

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
 МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «НАКОНЕЧНИК»*

Дипломный проект  
 по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
 профиля «Машиностроение и материалобработка»  
 профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 715

Первое примечание  
 Справ. N

Подпись и дата  
 Инв. N дубл.  
 Взам. инв N  
 Подпись и дата

Инв. N подл.

					ДП.44.03.04.715.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Сулейманов Г.М.			Совершенствование технологического процесса обработки детали «Наконечник» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Мирошин Д.Г.					2	
Н. Контр.		Суриков В.П..				ФГАОУ ВО РГППУ, ИПО группа ЗТО-501		
Зав.каф..		Бородин Н.В.						

Екатеринбург 2016

«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и  
методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В.Бородина  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «НАКОНЕЧНИК»*

Пояснительная записка к дипломному проекту  
по направлению 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля «Машиностроение и материалобработки»  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 715

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Г.М. Сулейманов  
студент группы ЗТО-501 (подпись)

Руководитель: \_\_\_\_\_ Д.Г. Мирошин  
доцент, к. т. н. (подпись)

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						2

Екатеринбург 2016

Дипломный проект содержит 80 листов машинописного текста, 20 таблиц, 13 использованных источников, приложения на 4 листах, , графическую часть на 6 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОКАТ, РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ, РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

В дипломном проекте разработаны предложения по совершенствованию технологического процесса механической обработки детали «Наконечник». Разработана управляющая программа на механическую обработку детали «Наконечник».

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от внедрения нового оборудования.

В методической части представлена разработка урока теоретического обучения для переподготовки операторов станков с программным управлением.

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист  
3

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	9
1.3. Определение типа производства.....	11
1.4. Анализ исходных данных для разработки техпроцесса.....	15
1.4.1. Анализ рабочего чертежа детали.....	15
1.4.2. Анализ вид и чертеж заготовки, применяемой на предприятии.....	16
1.4.3. Анализ базового техпроцесса механической обработки.....	16
1.5. Выбор исходной заготовки и описание метода ее получения.....	18
1.6. Выбор технологических баз.....	19
1.7. Разработка маршрутной технологии механической обработки детали.....	23
1.8. Выбор средств технологического оснащения.....	25
1.8.1. Выбор металлорежущего оборудования.....	26
1.8.2. Выбор режущих инструментов и режимов резания.....	28
1.8.3. Разработка управляющей программы.....	30
1.9. Технологические расчеты.....	34
1.9.1. Расчет припусков.....	34
1.9.2. Табличный метод расчета припусков.....	37
1.9.3. Выбор и расчет режимов резания.....	38
1.9.4. Расчет технических норм времени.....	44
1.9.5. Выбор контрольно – измерительных средств.....	48
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	49
2.1. Расчет капитальных затрат.....	50

Инд. N подл.	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 4
------	------	----------	-------	------	--------------------	-----------

2.2. Годовой экономический эффект..... 54

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ  
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ СТАНКОВ С ПУ.....59

3.1. Анализ профессионального стандарта.....59

3.2. Анализ учебного плана.....63

3.3. Разработка методики и методического обеспечения урока.....66

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....78

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ..... 79

ПРИЛОЖЕНИЕ А- Лист задания на проектирование..... 80

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Перечень листов графических документов.....81

ПРИЛОЖЕНИЕ В - Технологическая документация.....82

ПРИЛОЖЕНИЕ Г - Комплект слайдов.....90

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						5

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Его продукция используется во всех отраслях народного хозяйства. Основным направлением в развитии машиностроения является автоматизация технологических процессов. Это позволяет в несколько раз сократить время изготовления детали, повысить производительность труда, уменьшить число станков, сократить численность рабочих.

Основными производственными факторами является качество оборудования и инструмента, физико-химические, механические и другие свойства исходных материалов и заготовок, совершенство разрабатываемого технологического процесса и качества выполнения обработки и контроля.

Целью дипломного проекта является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Наконечник» с использованием современного оборудования и технологического оснащения.

В дипломном проекте решаются следующие задачи:

1. Анализ исходной информации. Определение показателя серийности и размера партии детали;
2. Анализ заводского техпроцесса. Обоснование выбора метода изготовления заготовки;
3. Разработка стратегии обработки детали. Выбор технологических баз и методов обработки;
4. Разработка нового технологического маршрута обработки детали;
5. Выбор современного оборудования, режущего инструмента и другой технологической оснастки;
6. Разработка технологических операций механической обработки детали и разработка управляющей программы;

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						6

7. Технологические расчеты припусков, выбор режимов резания и технических норм времени;
8. Техничко-экономические расчеты;
9. Разработка методической части;

В дипломном проекте предусмотрено совершенствование технологического процесса механической обработки детали “Наконечник” в условиях среднесерийного производства с учетом годовой программы выпуска деталей 5000 штук в год.

В условиях среднесерийного производства с целью повышения производительности механической обработки с заданной точностью планируется применить современные станки с ЧПУ, которые обеспечат высокую производительность выполнения технологических операций с большой концентрацией обрабатываемых поверхностей при небольшом количестве единиц оборудования.

Применение современного металлорежущего инструмента, позволит работать на высоких режимах резания.

Специальные зажимные приспособления позволят сократить время на подготовку производства. Автоматический цикл работы оборудования способствует сокращению длительности производственного цикла.

В результате проектирования совершенствованный технологический процесс позволит сократить время на обработку детали и приведет к увеличению экономической эффективности процесса обработки детали.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						7

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Наконечник» предназначена для установки на него специального изделия № 65, применяемого в вооруженных силах России. Данное изделие в настоящее время вышло в серию и в ходе проекта предполагается совершенствование технологического процесса производства детали «Наконечник» в условиях серийного производства с использованием нового оборудования с ЧПУ, установленного в цехе №540

Деталь изготовлена из алюминиевого прессованного сплава. Марка - АМг6 ГОСТ 4784-74 . Сплав алюминия – с содержанием 6% магния в качестве основного легирующего вещества. Сплав применяется для изготовления фасонных отливок и отличается высокой герметичностью.

Химический состав, твердость материала, механические, физические свойства материала представлены в таблицах с 1 по 4 .

Таблица 1 - Химический состав в % материала АМг6

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Be	Mg	Zn	Примесей
до 0.4	до 0.4	0.5-0.8	0.02 – 0.1	91.1 – 93.68	до 0.1	0.0002 - 0.005	5.8 – 6.8	до 0.2	Прочие, каждая 0.05; всего 0.1

Примечание: Al - основа; процентное содержание Al дано приблизительно

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C материала АМг6

Сортамент	Размер	Напр.	$\sigma_b$	$\sigma_T$	$d_5$	$y$	КСУ	Тер-мообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
профиль			275-305	130-145	4-11			

Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

Таблица 3 - Твердость материала АМг6

Твердость материала АМг6	НВ 10 <sup>-1</sup> = 65 МПа
--------------------------	------------------------------

Таблица 4 - Физические свойства материала АМг6

T	E 10 <sup>-5</sup>	a 10 <sup>6</sup>	l	r	C	R 10 <sup>9</sup>
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	0.71			2640		67.3
100		24.7	122		922	

В таблицах 1 – 4 применены следующие обозначения:

Механические свойства :

$s_B$  - Предел кратковременной прочности, [МПа]

$s_T$  - Предел пропорциональности (), [МПа]

$d_5$  - Относительное удлинение при разрыве, [ % ]

$y$  - Относительное сужение, [ % ]

KCU - Ударная вязкость, [ кДж / м<sup>2</sup> ]

НВ - Твердость по Бринеллю, [МПа]

Физические свойства:

T - Температура, при которой получены данные свойства, [Град]

E - Модуль упругости первого рода, [МПа]

a - Коэффициент температурного расширения (диапазон 20° - T ),  
[1/Град]

l - Коэффициент теплопроводности , [Вт/(м·град)]

r - Плотность материала, [кг/м<sup>3</sup>]

C - Удельная теплоемкость материала (диапазон 20° - T), [Дж/(кг·град)]

Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

R - Удельное электросопротивление, [Ом·м]

## 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Оценка технологичности конструкции детали может быть двух видов: качественной и количественной. Качественная оценка предшествует количественной и сводится к определению соответствия конструкции детали выше указанным требованиям.

Качественная оценка технологичности конструкции детали

1. Деталь хорошо обрабатывается, так как сплав материала – АМгб обладает хорошей обрабатываемостью . «+»
2. В технологическом процессе совместимость технологических и конструкторских баз обеспечивается , поэтому погрешность базирования минимальна или равна нулю . «+»
3. Заданные требования к точности размеров и формы детали обоснованы и соответствуют его эксплуатационным характеристикам . – «+».
4. Конструкция детали имеет сложную форму и поэтому деталь обрабатывается в специальном приспособлении . «-»
5. Технологические базы выбраны с учетом конструкции детали и принципами базирования . «+»
6. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали . «+»
7. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки . «+»

Количественная оценка технологичности конструкции детали

- 1) по коэффициенту использования материала  $K_{ИМ}$  [1.с29].

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{З}} \quad (1)$$

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						10

где  $M_d$  – масса детали, кг, ( $M_d = 1,6$  кг);

$M_3$  – масса заготовки, кг, ( $M_3 = 2,2$  кг).

При  $K_{ИМ}$  больше 0,65 деталь технологична.

$$K_{ИМ} = \frac{1,6}{2,2} = 0,72$$

2) по коэффициенту точности обработки детали:

$$K_T = \frac{T_H}{T_O}, \quad (2)$$

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

$T_O$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K_T = \frac{0}{34} = 0$$

3) по коэффициенту шероховатости поверхностей детали:

$$K_{Ш} = \frac{Ш_H}{Ш_O}, \quad (3)$$

где  $Ш_H$  – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости;

$Ш_O$  – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке.

$$K_{Ш} = \frac{0}{34} = 0$$

$K_{ИМ} = 0,72 > 0,65$  отсюда следует, что деталь достаточно технологична.

Деталь соответствует требованиям технологичности конструкции. Конструкция детали предусматривает обработку отверстий сквозного типа х. В конструкции нет наклонных отверстий. По своей конструкции деталь обрабатывается в нескольких положениях. Из-за сложности конструкции детали некоторые конструктивные элементы обрабатываются отдельной операцией.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Деталь имеет достаточно жесткую конструкцию, что позволяет использование достаточно высокие режимы обработки. На детали имеется большое количество обработанных поверхностей, что позволяет выбирать наиболее оптимальную схему базирования ее при установке на станке.

Достаточно высокий коэффициент использования материала при обработке детали говорит о том, что выбранная технология получения и вид заготовки соответствуют требованиям серийного производства.

### 1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. На данном этапе проектирования тип производства ориентировочно определим в зависимости от массы детали и объема выпуска.

В базовом технологическом процессе и в проектируемом при годовой программе выпуска  $N = 5000$  шт., массе детали  $m = 1,6$  кг., выбран тип производства – среднесерийное [1, табл. 3.4, с. 33].

Серийное производство - тип производства, характеризующийся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска.

