомендации / ВНИИ инструмент. –М.: ВНИИТЭМР, 1990.

25. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник / Под ред. В.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение, 1975.-365 с.

26. Радионов А.И. Техника защиты окружающей среды / Родионов А.И., Клушин В.Н., Торошечников В.С. Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Химия, 1996. -512 с.: ил.

27. Режимы резания металлов: Справ. / Под ред. Ю. В. Барановского. М.: Машиностроение, 1996. 39 с.

28. Романов Е. В. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей машин: Учеб. пособие /МГПИ. Магнитогорск, 1998. 258 с.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

29. Руденко П. А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Киев: Вища шк. 1995. 255 с.

30. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам: Учебн. пособ. для.. вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Л.В. Худобин, и др. / под общ. ред. Л.В. Худобина – М. Машиностроение, 1997.

31. Скакун В.А. Введение в профессию мастера ПО: Метод. пособие. - М.: Высш. шк. 1997. - 239 с.

32. Строительные нормы и правила Российской Федерации. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение. МинСтрой РФ, М. 1995.

33. Технологичность конструкции изделия: Справочник / Ю.Д.Амиров, Т.К.Алферова, П.Н.Волков и др.; Под общ.ред. Ю.Д.Амирова. — М.: Машиностроение, 1990. — 786 с.

34. Технология машиностроения: Спец. часть, Учеб машиностроит. спец. вузов/ А. А. Гусев,. Ковальчук, И. М. Колесов и др. М.: Машиностроение, 1999. 480 с

35. Фираго В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей. - М.: Машиностроение, 1998. — 468 с.

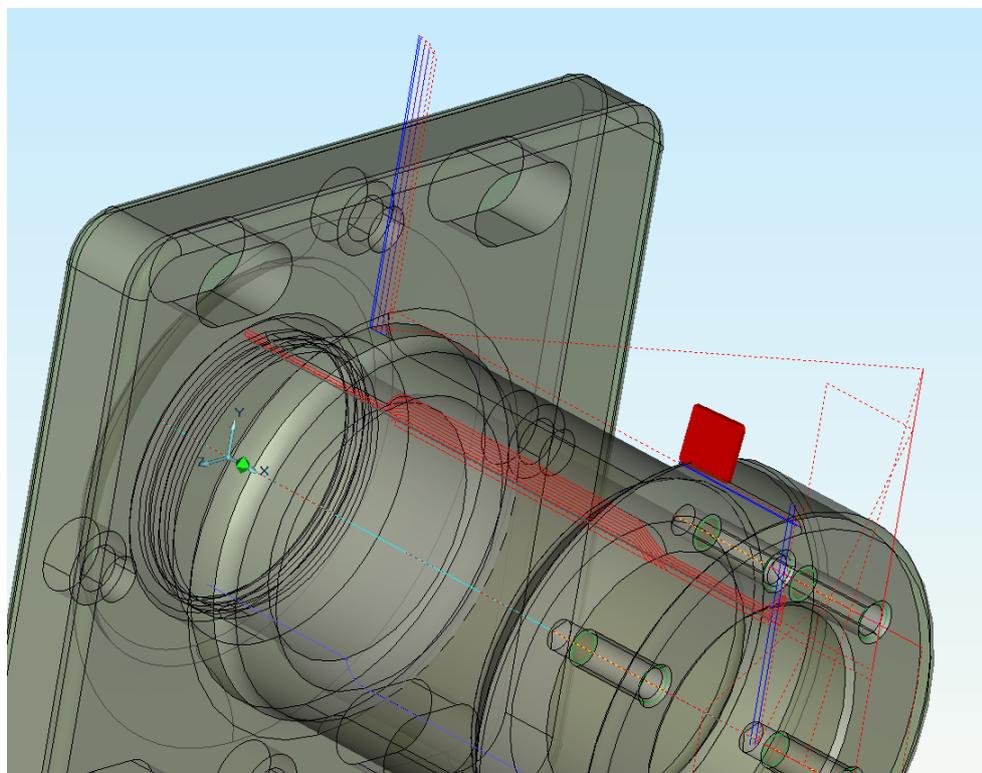
Лист задания

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Приложение Б.

Название	Формат
Чертеж заготовки	1 лист А1
Чертеж детали	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	2 листа А1
Эскиз для программной операции 0010	1 лист А1

Разработка управляющей программы



- N1 ;
- 9P312.05.06.001
- N3 ; - OPERACIYA 010
- N5 ; -----
- N7 ; Z0 - LEVIY TOREC
- N9 ; -----
- N11 ; T1 - Romb.plastina R0.8 D10
- N13 ; T2 - Sverlo D20 H120
- N15 ; T3 - Sverlo D39 H120
- N17 ; T4 - Romb.plastina R0.8 D10
- N19 ; T5 - Centrovka D3.15 H120
- N21 ; T6 - Sverlo D5 H120
- N23 ; -----
- N25 T1 M6 ; T1 - Romb.plastina R0.8 D10
- N27 G18 G90 G54
- N29 MSG("PODREZAT TOREC")
- N31 S1=400 M1=3

N33 G0 Z110.  
N35 X77.625  
N37 G95 G1 X-1.6 F0.1 M8  
N39 G0 Z110.5  
N41 X77.625  
N43 G41 Z109.  
N45 G1 X-2.6  
N47 G0 X1.4 Z111.  
N49 X120. Z130.  
N51 MSG("TOCHIT D72")  
N53 Z111.981  
N55 X72.  
N57 G95 G1 Z86.2  
N59 G0 X73.  
N61 Z110.873  
N63 X71.625  
N65 G1 Z86.013  
N67 X75  
N69 G0 X120. Z130.  
N71 MSG("PODREZAT DALNIY TOREC")  
N73 Z26.21  
N75 X69.774  
N77 G95 G1 X62.5  
N79 Z26.893  
N81 G0 X156.284  
N83 Z25.21  
N85 G1 X62.5  
N87 Z26.21  
N89 G0 X157.542  
N91 Z24.21  
N93 G1 X62.5  
N95 Z25.21  
N97 G0 X158.8  
N99 Z23.21