Технологические характеристики серийного типа производства представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Технологические характеристики серийного производства

Характерный признак	Тип производства - серийное
1	2

Инд. N подл.	Инд. N дубл.	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Инд. N дубл.
Инд. N подл.	Инд. N дубл.	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Инд. N дубл.
Инд. N подл.	Инд. N дубл.	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Инд. N дубл.
Инд. N подл.	Инд. N дубл.	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Инд. N дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						12

Технологическое оборудование	Универсальные, часто специализированное и специальное
Приспособление	Специальное, переналаживаемые
Режущий инструмент	Универсальный и специальный
Настройка станка	Станки настроенные

Окончание таблицы 5

1	2
Размещение технологического оборудования	По ходу технологических процессов
Виды заготовок	Прокат , отливки по металлическим моделям , штамповки .
Применение разметки	Ограниченное , лишь для крупных и сложных деталей
Методы достижения точности	Метод полной и неполной взаимозаменяемости
Степень детализации технологических процессов	Более детальные технологические разработки ( маршрутно-операционные и операционные техпроцессы )
Квалификация рабочих	Различная
Себестоимость продукции	Средняя

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций (ГОСТ 3.1121 – 84):

$$K_{30} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

где  $\Sigma O$  – суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						13

$\Sigma P$  – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Располагая данными о штучно-калькуляционном времени, определим количество станков

$$m_p = \frac{N \times T_{шт}(ш - \kappa)}{60 \times F_d \times \eta_{з.н}} \quad (5)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт;

$T_{шт}$  – штучное время, мин;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени,  $F_d = 4029$  ч;

$\eta_{з.н}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, принимаем

$$\eta_{з.н} = 0,85$$

для операции 005 «Горизонтально-расточная с ЧПУ»

$$m_p = \frac{5000 \cdot 81,2}{60 \cdot 4029 \cdot 0,85} = 0,29$$

Примем число рабочих мест  $P$ , округлив до ближайшего большего целого числа полученное значение  $m_p$ .

Вычислим фактический коэффициент загрузки рабочего времени для каждой операции по формуле:

$$\eta_{зф} = \frac{m_p}{P} \quad (6)$$

Определим количество операций, выполняемых на рабочем месте по формуле:

$$O = \frac{\eta_{зн}}{\eta_{зф}} \quad (7)$$

Все данные расчета занесем в таблицу 7. Предоставлены значения  $T_{ш-к}$  рассчитанные в пункте 1.

Таблица 6 – Данные для расчета  $K_{з.о}$

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инд. N дубл.
Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						14

Операция	$T_{ш-к}$	$m_p$	$P$	$n_{з.ф.}$	$O$
005 Горизонтально-расточная с ЧПУ	81,2	0,29	1	0,29	2,93

Определим коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{2,93}{1} = 2,93$$

Значение рассчитанного коэффициента закрепления операций  $K_{з.о.}=2,93=3$ , что соответствует крупносерийному типу производства .

Так как первоначально тип производства был выбран ориентировочно, теперь, согласно расчетам, выбираем крупносерийное производство с объемом годового выпуска  $N = 5000$  шт.

Согласно ГОСТ 14.312-74 выбираем групповую форму организации производства. Групповая форма производства характеризуется периодическим запуском деталей партиями, что является признаком серийного производства.

Количество деталей в партии для одновременного запуска определяем по формуле:

$$n = \frac{N \times a}{254} \text{ шт.} \quad (8)$$

где  $a$  – периодичность запуска, в днях;

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{5000 \times 12}{254} = 236 \text{ шт}$$

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						15

Принимаем n = 236 шт.

Произведя расчеты делаем заключение о том что в проектируемом технологическом процессе тип производства будет крупносерийным.

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

##### 1.4.1. Анализ рабочего чертежа детали

Название детали: «Наконечник»

Материал: АМг6 ГОСТ 4784-74

Масса детали: 1,6 кг.

Шероховатость: На более точные поверхности Ra 2,5, на все другие поверхности Ra 6,3 и Ra 12,5, на необработанные поверхности Ra 25.

Точность взаимного расположения поверхностей:

- допуск перпендикулярности относительно поверхности X равен 0,05 мм (на диаметр);

- допуск перпендикулярности относительно поверхности X равен 0,2мм (на диаметр);

- допуск перпендикулярности относительно поверхности X равен 0,1мм (на диаметр);

- допуск соосности отверстия 165 относительно отверстия В 0,4мм

- допуск симметричности отверстия В к поверхности Б равен 1 мм;

Твердость: НВ= 65 МПа.

Точность размеров: Наиболее точные отверстия выполняются по 7 качеству точности.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						16

Отклонение формы и расположения поверхностей: На чертеже имеются допуски радиального биения, допуска перпендикулярности, допуска соосности и др.

Другие технические требования: На чертеже указаны технические требования: Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, IT14/2 .

Анализируя чертеж детали основным недостатком является то, что на размеры назначены поля допусков в старом обозначении. Путем решения поставленной задачи будет перевод полей допусков на новые обозначения.

#### 1.4.2. Анализ вида и чертежа заготовки, применяемой на предприятии

Способ изготовления заготовки: прокат.

Масса заготовки: 2,2 кг .

Уклоны, радиусы – на данной детали присутствуют путем прессования.

Шероховатость поверхности - Ra 25

Коэффициент использования материала - 0,72

Другие технические требования - не параллельность отрезки не более 2,0 мм.

Метод изготовления заготовки из проката более эффективен, т.к. себестоимость ниже, чем у заготовки штамповки. В проекте предлагается не менять тип заготовки и оставить в качестве заготовки прокат с коэффициентом использования материала 0,72.

#### 1.4.3. Анализ базового технологического процесса механической обработки детали

##### **Характеристика технологического процесса**

По числу охватываемых изделий – единичный

По назначению – рабочий

По документации – маршрутно-операционный.

Общее число операций – 3 из них механической обработки – 2 операции

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						17

Краткое описание существующего технологического процесса

**Операция №005 Горизонтально-расточная с ЧПУ**

Оборудование: Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИС - 500 .

Приспособление: кондукторы № 9675-1680, № 9675-1681.

Режущий инструмент: Фреза Ø100 (BK8), ГОСТ 16223 - 81

Сверло центр Ø12 (P6M5K5), № 9343 - 188

Сверло центр Ø13,2 (P6M5K5), № 9343 – 188

Резец (BK8), № 9316 – 408

Развертка Ø14Н11 (P6M5K5), № 9352 - 742

Развертка Ø14Н9 (P6M5K5), № 9352 - 353

Развертка Ø16,5Н9 (P6M5K5), № 9352 -561

Резец 20x20 (BK8), № 9323 - 290

Резец L = 70 , (BK8) , № 9323 - 740 - 02

Резец специальный № 9323 - 820

Фреза Ø30 , (BK8) , ГОСТ 16225-81

Фреза Ø16 , (BK8) , ГОСТ 16225-81

Фреза Ø50 , ГОСТ 16225-81

Фреза диск Ø100 , (P6M5K5) , МН392 - 65

Спец. фреза Ø50 угол 15° , 953750-018-01

Фреза Ø125x27 , № 9333 – 166

Тшт = 81,2 мин .

**Операция №010 Слесарная .**

Оборудование: Бормашинка ИП 2009А, Шарошка.

Режущий инструмент: напильник .

Тшт = 6 мин.

**Операция №015 Контрольная.**

Оборудование: Стол контрольный.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						18

Недостатки базового технологического процесса, реализуемого в настоящее время на предприятии в цехе № 540:

- Используется устаревшее оборудование;
- Используется устаревший металлорежущий инструмент;
- Требуется большое время на установку, наладку, и механическую обработку детали;
- Устаревший технологический процесс на обработку детали.

В предлагаемом технологическом процессе будет использовано новое высокопроизводительное оборудование с ЧПУ, закупаемое предприятием, которое позволит устранить выявленные недостатки, а также новый режущий инструмент зарубежных фирм-производителей что также позволит сократить время на обработку детали и повысит экономическую и технологическую эффективность совершенствуемого в проекте технологического процесса.

#### 1.5. Выбор исходной заготовки и описание метода ее получения

Исходные данные:

-Материал детали АМг6 ГОСТ 4784-74

-Вес детали 1,6 кг

Деталь имеет сложную форму и небольшую массу.

$$K_{\text{им}} = \frac{1,6}{2,2} = 0,72$$

где  $m_d$  – масса детали и равна 1,6 кг ,  
 $m_z$  – масса заготовки и равна 2,2 кг .

Что соответствует серийному типу производства. Внешний вид заготовки представлен на рисунке 1.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						19



Рисунок 1 - Внешний вид заготовки

Можно утверждать, что изменение типа заготовки не требуется, поскольку коэффициент использования материала заготовки достаточно высок, а форма заготовки приближена к форме детали.

#### 1.6. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и мерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

Исходными данными для выбора баз являются:

- чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями;
- вид и точность заготовки;
- условия расположения и работы детали в узле;

К основным принципам и требованиям, которыми целесообразно руководствоваться при выборе технологических баз, относятся следующие:

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии;

Инд. N подл.	Инд. N дубл.	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Инд. N дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 20

- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы;
- требования хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

В ходе определения технологических баз решаются следующие вопросы:

- обеспечивается основной принцип выбора технологических баз – принцип совмещения баз, так как технологические базы в данном случае совпадают с конструкторскими базами.
- обеспечивается правильность расположения обработанных поверхностей

относительно необработанных.

- осуществляется подготовка технологической базы для дальнейших операций.

В предлагаемом технологическом процессе в качестве черновой базы предлагается использовать торец заготовки и ее боковые поверхности.

Данная схема базирования реализуется при установке заготовки в машинные тисы с ручным приводом. Схема базирования приведена на рисунке 2.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						21

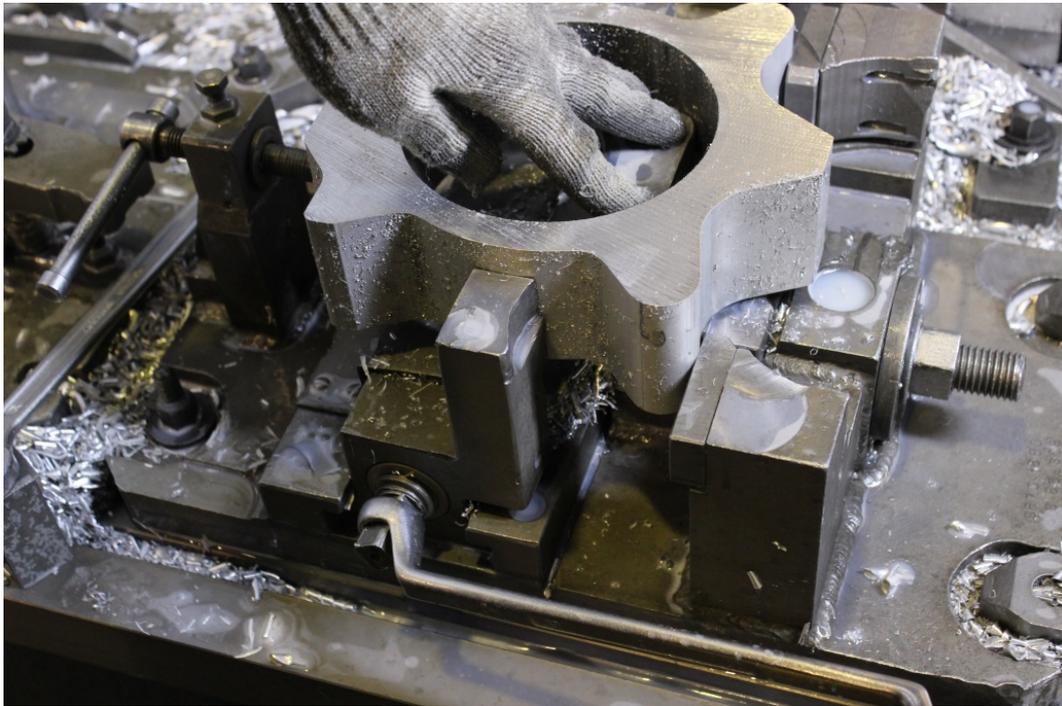


Рисунок 2 - Схема базирования на черновой операции

При использовании данной схемы базирования деталь лишается 5 степеней свободы – установочная база – 3 степени свободы, направляющая база – 2 степени свободы. Таким образом, базирование неполное, но требуемые размеры получить позволяет.

В предлагаемом технологическом процессе в качестве чистой базы предлагается использовать торец заготовки и отверстия.

Данная схема базирования реализуется при установке заготовки в специальное приспособление с базированием по цельному и срезанному пальцам. Схема базирования приведена на рисунке 3.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 22



Рисунок 3 - Схема базирования на чистовой операции

При использовании данной схемы базирования деталь лишается 6 степеней свободы – установочная база – 3 степени свободы, центрирующая база – 2 степени свободы, упорная база – 1 степень свободы. Таким образом, базирование полное что позволяет получать требуемые размеры в ходе обработки.

Внешний вид специального приспособления с установленной заготовкой приведен на рисунке 4.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715.ПЗ

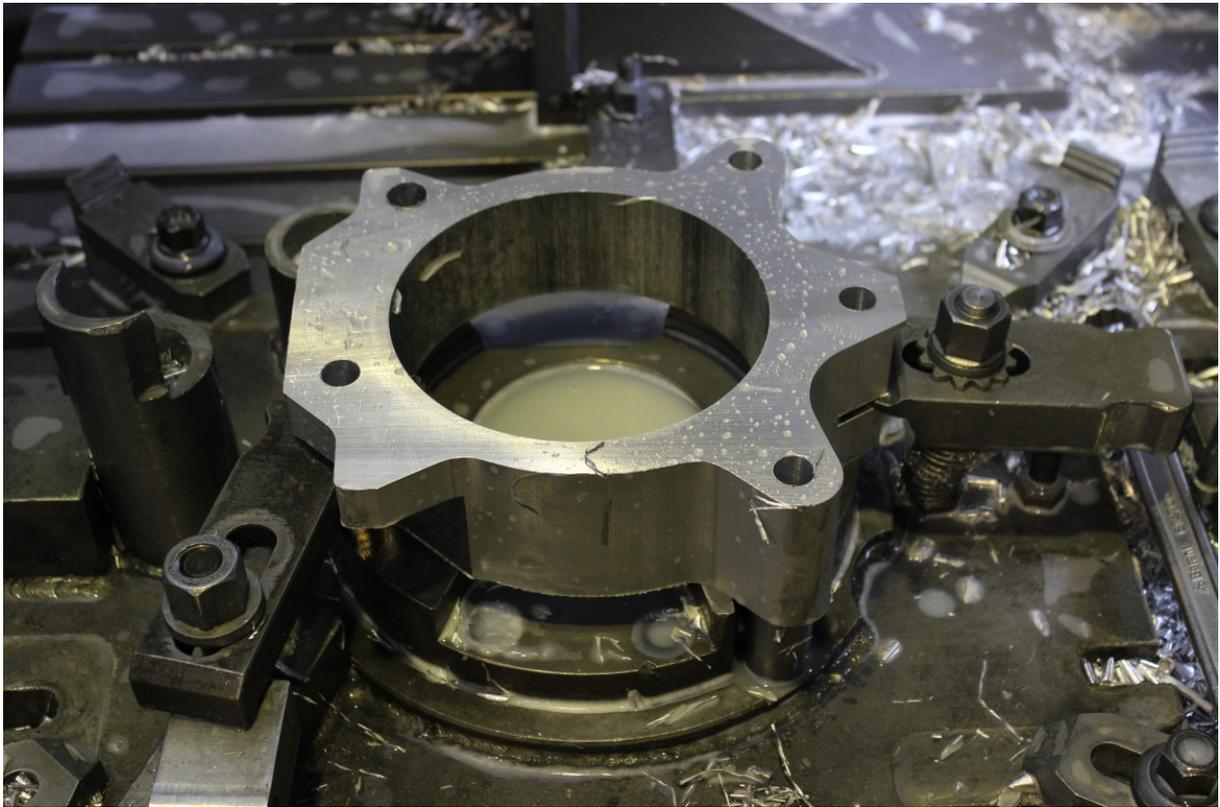


Рисунок 4 - Внешний вид специального приспособления с установленной заготовкой

При использовании данной схемы базирования деталь лишается 6 степеней свободы – установочная база – 3 степени свободы, центрирующая база – 2 степени свободы, упорные базы – 1 степень свободы. Таким образом, базирование полное что позволяет получать требуемые размеры в ходе обработки.

Таким образом, точность базирования достаточно высокая, что позволяет выдерживать требования к точности детали в процессе обработки.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

					ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 1.7. Разработка маршрутной технологии механической обработки детали «Наконечник»

В данном проекте совершенствуется маршрутная технология механической обработки детали, аналогично заводской технологии изготовления подобных деталей. Номера поверхностей предоставлены на рисунке 5. Технологический маршрут обработки детали представлен в таблице 7.

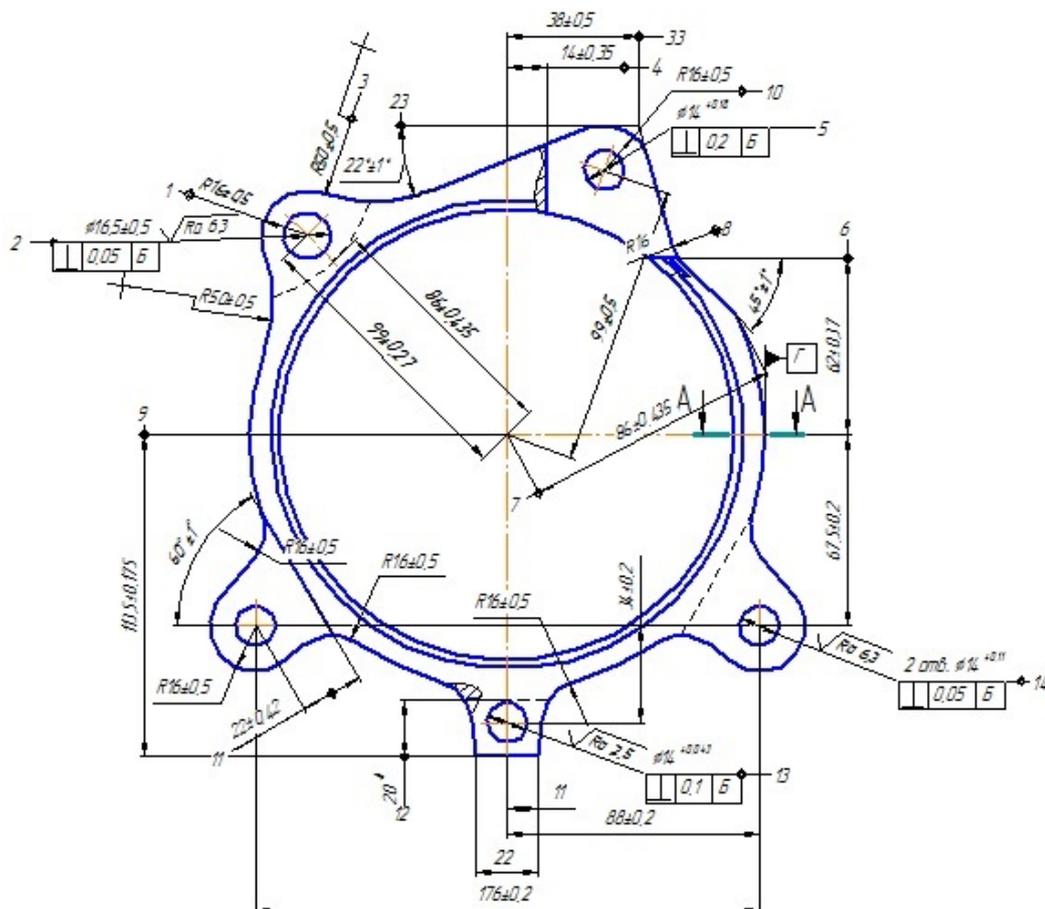


Рисунок 5 – Нумерация обрабатываемых поверхностей детали

Номера поверхностей обрабатываемой детали также можно увидеть на картах эскизов в Приложении. Комплект технологической документации.

В проектируемом технологическом процессе используются станки с ЧПУ, что уменьшает количество операций по сравнению с базовым технологическим процессом. В следующем параграфе приведено описание вы-

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инв. N дубл.
Инд. N подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						25

бранного оборудования и его технологические возможности и технические характеристики, а также выбраны средства технологического оснащения.

Таблица 7 – Совершенствованный технологический маршрут обработки детали

№ Операции	Наименование операции	Оборудова- ние	Содержание операции	№ Поверхно- сти
1	2	3	4	5
001	Заготовитель- ная	Отрезка	Отрезка	
005	Комплексная с ЧПУ	DMU 85 monoBLOCK	<p>Установить и закрепить детали Позиция 1 1. Фрезеровать поверхность 23,33 в размер 31,7.</p> <p>Позиция 3 1а. Фрезеровать поверхность 23,33 в размер 31,7.</p> <p>Позиция 1 2. Фрезеровать предварительно п.20 и п.28. Фрезеровать п.27 на глубину п.20. Фрезеровать п.11 в размер 16. Фрезеровать п.12 в раз- мер 17. Фрезеровать п.9</p> <p>Позиция 3 2а. Фрезеровать окончательно п.20 Фрезеровать п.28,29 на глубину п.30.</p> <p>Позиция 3 Фрезеровать п.25 и п.27.окончательно</p> <p>Позиция 1 3. Фрезеровать п.21 в размер п.18 4.Фрезеровать п.15 в размер на глубину п.12.</p> <p>5.Сверлить 5 отв. 2, 5, 13 и 2 отв.14 6.Развернуть отв.2</p>	<p>23,33,31, 7</p> <p>23,33,31,7</p> <p>20, 28,27,20</p> <p>11,16 12,17 9</p> <p>20,28,29,30</p> <p>25,27</p> <p>21,18 15,12</p> <p>2,5,13,14</p> <p>2</p>

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист  
26

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5
005	Комплексная с ЧПУ	DMU 85 monoBLOCK	Поверхность 2 9.фрезеровать паз п.19 выдерживая размер п.32  Позиция 1 10. Точить фаски по контуру детали  Позиция 3 10а. Точить фаски по контуру  Позиция 2 10б. Точить фаску по контуру.	19,32
010	Выходной контроль	Плита контрольная	Проверить размеры	

1.8. Выбор средств технологического оснащения

Технологическое оснащение – комплекс элементов, обеспечивающий выполнение процесса изготовления деталей заданной точности и производительности с оптимальными затратами на производство.