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

N101 G1 X62.5  
N103 Z24.21  
N105 G0 X159.291  
N107 G41 Z22.82  
N109 G1 X62.5  
N111 Z23.21  
N113 MSG("")  
N115 G0 X140. Z130. M9  
N117 G0 X0.  
N119 Z120.  
N121 M1  
N123 T2 M6 ; T2 - Sverlo D20 H120  
N125 G18 G90 G54  
N127 S1=300 M1=3  
N129 G94 F35 M8  
N131 MSG("ZASVERLIT OTV.")  
N133 CYCLE83(120, -3, 3, -116, , 15, , 15, 0, 0, 20, 1)  
N135 G0 X0.  
N137 MSG("")  
N139 M9  
N141 M1  
N143 T3 M6 ; T3 - Sverlo D39 H120  
N145 G18 G90 G54  
N147 S1=280 M1=3  
N149 G94 F30 M8  
N151 MSG("RASSVERLIT OTV.")  
N153 CYCLE83(120, -3, 3, -122, , 15, , 15, 0, 0, 20, 1)  
N155 G0 X0.  
N157 MSG("")  
N159 M9  
N161 M1  
N163 T4 M6 ; T4 - Romb.plastina R0.8 D10  
N165 G18 G90 G54  
N167 S1=500 M1=3

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

N169 MSG("RASTOCHIT VNUTR. POV.")  
N171 G0 X36.873  
N173 Z83.445  
N175 G95 G1 X40.125 Z80.388 F0.1 M8  
N177 G1 Z32.776  
N179 G3 X39.18 Z30.84 CR=4.2  
N181 G0 X36.873  
N183 Z84.503  
N185 G1 X41.25 Z80.388  
N187 Z32.776  
N189 G3 X39.36 Z30.122 CR=4.2  
N191 G0 X36.873  
N193 Z85.561  
N195 G1 X42.375 Z80.388  
N197 Z32.776  
N199 G3 X39.54 Z29.63 CR=4.2  
N201 G0 X38.54  
N203 Z110.997  
N205 X44.462  
N207 G1 X39.469 Z108.5  
N209 G0 X36.873  
N211 Z86.619  
N213 G1 X43.5 Z80.388  
N215 Z32.776  
N217 G3 X39.72 Z29.268 CR=4.2  
N219 G0 X38.72  
N221 Z111.  
N223 X45.593  
N225 G1 X39.469 Z107.938  
N227 G0 X36.873  
N229 Z87.677  
N231 G1 X44.625 Z80.388  
N233 Z32.776  
N235 G3 X39.9 Z28.999 CR=4.2

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

N237 G0 X38.9  
N239 Z111.  
N241 X46.718  
N243 G1 X39.781 Z107.531  
N245 Z86.001  
N247 X45.75 Z80.388  
N249 Z32.776  
N251 G3 X40.736 Z28.932 CR=4.2  
N253 G2 X39.781 Z28.2 CR=0.8  
N255 G1 Z-0.8  
N257 G0 X38.781  
N259 Z111.  
N261 X47.843  
N263 G1 X40.906 Z107.531  
N265 Z86.001  
N267 X46.875 Z80.388  
N269 Z32.776  
N271 G3 X41.861 Z28.932 CR=4.2  
N273 G2 X40.906 Z28.2 CR=0.8  
N275 G1 Z-0.8  
N277 G0 X39.906  
N279 Z111.  
N281 X48.968  
N283 G41 G1 X42.031 Z107.531  
N285 Z86.001  
N287 X48. Z80.388  
N289 Z32.776  
N291 G3 X42.986 Z28.932 CR=4.2  
N293 G2 X42.031 Z28.2 CR=0.8  
N295 G1 Z-0.8  
N297 G0 X40. M9  
N299 Z130.  
N301 G0 X140. Z130.  
N303 G0 X0.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

N305 Z120.  
N307 M1  
N309 T5 M6 ; T5 - Centrovka D3.15 H120  
N311 G17 G90 G54  
N313 S2=1000 M2=3  
N315 G94 F30  
N317 M66  
N319 DIAMOF  
N321 TRANSMIT  
N323 MSG("CENTROVAT 6 OTV. M6")  
N325 X27.5 Y0.  
N327 G0 Z119.  
N331 M8  
N333 MCALL CYCLE81(119, 109, 3, -2)  
N335 X27.5 Y0.  
N337 G91 C30  
N339 G91 C30  
N341 G91 C30  
N343 G91 C30  
N345 G91 C30  
N347 G90  
N349 MCALL  
N351 MSG("")  
N353 TRAFOOF  
N355 DIAMON  
N357 G0 X130. M9  
N359 G0 X140. Z130.  
N361 M1  
N363 T6 M6 ; T6 - Sverlo D5 H120  
N365 G17 G90 G54  
N367 S2=1000 M2=3  
N369 G94 F30  
N371 M66  
N373 DIAMOF

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

N375 TRANSMIT

N377 MSG("SVERLIT 6 OTV. M6")

N379 X27.5 Y0.

N381 G0 Z119.

N385 M8

N387 MCALL CYCLE83(119, 109, 2, -22, , 3, , 3, 0, 0, 20, 1)

N389 X27.5 Y0.