Роль технологического оснащения в осуществлении механической обработки велика. Рациональный выбор всех элементов: металлорежущего оборудования, режущего, мерительного и вспомогательного инструментов позволят обеспечить оптимальные режимы резания, высокую производительность.

В производственных условиях достигается высокое качество продукции, уменьшается себестоимость изготовления деталей, облегчаются условия труда.

Интв. N подл.	Полипись и лата
Взам. интв N	Инв. N дубл.
Полипись и лата	Полипись и лата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						27

### 1.8.1. Выбор металлорежущего оборудования

Наиболее приемлемым оборудованием для заданного типа производства обработки деталей являются станки с ЧПУ.

Выбор технологического оборудования станков зависит от:

- типа производства, требуемой производительности и себестоимости;
- метода обработки отдельных элементов детали;
- габаритных и обрабатываемых размеров;
- возможности обеспечения точности размеров и формы;
- степени удобства и безопасности работы станка.

Для обработки заданной детали по маршруту обработки выберем :

- Обрабатывающий центр DMU 85 monoBLOCK (рисунок 6)
- Система управления: HEIDENHAIN iTNC 530

Техническая характеристика станка с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK.

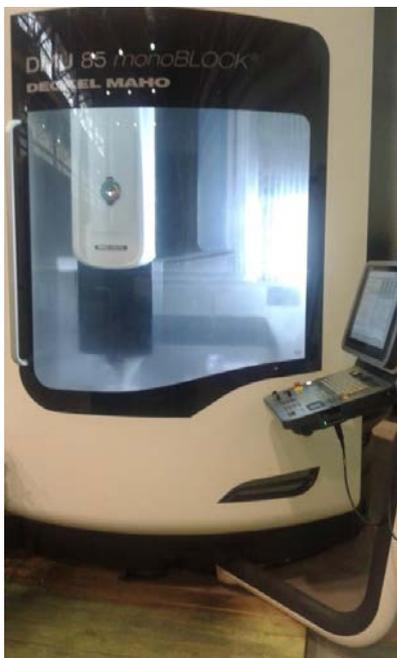


Рисунок 6 - Обрабатывающий центр DMU 85 monoBLOCK

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инов. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист  
28

### Рабочий диапазон

- Продольное передвижение по оси X 935 [мм]
- Поперечное передвижение по оси Y 850 [мм]
- Вертикальное передвижение по оси Z 650 [мм]
- Размер стола 1200x850 [мм]
- Наиб. нагрузка стола 2000 [кг]
- Наиб. число поворотов шпинделя 10 000 [мин-1]
- Мощность электродвигателя шпинделя 13 [кВт]
- Скорые подачи X/Y/Z 40 [м.мин-1]
- Количество инструментов в магазине 30
- Принадлежности
- Высоконапорное охлаждение через инструмент
- Держатели инструментов
- Ручная промывка рабочей зоны
- Гидравлический зажим инструмента
- Фильтрация охлаждающей жидкости
- Транспортер стружки
- Передающий датчик
- Климатизация электрошкафа

Станки серии monoBLOCK: НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ предлагают решение, подходящее для любых отраслей: скоростного фрезерования, совмещенной токарно-фрезерной обработки, прецизионной обработки при высоком крутящем моменте или для широкого спектра промышленных деталей. На станках серии monoBLOCK можно изготавливать инструмент (торцевая фрезерная головка из инструментальной стали, специальные дисковые фрезы из инструментальной стали). Формы для крышки двигателя из инструментальной стали. Корпуса револьверной головки из стали. Так же для медицинской промышленности (коленный сустав из титана, эндо протез бедра из титана).

### 1.8.2. Выбор режущих инструментов и режимов резания

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 29

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

В проектируемом варианте используются станок с ЧПУ. Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на данной операции будет вестись инструментом Korloy.

Режущий инструмент выбирают с учетом:

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

Выбор инструмента приведен в таблице 8.

Таблица 8 - Типы режущего инструмента для проектируемого варианта

Операция	Название операции	Тип инструмента
1	2	3
005	Комплексная на обрабатываемых центрах с ЧПУ	1. Фреза торцевая Korloy $\Phi 32$ AMC(M) 1032HS, смп APMT-MA 11T3PDFR-MA PD2000 2. Фреза торцевая Korloy $\Phi 100$ PAXC(M) 5050MR-A,B , смп ХЕКТ-МА 19M508FR-MA PD2000

Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

1	2	3
005	Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	3. Специальная угловая фреза $\Phi 50$ угол $15^\circ$ ГОСТ 9336-719 4. Фреза дисковая Korloy SPPM 080-045-L, смп PNEJ1245N PD1000 5. Сверла Korloy King drill K5D 14020-05, смп SPDMT 050204-PD, XOMT050204-PD PC3500 6. Фреза концевая Korloy $\Phi 16$ цилиндрич. хвостовик IPFE 4160-100 7. Фасочно-центровочная фреза Korloy CE 30 1125 – S20, смп SPMT 110408- KC 8. Развертка гостовская $\Phi 16,5H9$ ГОСТ 9352-561 (P6M5K5)

Международная Организация по Стандартизации (ISO) установила основные правила обозначения инструмента для всех областей металлообработки.

Основные характеристики инструмента обозначаются одинаково обозначаются всеми поставщиками инструмента, поэтому потребитель может достаточно легко ориентироваться при выборе продукции. На упаковку, в которой поставляется инструмент, а часто и на самом инструменте, наносится обозначение, они располагаются в определенном порядке и содержат необходимую для потребителя информацию. Обозначение инструмента содержит данные, по которым можно получить представление о самом инструменте и его применении. Пример обозначения пластин приведен в таблице 9.

Инв. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инв. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

					ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 9 – Обозначение пластин для общего точения

CNMG				09	03	08	-			-	PF
1	2	3	4	5	6	7		8	9		10

1 – форма пластины;

2 – задний угол;

3 – допуски на s и iC/iW;

4 – тип пластины;

5 – длина режущей кромки, мм;

6 – толщина пластины, мм;

7 – радиус при вершине, мм;

8 – состояние режущей кромки;

9 – исполнение;

10 – обозначение изготовителя.

### 1.8.3. Разработка управляющей программы

Управляющая программа (УП) — это совокупность команд на языке программирования, соответствующая алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки. Для обработки детали «Наконечник» на вертикальном обрабатывающем центре DMU 85 monoBLOCK с системой управления HEIDENHAIN iTNC 530, необходима УП. Для операции 005 Комплексная с ЧПУ была составлена УП и построена траектория движения режущего инструмента на рисунке 7.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист  
32

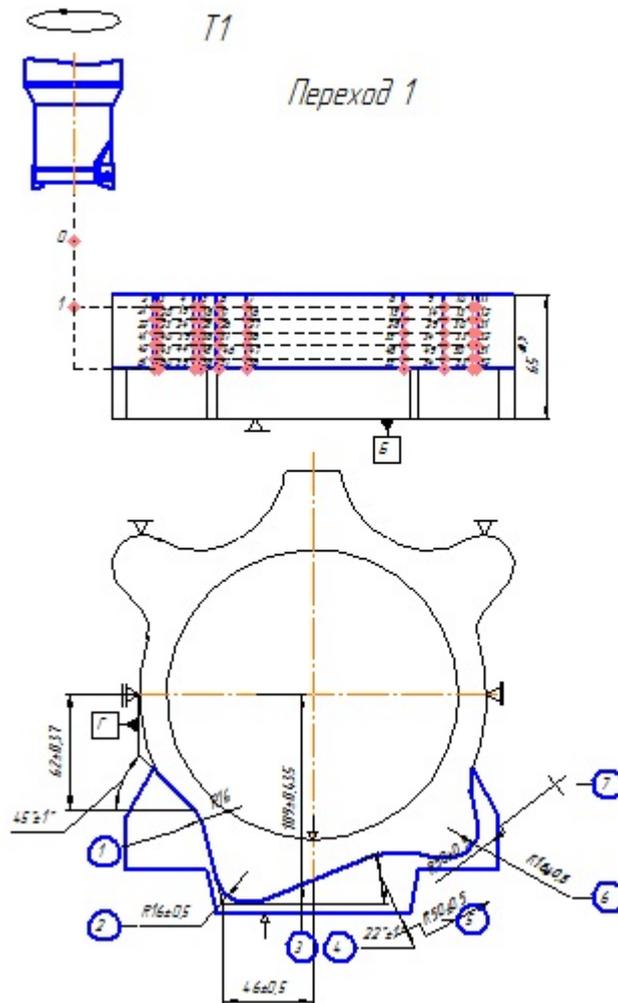


Рисунок 7 – Траектория движения режущего инструмента

%BAZA G71 \*

N1 G30 G17 X-150 Y-150 Z+0\*

N2 G31 X+150 Y+150 Z+68\*

N4 T "KORLOY\_AMS\_32\_ALUMINIY" G17 S3574\*

N5 G51 T16\*

N5 G247 NAZN.KOORD.BAZ.TOCH

N6 G00 G40 G90\*

N7 G73 H-90

N8 G54 G90 X+1 Y+0 Z+2\*

N9 G00 G40 G90 X+113 Y-56 M3\*

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 33

N10 G00 Z+66 M8\*  
 N11 Q62 = 63\*  
 N12 G98 L “KONTUR”\*  
 N13 G00 G40 G90 X+113 Y-56\*  
 N14 Q62 =Q62 – 5.02  
 N15 G00 Z+Q62 M13\*  
 N16 G01 X+111.2657 Y-47.7291 F2980\*  
 N17 G41 X+85.4576 Y-65.8594\*  
 N18 G02 X+61.0478 Y-83.2623 R+16\*  
 N19 G03 X+33.0176 Y-80.307 R+30\*  
 N20 G01 X-37.3812 Y-108.75\*  
 N21 G01 X-38.18\*  
 N22 G01 X-45.4749 Y-98.6218\*  
 N23 G02 X+47.9431 Y-85.1162 R+16\*  
 N24 G03 X-52.1194 Y-69.503 R+16.15\*  
 N25 G01 X-77.4199 Y-44.2025\*  
 N26 G40 X-86 Y-97\*  
 N27 G00 Z+70\*  
 N28 L “KONTUR” .8\*  
 N29 G00 Z+330\*  
 N30 G54 G90 X+0 Y+0 Z+0\*  
 N31 G73 H+0\*  
 N32 M1\*  
 N34 G247 NAZN.KOORD.BAZ.TOCH  
 N35 G73 H-90  
 N36 G00 G40 G90 X+99.7644 Y-69.3755\*  
 N37 Q68 = 59.65  
 N38 M13\*  
 N39 G98 L68\*

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.715.ПЗ

N40 G00 G40 G90 X+105 Z-70\*  
 N41 Q68 = Q68 - 5\*  
 N42 G00 Z+Q68\*  
 N43 G01 G41 X+76.0057 Y-45.6167 F2980\*  
 N44 X+52.1194 Y-69.503\*  
 N45 G03 X+47.9431 Y-85.1162 I+63.5392 J-80.9227\*  
 N46 G02 X+45.4749 Y-98.6218 J-89.2708\*  
 N47 G01 X-38.1801 Y-108.75\*  
 N48 X+37.3812\*  
 N49 X-33.0176 Y-80.307\*  
 N50 G03 X-61.0478 Y-83.2623 I-44.2558 J-108.1225\*  
 N51 G01 G40 X-42.2408 Y-111.1057\*  
 N52 G00 Z+65\*  
 N53 L68.2\*  
 N54 M140 MB MAX F40000\*  
 N55 M5 M9\*  
 N56 M0\*

Управляющая программа была написана с помощью G,M,Q кодов и специальных символов . В управляющей программе встречаются и словестные выражения . Подробнее рассмотрим УП и основные коды которые были задействованы в ней и что они означают на языке программирования :

- G00 - Ускоренное перемещение . Позиционирование .
- G01 - Линейная интерполяция .
- G02 - круговая интерполяция по часовой стрелке.
- G03 - интерполяция против часовой стрелки.
- G17 - Выбор плоскости XY .
- G40 - Отмена коррекции инструмента .
- G54 - переключение на заданную оператором систему координат.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Индв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.715.ПЗ

G90 - Режим абсолютного позиционирования .  
 G247 - Измерение произвольных координат .  
 M05 - остановка вращения шпинделя.  
 M08 - включение основного охлаждения  
 M09 - выключение охлаждения  
 M13 - Отключение оборотов шпинделя и охлаждения .  
 M140 - Отвод от контура в направлении оси инструмента .  
 N - Номер кадра .  
 T - Номер инструмента .  
 S - Обороты шпинделя .  
 F- Подача .  
 X,Y,Z - перемещение по рабочим осям станка .  
 Q - Дополнительный параметр .  
 \* - Конец кадра .

### 1.9. Технологические расчеты

Для решения технологических задач по обеспечению указанных требований в дипломном проекте необходимо выполнить расчеты следующих параметров: припусков, точности обработки, режимов резанья, технических норм времени.

#### 1.9.1. Расчет припусков аналитическим методом

При проектировании технологического процесса механической обработки заготовки необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

При этом методе рассчитывают минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющие на формирование припуска, с использованием нормативных материалов.

Определим элементы припуска [ с62-с96], и внесем в таблицу 10.

Таблица 10 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности  $\Phi 52$  Н7мм

Технологич. переходы обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение припусков, мм	
	Rz	h	p	$\epsilon$				Dmin	Dmax	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	160	-	1425	-	-	42,49	2,0	42,03	42,5	-	-
Черновое растачивание	50	50	85,5	142	2*2122	50,05	0,19	49,73	50,06	7,6	7,7
Чистовое растачивание	20	25	57	7	2*185	51,47	0,074	51,38	51,57	1,51	1,65
Окончательное растачивание	10	10	28,5	-	2*102	52,03	0,03	52,0	52,03	0,46	0,62

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле [ ,с68]:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{КОР}^2 + \rho_{СМ}^2} \text{ , где}$$

$\rho_{КОР}$  – коррозия поверхности;

$\rho_{СМ}$  – смещение поверхности.

$$\rho_{КОР} = \sqrt{(\Delta kd)^2 + (\Delta kl)^2} = \sqrt{(1 \times 162)^2 + (1 \times 86)^2} = 183 \text{ мкм}$$

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

$$\rho_{CM} = \sqrt{1000^2 + 1000^2} = 1414 \text{ мкм} \quad [ \quad ,с87]$$

Суммарное значение пространственного отклонения заготовки составит:

$$\rho_3 = \sqrt{183^2 + 1414^2} = 1425 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [ \quad ,с37]:

– после растачивания черногового:

$$\rho = 0,06 * \rho_3 = 0,06 * 1425 = 85,5 \text{ мкм}$$

– после растачивания чистового:

$$\rho = 0,04 * \rho_3 = 0,04 * 1425 = 57 \text{ мкм}$$

– после окончательного растачивания

$$\rho = 0,02 * \rho_3 = 0,02 * 1425 = 28,5 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим [ \quad ,с82,табл.38].

Расчетный минимальный межоперационный припуск определим пользуясь формулой, а результаты занесем в таблицу 4.

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

Графу  $D_p$  заполним, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого периода. Минимальные предельные значения припусков  $Z_{\min}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения  $Z_{\max}$  – соответственно разности наименьших предельных размеров.

Тогда для окончательного растачивания:

$$2Z_{\min}^{np} = 52,03 - 51,57 = 46 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max}^{np} = 52,0 - 51,38 = 62 \text{ мкм}$$

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						38

Для чистового растачивания:

$$2Z_{\min}^{np} = 51,57 - 50,06 = 151 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max}^{np} = 51,38 - 49,73 = 165 \text{ мкм}$$

Для чернового растачивания:

$$2Z_{\min}^{np} = 50,06 - 42,5 = 760 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max}^{np} = 49,73 - 42,03 = 770 \text{ мкм}$$

Общий минимальный и максимальный припуски:

$$2Z_{o\min} = \sum 2Z_{\min} = 43 + 151 + 760 = 954 \text{ мкм}$$

$$2Z_{o\max} = \sum 2Z_{\max} = 62 + 165 + 770 = 997 \text{ мкм}$$

### 1.9.2. Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали припуски назначим по справочным данным, а результаты занесем в таблицу 11.

Таблица 11 – Припуски на обработку

Размер , мм.	Припуск , мм	Допуск , мм	Предельное отклонение , мм	
			Верхнее	Нижнее
∅165	10	0,25	+0,42	+0,17
318	10	0,4	+0,4	0
60	10	0,3	-0,19	-0,49
86	10	0,87	+0,435	-0,435
22	5	0,84	+0,42	-0,42

Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

### 1.9.3. Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. Элементы режимов резания должны подбираться так, чтобы достигнуть заданных технологических требований при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Это возможно достигнуть при использовании инструмента оптимальной конструкции и режущих возможностей станка. Таким образом, режимы резания зависят от характеристик режущего инструмента и станка.

Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка будет вестись современным, инструментом фирмы Korloy . Все режимы выбраны из электронных каталогов фирм производителя . Но для полной информации об режимах резания , необходимо произвести расчеты :

Определим число оборотов шпинделя станка по формуле (об/мин):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где  $V$  – скорость резания м/мин ,

$\pi$  - постоянная величина и равна 3,14 ,

$D$  – диаметр инструмента .

Определить значение подачи на оборот по формуле (об/мин):

$$f_n = f_z \cdot z ,$$

где  $f_z$  – подача на зуб , мм/зуб ,

$z$  – количество зубьев инструмента шт.

Определить значение подачи на зуб (мм/зуб):

$$f_z = f_n / z ,$$

где  $f_n$  – оборотная подача мм/об ,

Определить значение минутной подачи (мм/мин):

$$f = f_n \cdot n ,$$

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						40

где  $f_n$  – оборотная подача мм/об ,

$n$  – число оборотов шпинделя об/мин .

На основании каталога Korloy проведем выбор и расчет режимов резания

Операция 005 Комплексная с ЧПУ

1. Фреза торцевая Korloy  $\Phi 32$  АМС(М) 1032HS, СМП АРМТ-МА  
11ТЗPDFR-МА

- глубина резания  $a_p = 3$  мм ;

- подача на зуб  $f_z = 0,2$  мм/зуб ;

- скорость резания  $V_c = 300$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 32} = 2980 \text{ об / мин}$$

$$f_n = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ мм/об}$$

$$f = 1,2 \cdot 2980 = 3575 \text{ мм/мин}$$

2. Фреза торцевая Korloy  $\Phi 100$  РАХС(М) 5050MR , СМП ХЕКТ-МА  
19М508FR-МА

- глубина резания  $a_p = 3$  мм ;

- подача на зуб  $f_z = 0,17$  мм/зуб ;

- скорость резания  $V_c = 550$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 550}{3,14 \cdot 50} = 3500 \text{ об / мин}$$

$$f_n = 0,17 \cdot 4 = 0,68 \text{ мм/об}$$

$$f = 0,68 \cdot 3500 = 2380 \text{ мм/мин}$$

3. Специальная угловая фреза  $\Phi 50$  угол  $15^\circ$

- глубина резания  $a_p = 1$  мм ;

- подача на зуб  $f_z = 0,1$  мм/зуб ;

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инд. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						41

- скорость резания  $V_c = 150$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 50} = 955 \text{ об / мин}$$

$$f_n = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ мм/об}$$

$$f = 0,4 \cdot 955 = 382 \text{ мм/мин}$$

4. Фреза дисковая SPPM 080-045-L, платина PNEJ1245N

- глубина резания  $a_p = 2$  мм ;

- подача на зуб  $f_z = 0,2$  мм/зуб ;

- скорость резания  $V_c = 200$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 200}{3,14 \cdot 50} = 1275 \text{ об / мин}$$

$$f_n = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ мм/об}$$

$$f = 0,8 \cdot 1275 = 1020 \text{ мм/мин}$$

5. Сверла Korloy King drill K5D 14020-05, пласт SPDMT 050204-PD,  
ХОМТ050204-PD

- глубина резания  $a_p = 7$  мм ;

- подача на оборот  $f_n = 0,2$  мм/об ;

- скорость резания  $V_c = 80$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 14} = 1820 \text{ об / мин}$$

$$f_z = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ мм/зуб}$$

$$f = 0,2 \cdot 1820 = 365 \text{ мм/мин}$$

6. Фасочно-центровочная фреза SE 30 1125 – S20, смп SPMT 110408-KC

- глубина резания  $a_p = 1$  мм ;

- подача на зуб  $f_n = 0,15$  мм/зуб ;

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инд. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						42

- скорость резания  $V_c = 200$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 200}{3,14 \cdot 25} = 2548 \text{ об / мин}$$

$$f_n = 0,15 \cdot 3 = 0,45 \text{ мм/об}$$

$$f = 0,45 \cdot 2548 = 1145 \text{ мм/мин}$$

7. Фреза концевая Korloy  $\Phi 16$  цилиндрич. хвостовик IPFE 4160-100

- глубина резания  $a_p = 1$  мм ;

- подача на зуб  $f_z = 0,2$  мм/зуб ;

- скорость резания  $V_c = 120$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 16} = 2388 \text{ об / мин}$$

$$f_n = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ мм/об}$$

$$f = 0,8 \cdot 2388 = 1910 \text{ мм/мин}$$

8. Развертка гостовская  $\Phi 16,5H9$  (P6M5K5)

- глубина резания  $a_p = 8$  мм ;

- подача на зуб  $f_z = 0,2$  мм/зуб ;

- скорость резания  $V_c = 10$  м/мин .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 16,5} = 130 \text{ об / мин}$$

$$f_n = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ мм/об}$$

$$f = 0,4 \cdot 386 = 150 \text{ мм/мин}$$

Выбранные и расчетные элементы режимов резания заносим в таблицу 12 .