N391 G91 C30

N393 G91 C30

N395 G91 C30

N397 G91 C30

N399 G91 C30

N401 G90

N403 MCALL

N405 MSG("")

N407 TRAFOOF

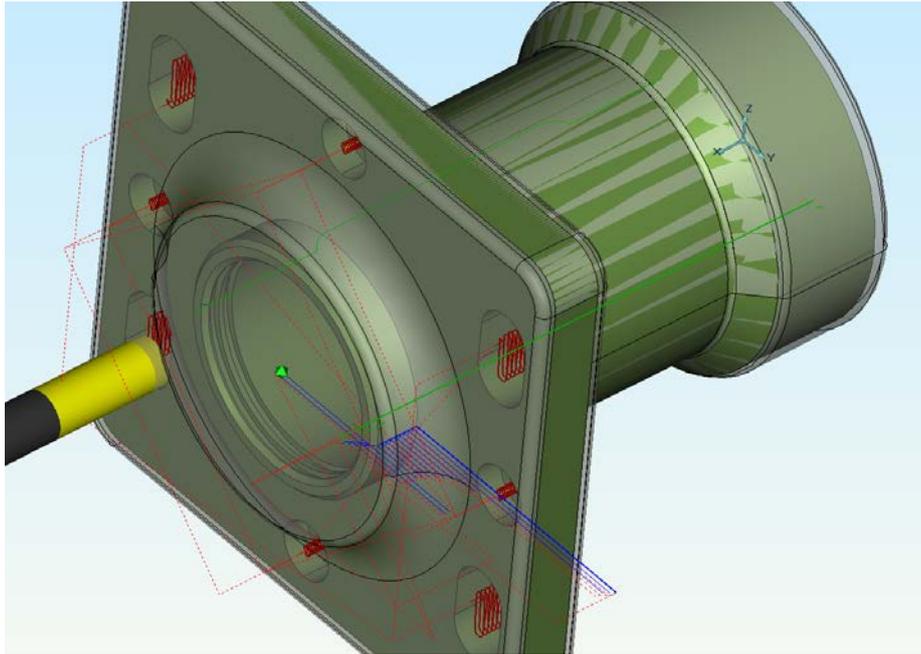
N409 DIAMON

N411 G0 X130. M9

N413 G0 X140. Z130.

N415 M30

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89



9P312.05.06.001

; - OPERACIYA 015

;-----

; Z0 - LEVIY TOREC

;-----

; T1 - Romb.plastina R0.8 D10

; T2 - Podreznoi R0.2 D1.6

; T5 - Centrovka D3.15 H120

; T6 - Sverlo D7.5 H120

; T7 - Freza D10

;-----

N1 T1 M6 ; T1 - Romb.plastina R0.8 D10

N2 G18 G90 G54

N3 MSG("PODREZAT TOREC")

N4 S1=400 M1=3

N5 G0 Z107.

N6 X92.

N7 G95 G1 X-1.6 F0.1 M8

N8 G0 Z107.5

N9 X92.

N10 Z106.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

90

N11 G1 X-2.6  
N12 G0 X1.4 Z108.  
N13 X120. Z130.  
N14 MSG("TOCHIT KONTUR")  
N15 Z108.  
N16 X69.025  
N17 G95 G1 X43.326  
N18 Z109.  
N19 G0 X70.102  
N20 Z107.  
N21 G1 X45.326  
N22 Z108.  
N23 G0 X70.534  
N24 Z106.  
N25 G1 X47.326  
N26 Z107.  
N27 G0 X71.149  
N28 Z105.  
N29 G1 X49.326  
N30 Z106.  
N31 G0 X72.029  
N32 Z104.  
N33 G1 X50.181  
N34 X51.595 Z104.707  
N35 G0 X73.221  
N36 Z103.  
N37 G1 X50.181  
N38 X51.595 Z103.707  
N39 G0 X74.806  
N40 Z102.  
N41 G1 X50.181  
N42 X51.595 Z102.707  
N43 G0 X76.946  
N44 Z101.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

N45 G1 X50.181  
N46 X51.595 Z101.707  
N47 G0 X80.057  
N48 Z100.  
N49 G1 X50.181  
N50 X51.595 Z100.707  
N51 G0 X88.4  
N52 Z99.  
N53 G1 X50.181  
N54 X51.595 Z99.707  
N55 G0 X156.597  
N56 Z98.  
N57 G1 X50.181  
N58 X51.595 Z98.707  
N59 G0 X157.93  
N60 Z97.  
N61 G1 X50.181  
N62 X51.595 Z97.707  
N63 G0 X159.13  
N64 Z96.1  
N65 G1 X50.181  
N66 Z104.573  
N67 X41.795 Z108.766  
N68 Z109.766  
N69 G0 X159.048  
N70 X160.648 Z96.  
N71 G41 G1 X49.98  
N72 Z105.  
N73 G41 X47.512 Z106.234  
N74 Z107.566  
N75 G40  
N76 MSG("")  
N77 G0 X140. Z130. M9  
N78 G0 X0.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

N79 Z120.  
N80 M1  
N81 T2 M6 ; T2 - Podreznoi R0.2 D1.6  
N82 G18 G90 G54  
N83 MSG("RASTOCHIT KANAVKI")  
N84 G0 X140. Z130.  
N85 G18 G90 G54  
N86 S1=500 M1=3  
N87 G0 X40. Z110.  
N88 Z104.6  
N89 G95 G1 X44.625  
N90 Z104.3  
N91 X40  
N92 G0 Z101.6  
N93 G1 X44.625  
N94 Z101.3  
N95 X38.625  
N96 G0 Z120  
N97 G40  
N98 MSG("")  
N99 G0 X140. Z130. M9  
N100 G0 X0.  
N101 Z120.  
N102 M1  
N103 T5 M6 ; T5 - Centrovka D3.15 H120  
N104 G17 G90 G54  
N105 S2=1000 M2=3  
N106 G94 F100  
N107 M66  
N108 DIAMOF  
N109 TRANSMIT  
N110 MSG("CENTROVAT 4 OTV. D7.5")  
N111 X0 Y47.5  
N112 G0 Z110

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

N113 S1000 M3  
 N114 M8  
 N115 MCALL CYCLE81(106,99,,94)  
 N116 X0 Y47.5  
 N117 X-47.5 Y0  
 N118 X0 Y-47.5  
 N119 X47.5 Y0  
 N120 MCALL  
 N121 MSG("")  
 N122 TRAFOOF  
 N123 DIAMON  
 N124 G0 X130. M9  
 N125 G0 X140. Z130.  
 N126 M1  
 N127 T6 M6 ; T6 - Sverlo D7.5 H120  
 N128 G17 G90 G54  
 N129 S2=1000 M2=3  
 N130 G94 F100  
 N131 M66  
 N132 DIAMOF  
 N133 TRANSMIT  
 N134 MSG("SVERLIT 4 OTV. D7.5")  
 N135 X0 Y47.5  
 N136 G0 Z110  
 N137 M8  
 N138 MCALL CYCLE81(106,99,,82)  
 N139 X0 Y47.5  
 N140 X-47.5 Y0  
 N141 X0 Y-47.5  
 N142 X47.5 Y0  
 N143 MCALL  
 N144 MSG("")  
 N145 TRAFOOF  
 N146 DIAMON

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N147 G0 X130. M9

N148 G0 X140. Z130.