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						43



Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8
005	Сверла Korloy King drill K5D 14020-05, пласт SPDМТ 050204- PD, XOMT050204-PD	7	0,2	365	0,1	1820	80
005	Фреза для снятия фасок CE 30 1125 – S20, смп SPMT 110408-KC	1	0,45	1145	0,15	2548	200
005	Фреза концевая IPFE 4160-100	8	0,8	1910	0,2	2388	120
005	Развертка гостов- ская Ø16,5H9 (P6M5K5)	8	0,4	150	0,2	130	10

Значения режимов резания выбранные из каталогов фирмы Korloy вы-  
браны с учетом материала заготовки и условий обработки .

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715.ПЗ

#### 1.9.4. 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, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции.

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

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [6, с. 99]:

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

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

$n$  – количество деталей в партии,  $n = 5000$ ;

$t_o$  – основное время, мин;

$t_B$  – вспомогательное время, мин;

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

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

Вспомогательное время определяется по формуле [6, с. 99]:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}$$

где  $t_{yc}$  – время на установку и снятие детали, мин;

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

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

$t_{и.з}$  – время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего места определяется по формуле [6, с. 99]:

$$t_{об} = t_{tex} + t_{орг}$$

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инд. N дубл.
Инд. N дубл.	Подпись и дата

где  $t_{\text{тех}}$  – время на техническое обслуживание, мин;

$t_{\text{орг}}$  – время на организационное обслуживание, мин.

Основное время [6, с. 100]:

$$t_o = \frac{l}{S_M} \cdot i$$

где  $l$  – расчетная длина;

$i$  – число рабочих ходов.

Расчетная длина [6, с. 100]

$$l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{\text{вр}}$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{пер}}$  – величина перебега.

Рассчитаем нормы времени для операции 005 .

Операция 005 Комплексная с ЧПУ.

Переход 1.

1. Основное машинное время  $T_{\text{н}}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{\text{н}} = \frac{L_{\text{р.х}}}{S_M} \cdot i$$

где  $L_{\text{р.х}}$  – длина рабочего хода инструмента в направлении подачи, мм;

$i$  – число проходов;

$S_M$  – величина минутной подачи.

$T_{\text{н}} = 80/300 \cdot 5 = 0,89$  мин,

2. Вспомогательное время  $T_{\text{всп}}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}$$

где  $t_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие детали, мин; [2, с. 198-225]:

$t_{\text{пер}}$  – время связанное с переходом, мин;

$t_{\text{изм}}$  – время на измерение, мин.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						47

$$T_{всп} = 0,22 + 0,11 + 0,16 = 0,49 \text{ мин}$$

3. Оперативное время  $T_{опер}$ , мин, определяется по формуле [6, с. 101]:

$$T_{опер} = T_{н} + T_{всп}$$

$$T_{опер} = 0,89 + 0,49 = 1,38 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места  $T_{обсл}$ , мин, определяется по формуле [6, с. 102]:

$$T_{обсл} = 0,06 \cdot T_{опер}$$

$$T_{обсл} = 0,06 \cdot 1,38 = 0,08 \text{ мин}$$

5. Время на отдых и естественные надобности  $T_{отд}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{отд} = 0,04 \cdot T_{опер}$$

$$T_{отд} = 0,04 \cdot 1,38 = 0,052 \text{ мин}$$

6. Штучное время  $T_{шт}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{шт} = T_{опер} + T_{обсл} + T_{отд}$$

$$T_{шт} = 1,38 + 0,08 + 0,052 = 1,51 \text{ мин}$$

7. Штучно-калькуляционное время  $T_{шт.кал.}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{шт.кал.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N},$$

где  $T_{шт}$  - штучное время, мин;

$T_{пз}$  - подготовительно-заключительное время, мин; [2, с. 216-217]:

$N$  - количество деталей в партии, шт.

$$T_{шт.кал.} = 1,51 + 17/236 = 1,58 \text{ мин.}$$

Переход 2.

1. Основное машинное время  $T_{н}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{н} = \frac{L_{р.х}}{S_{м}} \cdot i$$

где  $L_{р.х}$  - длина рабочего хода инструмента в направлении подачи, мм;

$i$  - число проходов;

$S_{м}$  - величина минутной подачи.

$$T_{н} = 80/300 \cdot 3 = 0,8 \text{ мин,}$$

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						48

2. Вспомогательное время  $T_{всп}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{всп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм},$$

где  $t_{уст}$  - время на установку и снятие детали, мин; [2, с. 198-225]:

$t_{пер}$  - время связанное с переходом, мин;

$t_{изм}$  - время на измерение, мин.

$$T_{всп} = 0,0 + 0,09 + 0,16 = 0,25 \text{ мин}$$

3. Оперативное время  $T_{опер}$ , мин, определяется по формуле [6, с. 101]:

$$T_{опер} = T_{н} + T_{всп}$$

$$T_{опер} = 0,8 + 0,25 = 1,05 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места  $T_{обсл}$ , мин, определяется по формуле [6, с. 102]:

$$T_{обсл} = 0,06 \cdot T_{опер}$$

$$T_{обсл} = 0,06 \cdot 1,05 = 0,063 \text{ мин}$$

5. Время на отдых и естественные надобности  $T_{отд}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{отд} = 0,04 \cdot T_{опер}$$

$$T_{отд} = 0,04 \cdot 1,05 = 0,042 \text{ мин}$$

6. Штучное время  $T_{шт}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{шт} = T_{опер} + T_{обсл} + T_{отд}$$

$$T_{шт} = 1,05 + 0,063 + 0,042 = 1,155 \text{ мин}$$

7. Штучно-калькуляционное время  $T_{шт.кал}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{шт.кал} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N},$$

где  $T_{шт}$  - штучное время, мин;

$T_{пз}$  - подготовительно-заключительное время, мин; [2, с. 216-217]:

$N$  - количество деталей в партии, шт.

$$T_{шт.кал} = 1,155 + 20/236 = 1,24 \text{ мин.}$$

$$\Sigma T_{шт.кал} = 1,58 + 1,24 = 2,82 \text{ мин}$$

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инд. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



## 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При совершенствовании технологического процесса механической обработки детали «Наконечник» были задействованы универсальные станки Горизонтально-расточные станки с ЧПУ ИС – 500ПМФ4 заменены вертикальными обрабатывающими центром DMU 85 monoBLOCK для обработки детали .

В экономической части выполняется расчет капитальных затрат и определение экономической эффективности разрабатываемого мероприятия. Сравнение двух вариантов технологического процесса осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому из вариантов и определения условно-годовой экономии. Расчет проводится сначала для отдельных деталяеопераций, а затем затраты по рассматриваемым деталяеоперациям суммируются. Полученная условно-годовая экономия сопоставляется с капитальными затратами.

Оборудование, которое предполагается применять имеется на заводе и используется (в среднем 7.1 ч в сутки), необходимо рассчитать коэффициент загрузки.

$$K_3 = \frac{F\phi}{F\partial},$$

где  $F_{\phi}$  - фактический годовой фонд времени загрузки оборудования с учетом эксплуатационной оценки

$$F\phi = 1817 \text{ ч/год}$$

$F_{\partial}$  - действительный годовой фонд времени загрузки оборудования, при 2х сменном режиме работы

$$F_{\partial} = 4029 \text{ ч/год}$$
 коэффициент загрузки.

$K_3 = \frac{1817}{4029} = 45\%$  Оборудование можно использовать, т.к. оно фактически простаивает (не загружено).

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						51

Определим коэффициент загрузки оборудования: время на обработку одной детали  $T = 24.25$  мин, тогда в год будет затрачиваться при  $N = 5000$  шт.,  
 $F'_ф = 2000$  ч.

Коэффициент загрузки оборудования получим после проекта

$$K'_3 = \frac{1817 + 2000}{4029} \times 100\% = 95\%$$

## 2.1. Расчет капитальных затрат

В капитальные затраты входят, затраты на проектирование технологического процесса для станков с ЧПУ (принимаются в размере 1,5% от стоимости имеющихся станков). Оптовая цена станков, затраты на транспортирование и монтаж станков, т.к. станки уже приобретены и изготавливают другие детали не учитывается. Загрузка станков 45%, допускает внедрения требуемого заказа. Также не учитываются затраты на приобретение аппаратуры для записи программ, т.к. она уже приобретена и активно используется в технологическом процесс других деталей, не учитывается и затраты на производственную площадь под оборудование т.к. капитальные затраты в здании произведены в базовом варианте технологического процесса.

Таким образом капитальные затраты для проектируемого технологического процесса состоят из: затрат на проектирование тех. процесса  $K=2600$  руб., затрат на проектирование приспособлений, два приспособления существуют на производстве (№9675 – 1680, №9675 – 1681), заказываем 1 приспособление для фрезерования горизонтальной поверхности т.к. станок вертикальный  $S_{пр} = 1700$  руб., закупаем комплект инструмента фирмы Korloy (пластины, державки, инструментальные блоки)  $K_{инстр}=52600$  руб. (Прайс-лист №9246 от 12.10.14) и разработку управляющей программы  $K_{уп} = 4200$  руб.  $\Sigma=2600+2300+52600+4200=61100$ руб.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						52

Исходные данные для расчета экономической эффективности приводятся в таблице 14 .

Таблица 14- Исходные данные

Наименование показателей	Базовый вариант	Проектируемый вариант
	Модель станка	
	ИС – 500ПМФ4	DMU 85 MONOBlock
Цена станка $S_{ст}$ , тыс.руб.	2930000	10000000
Масса станка, кг	14000	12500
Габариты станка, мм	5813x4750x2560	14500x6250x3040
Установленная мощность э/дв кВт	30	19
Разряд работы станочника	3	3
Кол-во обслуживаемых станков в смену оператором	1	1
Годовая программа $N$ , шт.	5000	5000
$T_{шт-к}$ , мин	81,2	24,25
Масса заготовки, кг	2,2	2,2
Масса детали, кг	1,6	1,6
КИМ	0,72	0,72

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						53

## Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы включают в себя расходы на эксплуатацию специальных приспособлений, расходы на амортизацию управляющих программ, затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ, затраты на ремонт и обслуживание оборудования.

Расходы на эксплуатацию специальных присп. определяются по формуле:

$$A_{\text{п}} = (S_{\text{пр1}} + S_{\text{пр2}} + S_{\text{пр3}} + S_{\text{пр4}} + \dots S_{\text{прn}}) \cdot K_{\text{п}}$$

где  $S_{\text{пр1}}-S_{\text{прn}}$  – стоимость исходного приспособления,

$K_{\text{п}}$  – коэффициент учитывающий затраты на ремонт присп.,

$$K_{\text{п}} = 1,3.$$

Базовый вариант:

$$A_{\text{п1}} = (2300+3250) \cdot 1,3 = 7215 \text{ рублей}$$

Проектируемый вариант:

$$A_{\text{п2}} = (2300+3250+1700) \cdot 1,3 = 9535 \text{ рублей}$$

Расходы на амортизацию оборудования определяются по формуле:

$$A_{\text{o}} = (S_{\text{ст}} \times a)/100,$$

где  $S_{\text{ст}}$  – стоимость станка, руб. (см. таблицу );

$a$  – норма амортизационных отчислений, для станков базового варианта,  $a = 6\%$ , для обрабатывающего центра  $a = 10\%$ .

Базовый вариант:

$$A_{\text{o1}} = (2930000 \times 6)/100 = 275800 \text{ рублей}$$

Проектируемый вариант:

$$A_{\text{o2}} = (10000000 \times 10)/100 = 1000000 \text{ рублей}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования:

$$P_{\text{o}} = (H_{\text{м}} \times P_{\text{м}} + H_{\text{э}} \times P_{\text{э}}) \times P,$$

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						54

где  $N_M, N_3$  – нормативы годовых затрат на единицу ремонтной сложности соответственно механической и электротехнической частей, руб.;

$P_M$  и  $P_3$  – категория ремонтной сложности соответственно механической и электротехнической частей (в единицах ремонтной сложности);

Для фрезерного-расточного станка ИС – 500ПМФ4  $P_M = 24, P_3 = 26$ , для обрабатывающего центра DMU 85  $P_M = 35, P_3 = 45$ .

Базовые затраты на единицу ремонтной сложности принимаются в зависимости от сложности ремонта в единицах: 12-24 единицы  $N_M = 176$  рублей,  $N_3 = 157,5$  рублей; свыше 30 единиц –  $N_M = 184$  рубля,  $N_3 = 157,5$  рублей. Цена на ремонт и обслуживание представлена отдел цен АО “УРАЛ-ТРАНСМАШ”

Базовый вариант:

$$P_{o1} = (176 \times 24 + 157,5 \times 26) \times 2 = 16638 \text{ рублей}$$

$$P_{o1} = 16638 \text{ рублей.}$$

Проектируемый вариант:

$$P_{o2} = (184 \times 35 + 157,5 \times 45) \times 1 = 12478 \text{ рублей}$$

$$P_{o2} = 12478 \text{ рублей}$$

Всего эксплуатационных расходов при базовом варианте:

$$\mathcal{E}_{p1} = 7215 + 275800 + 16638 = 299653 \text{ рублей}$$

Всего эксплуатационных расходов при проектируемом варианте:

$$\mathcal{E}_{p2} = 9535 + 1000000 + 12478 = 1022013 \text{ рублей.}$$

Расчет текущих расходов:

Затраты на электроэнергию

Затраты на технологическую энергию определяются по формуле

$$\mathcal{E} = N_3 \times T_{ш-к} \times C_3 \times N/6000,$$

где  $C_3$  – цена 1 кВт/ч электроэнергии,  $C_3 = 2,35$  руб.

Базовый вариант:

$$\mathcal{E}_1 = 28620 \text{ рублей.}$$

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инд. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						55

Проектируемый вариант:

Всего затрат на электроэнергию  $\mathcal{E}_2 = 5410$  рублей.

Расчет заработной платы основных и вспомогательных производственных рабочих:

Заработная плата основных производственных рабочих при сдельной работе определяется по формуле:

$$Z_o = 1,167 \times T_{ш-к} \times C_{тф} \times Y / 60,$$

где 1,167 – коэффициент, учитывающий доп. заработную плату

$C_{тф}$  – часовая тарифная ставка рабочего на операции,

$$C_{тф} = 120,1 \text{ руб./час,}$$

$Y$  – коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многостаночном обслуживании,  $Y = 1$ , если один станок,  $Y = 0,65$ , если два станка.

Базовый вариант:

$$Z_{o1} = 948350 \text{ рублей}$$

Проектируемый вариант:

$$Z_{o2} = 283233 \text{ рублей.}$$

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы:

$$O = Z_o \times 30/100$$

Базовый вариант:

$$O_1 = 948350 \times 30/100 = 284505 \text{ рублей}$$

Проектируемый вариант:

$$O_2 = 283233 \times 30/100 = 84969 \text{ рублей}$$

Заработную плату вспомогат. рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{всп} = C_m \times F_p \times \mathcal{C}_{всп} \times k_{доп} \times k_{всп} \times k_p$$

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

$k_{есн}$  – коэффициент, учитывающий единый социальный налог,  $k_{есн} = 1,26$ ;

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

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

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						56

$$k_{дон} = 1,23;$$

$C_m^{всп}$  - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

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

По формуле произведем вычисления заработной платы вспомог. рабочих :

$$З_{транс} = 248351 \text{ рублей}$$

$$З_{контр} = 194978 \text{ рублей.}$$

Всего текущих расходов:

$$T_p = Э + З_o + З_{всп} + O$$

Базовый вариант:

$$T_{p1} = 28620 + 948350 + 443329 + 284505 = 1704804 \text{ рублей}$$

Проектируемый вариант:

$$T_{p2} = 5410 + 283233 + 443329 + 84969 = 816931 \text{ рублей}$$

Заготовка закупаются в виде прессованного профиля затраты на материалы одной заготовки, руб.;

$$З_3 = (M_3 \cdot Q_3 - M_{отх} \cdot Q_{отх}) \cdot k_{тр},$$

где  $M_3$  – вес заготовки,  $M_3 = 2.2 \text{ кг}$ ;

$Q_3$  – цена за один килограмм материала заготовки,  $Q_3 = 60 \text{ руб/кг}$ ;

$M_{отх}$  – вес отходов,  $M_{отх} = 0.6 \text{ кг}$ ;

$Q_{от}$  – цена за один килограмм отходов,  $Q_{от} = 30 \text{ руб/кг}$ ;

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

$$З_3 = (2,2 \cdot 60 - 0,6 \cdot 30) \cdot 1,025 = 116,85 \text{ руб.}$$

Инва. N подл.	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						57

Таблица 14.1 – Технологическая себестоимость детали, руб.

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на материалы	116,85	116,85
Заработная плата с начислениями	189,67	55,64
Затраты на технологическую электроэнергию	35,72	21,1
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	39,93	244,4
Затраты на эксплуатацию инструмента	50,52	14,52
Затраты на оснастку	214	62,46
Итого	613	464

## 2.2. Годовой экономический эффект

Годовой экономический эффект от внедрения станка с ЧПУ получится за счет снижения текущих расходов

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_T &= (T_{p1} + \mathcal{E}_{p1}) - (T_{p2} + \mathcal{E}_{p2}) = (1704804 + 299653) - (816931 + 1022013) \\ &= 165513 \text{ рублей} \end{aligned}$$

Процент роста производительности труда:

$$K_{пр} = T_{ш-кп} / T_{ш-кб} = 81,2 / 24,25 = 3,34$$

Трудоемкость годового объема выпуска продукции по формуле

$$T = T_{ш-к} \times N / 60, \text{ норма/час}$$

Базовый вариант:

$$T = 81,2 \times 5000 / 60 = 6766 \text{ норма/час}$$

Проектируемый вариант:

$$T = 24,25 \times 5000 / 60 = 2020 \text{ норма}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{ок} = \Delta K / \mathcal{E}_T$$

$$T_{ок} = 61100 / 165513 = 0,36 \text{ года.}$$

Основные показатели экономического роста представлены в таблице 15.

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инва. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Таблица 15- Основные показатели экономического проекта

Показатели	Ед.изме- рения	Показатели по базово- му вариан- ту	Показатель по проектируемо- му варианту	Измене- ние по- казателя
Годовой выпуск продукции	шт.	5000	5000	-
Капитальное вложение	руб.	-	61100	-
Трудоёмкость детали	н/час	1,3	0,4	-0,9
Трудоёмкость годового объ- ма выпуска продукции	н/час	6766	2020	-4746
Текущие расходы годовой программы в том числе:		1704804	816931	-887873
Заработная плата	руб.	948350	283233	-665117
электроэнергия	руб.	28620	5410	-23210
Технологическая себестои- мость одной детали	руб.	613	464	-149
Годовой экономический эф- фект	руб.	-	165513	-
Процент роста производи- тельности труда		100	334	234
Срок окупаемости капиталь- ных вложений	год	-	1	-

Вывод: Произведя технико-экономические расчеты для проектируемо-го дипломного проекта целью которого было совершенствование технологи-ческого процесса механической обработки детали «Наконечник » можно сделать вывод о проделанной работе. В проектируемом дипломном проекте внедрено новое технологическое оборудование , новый современный металл-орежущий инструмент.

Инва. N подл.      Подпись и дата  
Взам. инв N      Подпись и дата  
Инва. N дубл.      Подпись и дата

В результате были просчитаны и выявлены изменения в показателях , сократилось время на трудоемкость детали и трудоемкость годового объема выпуска продукции .

Уменьшилась технологическая себестоимость одной детали. Следовательно произведя необходимые расчеты был рассчитан годовой экономический эффект, который указывает на то что все проделанные затраты на повышение технологического уровня были целесообразны.

В экономической части проекта выполняется сравнение двух вариантов технологического процесса – базового и проектного, с целью определить насколько эффективны изменения в технологическом процессе с экономической точки зрения.

Используется метод сравнения себестоимости обработки по каждому из вариантов и определением годовой экономии после внедрения нового технологического процесса. Расчет проводится сначала для отдельных операций, а затем затраты по рассматриваемым операциям суммируются.

Краткий анализ недостатков технологии действующего производства (базового варианта).

Основным недостатком базового варианта является то, что используется устаревшее оборудование и универсальный инструмент. Следствием этого является что связано с дополнительными затратами на ремонт оборудования, также возрастают затраты на использование инструмента.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

					ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 60
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

### 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте совершенствуется технологический процесс обработки детали «НАКОНЕЧНИК», где старое оборудования заменяется новыми станками. В связи с этим возникла необходимость обучить рабочих работе на новых станках с числовым программным управлением.

Методическая часть работы посвящена разработке занятия для рабочих, которые пройдут курс повышения квалификации на базе предприятия АО «УРАЛТРАНСМАШ». Тема курсовой подготовки: «Оператор станков с ЧПУ».