N149 M1

N150 T7 M6 ; T7 - Freza D10

N151 G17 G90 G54

N152 S2=1400 M2=3

N153 G94 F100 M8

N154 M66

N155 DIAMOF

N156 TRANSMIT

N157 G0 X0 Y47.5

N158 Z98

N159 G90 G1 Z96

N160 G41 X6 Y47.5

N161 G3 X6 Y47.5 I=AC(0) J=AC(47.5) Z90.5 TURN=10

N162 X6 Y47.5 I=AC(0) J=AC(47.5)

N163 G1 G40 X0

N164 G0 Z116

N165 X-47.5 Y0

N166 Z98

N167 G1 Z96 F20

N168 G41 X-41.5 Y-0

N169 G3 X-41.5 Y0 Z95.5 I=AC(-47.5) J=AC(-0) Z90.5 TURN=10

N170 X-41.5 Y0 Z95.5 I=AC(-47.5) J=AC(-0)

N171 G1 G40 X-47.5

N172 G0 Z116

N173 X0 Y-47.5

N174 Z98

N175 G1 Z96 F20

N176 G41 X6 Y-47.5

N177 G3 X6 Y-47.5 Z95.5 I=AC(-0) J=AC(-47.5) Z90.5 TURN=10

N178 X6 Y-47.5 Z95.5 I=AC(-0) J=AC(-47.5)

N179 G1 G40 X0

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

N180 G0 Z116  
 N181 X47.5 Y0  
 N182 Z98  
 N183 G1 Z96 F20  
 N184 G41 X53.5 Y-0  
 N185 G3 X53.5 Y0 Z95.5 I=AC(47.5) J=AC(-0) Z90.5 TURN=10  
 N186 X53.5 Y0 Z95.5 I=AC(47.5) J=AC(-0)  
 N187 G1 G40 X47.5  
 N188 G0 Z98  
 N189 X-34.4 Y45  
 N190 G1 Z96  
 N191 G41 X-34.4 Y39  
 N192 X-26 Y39 Z95.636  
 N193 G3 X-26 Y51 Z95.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N194 G1 X-34.4 Z95.136  
 N195 G3 X-34.4 Y39 Z95 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N196 G1 X-26 Z94.636  
 N197 G3 X-26 Y51 Z94.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N198 G1 X-34.4 Z94.136  
 N199 G3 X-34.4 Y39 Z94 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N200 G1 X-26 Z93.637  
 N201 G3 X-26 Y51 Z93.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N202 G1 X-34.4 Z93.136  
 N203 G3 X-34.4 Y39 Z93 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N204 G1 X-26 Z92.636  
 N205 G3 X-26 Y51 Z92.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N206 G1 X-34.4 Z92.136  
 N207 G3 X-34.4 Y39 Z92 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N208 G1 X-26 Z91.636  
 N209 G3 X-26 Y51 Z91.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N210 G1 X-34.4 Z91.136  
 N211 G3 X-34.4 Y39 Z91 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N212 G1 X-26 Z90.636  
 N213 G3 X-26 Y51 Z90.5 I=AC(-26) J=AC(45)

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

N214 G1 X-34.4 Z90.136  
 N215 G3 X-34.4 Y39 Z90 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N216 G1 X-26 Z89.636  
 N217 G3 X-26 Y51 Z89.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N218 G1 X-34.4 Z89.136  
 N219 G3 X-34.4 Y39 Z89 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N220 G1 X-26 Z88.637  
 N221 G3 X-26 Y51 Z88.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N222 G1 X-34.4 Z88.136  
 N223 G3 X-34.4 Y39 Z88 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N224 G1 X-26 Z87.636  
 N225 G3 X-26 Y51 Z87.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N226 G1 X-34.4 Z87.136  
 N227 G3 X-34.4 Y39 Z87 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N228 G1 X-26 Z86.636  
 N229 G3 X-26 Y51 Z86.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N230 G1 X-34.4 Z86.136  
 N231 G3 X-34.4 Y39 Z86 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N232 G1 X-26 Z85.636  
 N233 G3 X-26 Y51 Z85.5 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N234 G1 X-34.4 Z85.136  
 N235 G3 X-34.4 Y39 Z85 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N236 G1 X-26  
 N237 G3 X-26 Y51 I=AC(-26) J=AC(45)  
 N238 G1 X-34.4  
 N239 G3 X-34.4 Y39 I=AC(-34.4) J=AC(45)  
 N240 G1 G40 Y45  
 N241 G0 Z116  
 N242 X26  
 N243 Z98  
 N244 G1 Z96  
 N245 G41 X26 Y51  
 N246 G3 X26 Y39 Z95.864 I=AC(26) J=AC(45)  
 N247 G1 X34.4 Z95.5

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

N248 G3 X34.4 Y51 Z95.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N249 G1 X26 Z95  
N250 G3 X26 Y39 Z94.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N251 G1 X34.4 Z94.5  
N252 G3 X34.4 Y51 Z94.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N253 G1 X26 Z94  
N254 G3 X26 Y39 Z93.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N255 G1 X34.4 Z93.5  
N256 G3 X34.4 Y51 Z93.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N257 G1 X26 Z93  
N258 G3 X26 Y39 Z92.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N259 G1 X34.4 Z92.5  
N260 G3 X34.4 Y51 Z92.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N261 G1 X26 Z91.999  
N262 G3 X26 Y39 Z91.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N263 G1 X34.4 Z91.5  
N264 G3 X34.4 Y51 Z91.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N265 G1 X26 Z91  
N266 G3 X26 Y39 Z90.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N267 G1 X34.4 Z90.5  
N268 G3 X34.4 Y51 Z90.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N269 G1 X26 Z90  
N270 G3 X26 Y39 Z89.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N271 G1 X34.4 Z89.5  
N272 G3 X34.4 Y51 Z89.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N273 G1 X26 Z89  
N274 G3 X26 Y39 Z88.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N275 G1 X34.4 Z88.5  
N276 G3 X34.4 Y51 Z88.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N277 G1 X26 Z88  
N278 G3 X26 Y39 Z87.864 I=AC(26) J=AC(45)  
N279 G1 X34.4 Z87.5  
N280 G3 X34.4 Y51 Z87.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
N281 G1 X26 Z86.999

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

N282 G3 X26 Y39 Z86.864 I=AC(26) J=AC(45)  
 N283 G1 X34.4 Z86.5  
 N284 G3 X34.4 Y51 Z86.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
 N285 G1 X26 Z86  
 N286 G3 X26 Y39 Z85.864 I=AC(26) J=AC(45)  
 N287 G1 X34.4 Z85.5  
 N288 G3 X34.4 Y51 Z85.364 I=AC(34.4) J=AC(45)  
 N289 G1 X26 Z85  
 N290 G3 X26 Y39 I=AC(26) J=AC(45)  
 N291 G1 X34.4  
 N292 G3 X34.4 Y51 I=AC(34.4) J=AC(45)  
 N293 G1 X26  
 N294 G40 Y45  
 N295 G0 Z116  
 N296 X34.4 Y-45  
 N297 Z98  
 N298 G1 Z96  
 N299 G41 X34.4 Y-51  
 N300 G3 X34.4 Y-39 Z95.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N301 G1 X26 Z95.5  
 N302 G3 X26 Y-51 Z95.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N303 G1 X34.4 Z95  
 N304 G3 X34.4 Y-39 Z94.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N305 G1 X26 Z94.5  
 N306 G3 X26 Y-51 Z94.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N307 G1 X34.4 Z94  
 N308 G3 X34.4 Y-39 Z93.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N309 G1 X26 Z93.5  
 N310 G3 X26 Y-51 Z93.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N311 G1 X34.4 Z92.999  
 N312 G3 X34.4 Y-39 Z92.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N313 G1 X26 Z92.5  
 N314 G3 X26 Y-51 Z92.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N315 G1 X34.4 Z92

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

N316 G3 X34.4 Y-39 Z91.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N317 G1 X26 Z91.5  
 N318 G3 X26 Y-51 Z91.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N319 G1 X34.4 Z91  
 N320 G3 X34.4 Y-39 Z90.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N321 G1 X26 Z90.5  
 N322 G3 X26 Y-51 Z90.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N323 G1 X34.4 Z90  
 N324 G3 X34.4 Y-39 Z89.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N325 G1 X26 Z89.5  
 N326 G3 X26 Y-51 Z89.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N327 G1 X34.4 Z89  
 N328 G3 X34.4 Y-39 Z88.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N329 G1 X26 Z88.5  
 N330 G3 X26 Y-51 Z88.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N331 G1 X34.4 Z88  
 N332 G3 X34.4 Y-39 Z87.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N333 G1 X26 Z87.499  
 N334 G3 X26 Y-51 Z87.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N335 G1 X34.4 Z87  
 N336 G3 X34.4 Y-39 Z86.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N337 G1 X26 Z86.5  
 N338 G3 X26 Y-51 Z86.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N339 G1 X34.4 Z86  
 N340 G3 X34.4 Y-39 Z85.864 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N341 G1 X26 Z85.5  
 N342 G3 X26 Y-51 Z85.364 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N343 G1 X34.4 Z85  
 N344 G3 X34.4 Y-39 I=AC(34.4) J=AC(-45)  
 N345 G1 X26  
 N346 G3 X26 Y-51 I=AC(26) J=AC(-45)  
 N347 G1 X34.4  
 N348 G40 Y-45  
 N349 G0 Z116

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

N350 X-26  
N351 Z98  
N352 G1 Z96  
N353 G41 X-26 Y-51  
N354 G3 X-26 Y-39 Z95.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N355 G1 X-34.4 Z95.5  
N356 G3 X-34.4 Y-51 Z95.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N357 G1 X-26 Z95  
N358 G3 X-26 Y-39 Z94.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N359 G1 X-34.4 Z94.5  
N360 G3 X-34.4 Y-51 Z94.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N361 G1 X-26 Z94  
N362 G3 X-26 Y-39 Z93.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N363 G1 X-34.4 Z93.499  
N364 G3 X-34.4 Y-51 Z93.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N365 G1 X-26 Z93  
N366 G3 X-26 Y-39 Z92.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N367 G1 X-34.4 Z92.5  
N368 G3 X-34.4 Y-51 Z92.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N369 G1 X-26 Z92  
N370 G3 X-26 Y-39 Z91.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N371 G1 X-34.4 Z91.5  
N372 G3 X-34.4 Y-51 Z91.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N373 G1 X-26 Z91  
N374 G3 X-26 Y-39 Z90.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N375 G1 X-34.4 Z90.5  
N376 G3 X-34.4 Y-51 Z90.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N377 G1 X-26 Z90  
N378 G3 X-26 Y-39 Z89.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N379 G1 X-34.4 Z89.5  
N380 G3 X-34.4 Y-51 Z89.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N381 G1 X-26 Z89  
N382 G3 X-26 Y-39 Z88.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N383 G1 X-34.4 Z88.499

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

N384 G3 X-34.4 Y-51 Z88.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N385 G1 X-26 Z88  
N386 G3 X-26 Y-39 Z87.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N387 G1 X-34.4 Z87.5  
N388 G3 X-34.4 Y-51 Z87.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N389 G1 X-26 Z87  
N390 G3 X-26 Y-39 Z86.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N391 G1 X-34.4 Z86.5  
N392 G3 X-34.4 Y-51 Z86.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N393 G1 X-26 Z86  
N394 G3 X-26 Y-39 Z85.864 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N395 G1 X-34.4 Z85.5  
N396 G3 X-34.4 Y-51 Z85.364 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N397 G1 X-26 Z85  
N398 G3 X-26 Y-39 I=AC(-26) J=AC(-45)  
N399 G1 X-34.4  
N400 G3 X-34.4 Y-51 I=AC(-34.4) J=AC(-45)  
N401 G1 X-26  
N402 G40 Y-45  
N403 MSG("")  
N404 TRAFOOF  
N405 DIAMON  
N406 G0 X130. M9  
N407 G0 X140. Z130.  
N408 M30

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

План конспект занятия

**Конспект изложения нового материала**

Тема урока - Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ (слайд 1).

Проектирование технологического процесса (ТП) обработки детали на станках с ЧПУ существенно отличается от разработки его на станках с ручным управлением (РУ). Наиболее важной особенностью проектирования разработки на станках с ЧПУ является интеграция операций. Для станков с РУ, как известно, доминирует принцип дифференциации операций.

При использовании станков с ЧПУ значительно возрастает сложность и трудоемкость проектирования технологии. Появляются принципиально новые элементы техпроцесса: УП, схема движения инструментов, карта раскладки инструмента в магазине, карта настройки инструмента на станке и вне станка, расчетно-технологическая карта (РТК), операционная расчетная карта, карта программирования и др. (слайд 2)

Технологический процесс обработки на станке с ЧПУ, в отличие от традиционного технологического процесса, требует большей детализации при решении технологических задач и учета специфики представления информации. Структурно технологический процесс также делится на операции, элементами которых являются установки, позиции, технологический и вспомогательный переходы, рабочие и вспомогательные ходы (слайд 3).

Детализация технологического процесса для оборудования с ЧПУ приводит к необходимости разделения всех рабочих и вспомогательных ходов на шаги. Каждый из шагов представляет собой перемещение инструмента на отдельном участке траектории.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

Простейшими составляющими процесса обработки являются элементарные перемещения и технологические команды, обрабатываемые УЧПУ.

Проектирование технологического процесса связано с решением трех специфических задач (слайд 4):

1. Разработка наиболее экономичной последовательности изготовления элементов детали и подготовка УП. Такая разработка может быть выполнена двумя методами: методом моделирования процесса обработки с учетом опыта высококвалифицированных рабочих станочников, а также расчетно-аналитическим методом.

2. Размерная увязка траектории движения инструмента с системой координат станка и положением заготовки. От рационального решения этой задачи зависит равномерность распределения припуска и достижение заданной точности изготовления деталей.

3. Рациональная ориентация заготовки на столе станка. От решения этой задачи зависит обеспечение высокой производительности станка и безопасность рабочего при смене детали.

В общем случае проектирование технологических процессов (ТП) для станков с ЧПУ можно разделить на три стадии (слайд 5):

- разработку маршрута изготовления детали;
- разработку операционного технологического процесса (ТП);
- подготовку управляющей программы (УП).

Каждая стадия содержит несколько этапов проектирования. Создание УП для станков с ЧПУ в условиях автоматизированного производства является важнейшей задачей всей системы ТПП. Документация, разработанная на первой стадии, является исходной для выполнения работ на второй и третьей стадиях.

Маршрут обработки детали на станке с ЧПУ в общем случае определяется последовательностью обработки, увязанной с оборудованием и с комплексом технологической оснастки.

Последовательность обработки детали на станке с ЧПУ зависит от формы и размеров заготовки, от формы, вида и размеров базовых поверхностей, а также от требований, предъявляемых к операциям, намеченным в общем ТП для осуществления на станках с ЧПУ (слайд 6). Должен быть максимально использован опыт обработки аналогичных деталей на обычных станках.

Прежде всего должен быть решен вопрос о количестве установов (положений) деталей на столе или в шпинделе станка, необходимых для полной ее обработки.

Первый установ, как правило, выбирают из условия наиболее удобного базирования заготовки по "черновым" или заранее подготовленным "чистовым" базам.

Второй и последующие установы должны предусматривать использование обработанных при предыдущих установках чистых поверхностей в качестве технологических баз для промежуточной и финишной обработки.

Конечной задачей является поиск схемы, обеспечивающей наиболее полную обработку детали со всех сторон с наименьшим количеством установов и требуемой при этом оснастки.

При выборе последовательности операций следует учитывать необходимость совмещения конструкторской и технологической баз и получение технологических баз. В условиях автоматизированного производства операция по подготовке баз и удалению части припуска выполняется, как правило, на одноинструментальных станках с ЧПУ, обладающих повышенной жесткостью и сравнительно невысокой точностью.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

В процессе разработки схемы последовательности обработки детали выполняют эскизное проектирование приспособления для базирования и закрепления заготовки на каждом станке. При необходимости составляется техническое задание (ТЗ) на проектирование оснастки.

После выяснения требуемого числа и последовательности станков заготовки задают последовательность обработки детали по зонам, обусловленным ее конструктивными особенностями (внутренний и наружный контуры, окна, приливы и пр.). В каждой зоне выделяют отдельные элементы (торец, внутренний контур, окна, отверстия), для которых устанавливают вид обработки (черновая, чистовая) и требуемые типоразмеры инструментов.

Отдельные элементы, обрабатываемые одним инструментом, группируются как внутри зоны, так и по всем зонам. Такое группирование позволяет выявить необходимое количество типоразмеров режущих инструментов для обработки всей детали и выяснить возможность обработки всех доступных зон на данном станке.

Последовательность обработки по зонам определяется конструкцией детали и заготовки. При установлении такой последовательности следует, где это возможно, придерживаться принципа, обеспечивающего максимальную жесткость детали на каждом участке обработки.

Так, обработку корпусной детали с ребрами целесообразно начинать с фрезерования торцов ребер и лишь после приступать к обработке контура детали, так как ребра при этом будут более жесткими. Целесообразно вначале обработать внешний контур, а потом - внутренний (окна, колодцы). Внутренний контур детали следует обрабатывать от центра к периферии.

На токарном станке, когда последовательность обработки частей (зон) детали ничем не обусловлена, обработку следует начинать с более жесткой части (большого диаметра) и заканчивать зоной малой жесткости. Получистовую и чистовую обработку, для которой требуется обычно

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

несколько инструментов, целесообразно вести на станках, имеющих магазин инструментов.

При проектировании маршрута обработки детали на станке с ЧПУ широко используются типовые и групповые технологические процессы, а также опыт обработки данной детали на станках с ручным управлением. При этом преследуется цель максимально использовать оправдавшие себя технологические приемы, существующую оснастку и инструмент. Если деталь ранее не обрабатывалась, в качестве прототипа подбирается аналогичная из действующего производства или базы данных САПР ТП.

Маршрутная технология определяет, прежде всего, принципиальную схему ТП. На этом этапе выявляют типы станков с ЧПУ, которые требуются для обработки данной детали. Далее на стадии разработки маршрутного ТП детально рассматривают оборудование в целях выбора для каждой операции конкретной модели станка.

Детали типа тел вращения разбивают на две группы (слайд 7):

1) детали, подлежащие обработке на патронных токарных станках (зубчатые колеса, фланцы, кольца, сепараторы, втулки и т.д.);

2) детали, подлежащие обработке на центровых станках (ступенчатые валы, шпиндели, ходовые винты и т.д.).

Для обработки деталей первой подгруппы могут потребоваться несколько групп станков; это создает благоприятные условия для образования замкнутых участков из станков с ЧПУ. Детали этой подгруппы имеют много переходов и сложную конфигурацию, поэтому станки должны быть оснащены большим количеством инструментов. Если требуется дополнительная обработка деталей (сверление, фрезерование, шлифование), то применяют станки с ЧПУ других групп или токарные многоцелевые станки типа ТОЦ.

Что касается деталей второй подгруппы, то их черновую обработку целесообразно производить на одноинструментальных токарных станках с

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

ЧПУ. Для получистовой, а в некоторых случаях и чистовой обработки ступенчатых валов и шпинделей рекомендуется многоинструментальные токарные станки с ЧПУ, имеющие инструментальную револьверную головку или магазин.

Доработка деталей типа валов или шпинделей (сверление несоосных отверстий, фрезерование шпоночных пазов и т. п.) чаще всего выполняется на универсальном оборудовании. Однако в последнее время наметилась тенденция выполнять операции сверления и фрезерования подобных деталей совместно с токарной обработкой. Для этих целей используют токарные многоцелевые станки типа ТОЦ.

Детали, требующие фрезерной обработки, прежде всего группируют по числу требуемых координат и габаритным размерам.

Плоскостные детали (слайд 8) (планки, косынки, крышки, плиты, плоские кулачки и др.), имеющие пазы, окна, скосы, уступы, кривые поверхности, для которых может быть использован один инструмент, целесообразно обрабатывать на одноинструментальных фрезерных станках, а если на деталях одновременно имеются крепежные ступенчатые отверстия разного диаметра и разной глубины, то их целесообразно обрабатывать на многоинструментальных фрезерных станках. На этих станках можно также выполнять черновую, получистовую и чистовую расточку отверстий по 7-8-му качеству.

Детали среднего литья (слайд 8) (рычаги, вилки, кронштейны, средние корпусные детали) следует обрабатывать с максимальной концентрацией операций на станке. Первую операцию рекомендуется выполнять так, чтобы базовая плоскость и базовые отверстия обрабатывались с одного установа.

Обработку деталей, имеющих отверстия в пяти плоскостях, целесообразно разделить на две операции (слайд 9): 1) подготовку базы на вертикально-расточных или фрезерных станках; 2) обработку отверстий (в

том числе крепежных) и плоскостей с четырех сторон на многоцелевых станках.

Для корпусных деталей коробчатой формы может потребоваться обработка по пяти-шести плоскостям. Для этого рекомендуется использовать станки с ЧПУ следующих типов: для черновой обработки - горизонтальные станки с ручной сменой инструмента; для получистовых операций (подготовки базовой плоскости и двух базовых отверстий, сверления всех крепежных отверстий) - вертикально-фрезерные с револьверной головкой; для чистовых операций (обработки трех плоскостей) - многоцелевые станки (слайд 10).

Черновую, получистовую и частично чистовую обработку корпусных деталей, у которых длина и ширина значительно превышает высоту (салазки, каретки и др.), рекомендуется выполнять на продольно-фрезерных станках с ЧПУ.

В данном случае процесс будет проходить в несколько этапов:

1. 005 Заготовительный

Заготовка - из проката.

2. 010 Фрезерно-центровальная

1. Фрезеровать торцы 1,2

Перечисленные требования и рекомендации по выбору оборудования не являются окончательными и абсолютными. На практике часто решающее значение имеют реальные условия производства, например, наличие и состояние того или иного оборудования и технологической оснастки.

Приведем пример маршрутной карты обработки детали «Корпус механизма ограничения углов». Приложение Е.

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

## **Закрепление новых знаний.**

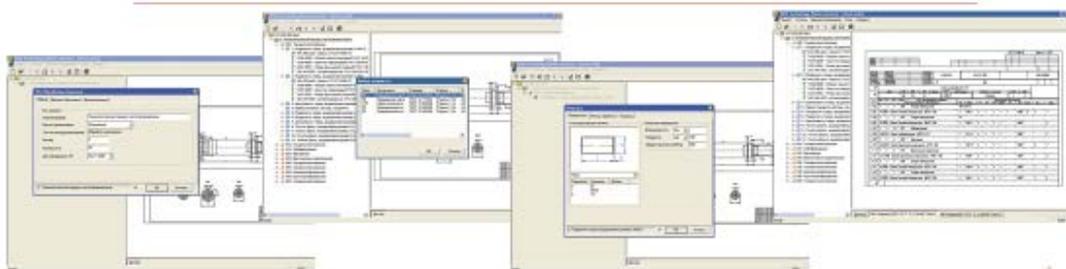
### **Вопрос**

1. Чем отличается проектирование технологического процесса обработки детали на станках с ЧПУ от разработки его на станках с ручным управлением?
2. Что является наиболее важной особенностью проектирования разработки на станках с ЧПУ?
3. Назовите элементы структурно технологического процесса.
4. Что представляют собой шаги операции обработки детали?
5. Назовите простейшие составляющие процесса обработки.
6. Назовите стадии проектирования технологических процессов для станков с ЧПУ.
7. От чего зависит последовательность обработки детали на станке с ЧПУ?
8. Что следует учитывать при выборе последовательности операций обработки детали на станке с ЧПУ?
9. Какие технологические процессы используют при проектировании маршрута обработки детали на станке с ЧПУ?

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Комплект слайдов.

## ТЕМА УРОКА РАЗРАБОТКА МАРШРУТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ



При использовании станков с ЧПУ значительно возрастает сложность и трудоемкость проектирования технологии.

Появляются принципиально новые элементы техпроцесса:

- Управляющая программа,
- схема движения инструментов,
- карта раскладки инструмента в магазине,
- карта настройки инструмента на станке и вне станка,
- расчетно-технологическая карта (РТК),
- операционная расчетная карта,
- карта программирования и др.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

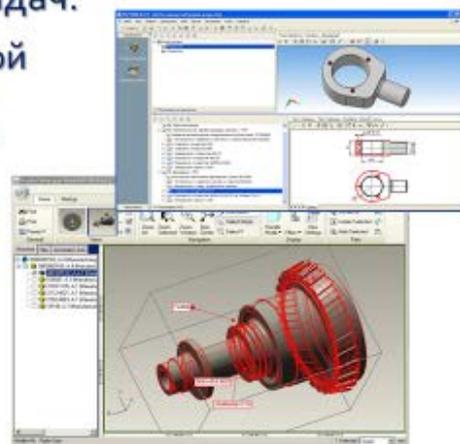
Технологический процесс обработки на станке с ЧПУ требует большей детализации при решении технологических задач и учета специфики представления информации.

Структурно технологический процесс делится на операции, элементами которых являются установки, позиции, технологический и вспомогательный переходы, рабочие и вспомогательные ходы.

3

Проектирование технологического процесса связано с решением трех специфических задач:

1. Разработка наиболее экономичной последовательности изготовления элементов детали и подготовка УП.
2. Размерная увязка траектории движения инструмента с системой координат станка и положением заготовки.
3. Рациональная ориентация заготовки на столе станка.



4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

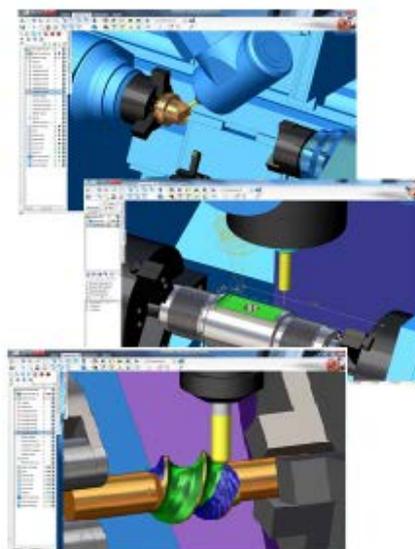
## Стадии проектирования технологических процессов (ТП)

- разработка маршрута изготовления детали;
- разработка операционного технологического процесса (ТП);
- подготовка управляющей программы (УП).

5

Последовательность обработки детали на станке с ЧПУ зависит

- от формы и размеров заготовки,
- от формы, вида и размеров базовых поверхностей,
- от требований, предъявляемых к операциям, намеченным в общем ТП для осуществления на станках с ЧПУ.



6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## Детали типа тел вращения

детали, подлежащие обработке на патронных токарных станках (зубчатые колеса, фланцы, кольца, сепараторы, втулки и т.д.)

детали, подлежащие обработке на центровых станках (ступенчатые валы, шпиндели, ходовые винты и т.д.)



7

## Группировка деталей по числу требуемых координат и габаритным размерам

Плоскостные детали (планки, косынки, крышки, плиты, плоские кулачки и др.), имеющие пазы, окна, скосы, уступы, кривые поверхности

Обработка на одноинструментальных фрезерных станках

Детали среднего литья (рычаги, вилки, кронштейны, средние корпусные детали)

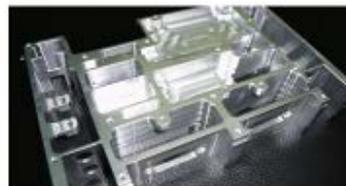
обработка с максимальной концентрацией операций на станке

8

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Обработку деталей, имеющих отверстия в пяти плоскостях, целесообразно разделить на две операции:

1. подготовку базы на вертикально-расточных или фрезерных станках;
2. обработку отверстий (в том числе крепежных) и плоскостей с четырех сторон на многоцелевых станках.



9

## Обработка деталей коробчатой формы

Для корпусных деталей коробчатой формы может потребоваться обработка по пяти-шести плоскостям.

Для этого рекомендуется использовать станки с ЧПУ следующих типов:

для черновой обработки - горизонтальные станки с ручной сменой инструмента;

для получистовых операций (подготовки базовой плоскости и двух базовых отверстий, сверления всех крепежных отверстий) - вертикально-фрезерные с револьверной головкой;

для чистовых операций (обработки трех плоскостей) - многоцелевые станки.

10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.735 ПЗ

Лист

115

## Закрепление новых знаний. Вопросы

- Чем отличается проектирование технологического процесса обработки детали на станках с ЧПУ от разработки его на станках с ручным управлением?
- Что является наиболее важной особенностью проектирования разработки на станках с ЧПУ?
- Назовите элементы структурно технологического процесса.
- Что представляют собой шаги операции обработки детали?
- Назовите простейшие составляющие процесса обработки.
- Назовите стадии проектирования технологических процессов для станков с ЧПУ.
- От чего зависит последовательность обработки детали на станке с ЧПУ?
- Что следует учитывать при выборе последовательности операций обработки детали на станке с ЧПУ?
- Какие технологические процессы используют при проектировании маршрута обработки детали на станке с ЧПУ?

11

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.735 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117