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

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

Согласно профессиональному стандарту, основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Базовая цель деятельности - наладка обрабатывающих центров с программным управлением, установка технологической последовательности обработки деталей, выявление неисправностей в работе оборудования, обработка деталей.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						61

В таблице 16 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 16 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	3
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	3
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	3
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	3
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	3
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	3
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

Интв. N подл.      Подпись и дата  
 Взам. интв. N      Интв. N дубл.      Подпись и дата

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям высокой степени сложности, поэтому далее проанализируем первую 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». Анализ приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности»

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей		Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации					
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)					
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»					
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке					
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте					
Дополнительные характеристики						
Наименование классификатора	код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности				
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования				
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд				
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением				

Инв. N подл.    Подпись и дата    Взам. инв. N    Инв. N дубл.    Подпись и дата

В дипломной работе рассматривается деталь высокой степени сложности, требующая высокого уровня сформированности умений программирования обработки, поэтому остановимся на первой трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)», которая должна быть сформирована на втором уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				
Необходимые знания	Режимы работы стойки ЧПУ				
	Системы графического программирования				
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами				
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности				
Другие характеристики	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности				

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана повышения квалификации операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ на АО «УРАЛТРАНСМАШ» (Центр ПКР), который анализируется в следующем параграфе.

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

### 3.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в рамках учебного центра предприятия рассчитан на срок обучения = 108 часов (1,6 месяца по 4 часа в день) и включает учебные занятия теоретического и практического обучения, а также квалификационный экзамен. Базовая профессия – оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2 разряда. Уровень квалификации оператора после повышения квалификации – 4 разряд. Тематический план приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

№	Название раздела	Кол-во часов
1	Техническое черчение	20
2	Основы резания металлов и режущий инструмент	15
3	Основы технологии машиностроения	12
4	Основы программирования процесса обработки деталей	12
5	Наладка станков с программным управлением	10
6	Производственное обучение	40
5	Квалификационный экзамен	6
	Всего	108

Ниже приведен рисунок, иллюстрирующий соотношение разделов тематического плана и формируемых трудовых действий (таблица 20)

Переподготовка производится на базе центра ПКР .

Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

Таблица 20 – Соотношение разделов тематического плана и формируемых трудовых действий



Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ПКР имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, 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,
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

- медицинский пункт;
- бытовые и другие помещения.

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

В рамках тематического плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» предусмотрен раздел «Основы программирования процесса обработки деталей». Рассмотрим программу этого раздела (таблица 21).

Таблица 21 – Тематический план раздела «Основы программирования процесса обработки деталей»

Название темы	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Введение. Общие сведения о программах и программном коде	2	2	
Типы систем ЧПУ. Схема построения систем ЧПУ	2	2	
Программирование фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ	4	2	2
Программирование сверлильной обработки деталей на станках с ЧПУ	4	2	2
ИТОГО	12	8	4

Из программы выбираю тему теоретического занятия «Программирование фрезерной обработки на станках с ЧПУ». На эту тему отводится 2 часа. Далее проведем анализ темы «Программирование фрезерной обработки на станках с ЧПУ».

Данная тема рассчитана на 1 урок 2 часа. Тема полностью теоретическая и направлена на изучение особенностей построения управляющих программ в системах ЧПУ.

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

Основные вопросы, которые будут рассматриваться в теме «Программирование фрезерной обработки на станках с ЧПУ»:

- 1. Фрезерование и программирование обработки карманов, островов и канавок в системе Heidenhain;**
- 2. Основные циклы фрезерования в Heidenhain, ход и параметры циклов.**

На АО «УРАЛТРАНСМАШ» в настоящее время внедряется современные станки с ЧПУ, оснащенные системой числового программного управления «ЧПУ Heidenhain». Система ЧПУ «Heidenhain» является универсальной системой ЧПУ, предназначенной как для программирования фрезерной, так и для программирования сверлильной обработки.

### 3.3 Разработка методики и методического обеспечения урока по теме:

«Программирование фрезерной обработки на станках с ЧПУ»

Поурочный план обучения по данной теме приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Поурочный план обучения по теме «Программирование фрезерной обработки на станках с ЧПУ»

№ урока	Тема занятия	Цели урока	Методы обучения	Тип урока	Материально-техническое оснащение
1 (2 час)	Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Heidenhain» с использованием циклового программирования	<p>дидактические: сформировать у учащихся знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципов программирования фрезерной обработки деталей с использованием циклового программирования</li> </ul> <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитать бережное отношение к инструменту и оборудованию, развивающие:</li> <li>- развить целеустремленность и волю при выполнении запланированной работы</li> </ul>	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по изучению презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Комбинированный урок	Компьютерная презентация; Программа-тренажер Heidenhain; Система ЧПУ «Heidenhain»; Персональные компьютеры; Обеспечение для самостоятельной работы обучаемых.

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

В рамках дипломного проекта разработаем первое занятие – занятие теоретического обучения по теме «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Heidenhain» с использованием циклового программирования». В таблице 23 приведена модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятии.

Таблица 23 – Модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятии теоретического обучения по теме «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Heidenhain» с использованием циклового программирования»

Основные этапы урока	Деятельность преподавателя	Деятельность обучаемых	Кол-во времени
1	2	3	4
Организационная часть	Приветствует обучаемых. Проверяет присутствующих. Использует <b>слайд №1</b> на котором сформулирована тема урока.	Переписывают в тетради с <b>1 слайда</b> тему урока	5 минут
Мотивация обучаемых	Рассказывает о значимости темы урока в общей подготовке операторов станков с ЧПУ	Слушают преподавателя	2 минуты
Актуализация опорных знаний	Задает вопросы, анализирует ответы. Добавляет информацию к их ответам. ( <b>Приложение В</b> ). Использует <b>слайд №2</b> , просит дать определение понятию «Фрезерование».	Отвечают на вопросы. Актуализируют опорные знания. Сравнивают свои ответы с определением на <b>слайде №2</b> .	13 минут
Изложение нового материала	Рассказывает о принципах программирования с использованием циклового программирования. Использует <b>слайды № 3-13</b> для демонстрации принципов и методов программирования с использованием стандартных циклов Heidenhain.	Переписывают в тетради со <b>слайда №3</b> название и расшифровку циклов обработки отверстий в системе Heidenhain. Записывают в тетради параметры и ход циклов 251-256. ( <b>Слайды 4-13</b> ). После изучения каждого из циклов выполняют задания.	35 минут
Закрепление нового материала.	Выдает задания для работы с тренажерами. Контролирует правильность работы. Использует <b>слайды №14,15</b> , в которых сформулированы задания на закрепление нового УМ.	Выполняют задания ( <b>слайды 14,15</b> ), в которых предлагается заполнить таблицы с параметрами цикла. Затем данные таблиц переносят в тренажер ЧПУ	25 минут
Заключительная часть	Задает вопросы для закрепления нового учебного материала <b>Слайд №16</b>	Каждый обучаемый устно отвечает на вопрос из <b>слайда №16</b>	10 минут

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

План-конспект занятия теоретического обучения по теме «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Heidenhain» с использованием циклового программирования»

### 1. Организационная часть

Здравствуйте уважаемые операторы. Сегодня мы начнем изучать очень важную тему, связанную с материальной базой систем управления станками. Это тема «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Heidenhain» с использованием циклового программирования»

На занятиях мы с вами рассмотрим:

1. Фрезерование и его программирование в Heidenhain
  2. Основные циклы фрезерования в Heidenhain, их ход и параметры
- Прошу сегодня проявить особое внимание к изучаемому материалу.

### 2. Мотивация обучаемых

Оператор станков с ЧПУ должен хорошо писать и разрабатывать управляющие программы. Для системы ЧПУ «Heidenhain» разработан ряд стандартных циклов, облегчающих процесс разработки управляющих программ, которые позволяет не только обучаться обработке, но и производить программирование всех видов обработки деталей. Сегодня мы остановимся на программировании фрезерной обработки с использованием стандартных циклов.

### 3. Актуализация опорных знаний

На предыдущих занятиях мы рассмотрели общие сведения о программах и программном управлении. Сегодня мы переходим к изучению особенностей программирования фрезерной обработки, но прежде вспомним основные моменты из пройденного материала.

Вопросы для актуализации опорных знаний **Приложении В**. Дайте определение понятию Фрезерование (**Слайд №2**)

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

#### 4. План-конспект изложения учебного материала на занятии

Контурная система управления iTNC 530 для фрезерных станков, сверлильных станков и обрабатывающих центров

Система управления iTNC 530 фирмы Heidenhain предназначена для работы на фрезерных и сверлильных станках, а также на обрабатывающих центрах. Система iTNC 530 универсальна, что подтверждает широкая сфера её применения:

- Универсальные фрезерные станки;
- Высокоскоростное фрезерование;
- Пятиосевая обработка с помощью поворотной шпиндельной головки и поворотного стола;
- Пятиосевая обработка на больших станках;
- Горизонтально-расточные станки;
- Обрабатывающие центры и автоматизированная обработка iTNC 530 способна управлять 13 осями и шпинделем. Время обработки кадра 0,5 мс. В качестве памяти программ применяют жесткий диск. Память включает в себя встроенный блок управления цифровыми приводами. В итоге достигается высокоточное изготовление контура заготовки при обработке на больших скоростях подачи. В двухпроцессорной версии система iTNC 530 дополнительно содержит операционную систему Windows XP в качестве интерфейса пользователя и можно применять стандартные прикладные программы Windows.

Фрезерование - это процесс механической обработки, при котором режущий инструмент (фреза) совершает вращательное движение (со скоростью  $V$ ), а обрабатываемая заготовка — поступательное (со скоростью подачи  $S$ ).

На ЧПУ фрезерование может быть запрограммировано в виде цикловой обработки.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Рассмотрим основные циклы программирования фрезерной обработки в системе ЧПУ Heidenhain (Слайд №3):

Цикл 251 Прямоугольная карман

Цикл 252 Круглая карман

Цикл 253 Фрезерование пазов

Цикл 254 Круглый паз

Цикл 256 Прямоугольный остров

**Ход цикла 251 (Слайды №4,5):**

С помощью цикла обработки прямоугольного кармана 251 можно полностью обработать прямоугольный карман. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- Полная обработка: черновая обработка, чистовая обработка дна и боковой стороны
- Только черновая обработка
- Только чистовая обработка дна и чистовая обработка боковой поверхности
- Только чистовая обработка дна
- Только чистовая обработка боковой стороны

Черновая обработка

1. Инструмент погружается в центре кармана в материал детали и перемещается на первую глубину подвода. Стратегия погружения определяется параметром Q366.

2. УЧПУ протягивает карман изнутри наружу при учете коэффициента наложения (параметр Q370) и припуска на чистовую обработку (параметры Q368 и Q369)

3. В конце операции протягивания УЧПУ перемещает инструмент тангенциально от стенки кармана, потом на безопасное расстояние над актуальную глубину подвода и оттуда на ускоренном ходе обратно в центр кармана

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						72

4. Эта операция повторяется, пока будет достигнута глубина кармана  
Чистовая обработка

1. Если определены припуски на чистовую обработку, УЧПУ обрабатывает сначала начистую стенки кармана, если введено несколькими подводами. При этом подвод к стенке кармана производится по касательной

2. Затем УЧПУ выполняет чистовую обработку дна кармана по направлению изнутри наружу. При этом подвод ко дну кармана осуществляется по касательной

### Цикл 252 Круглый карман (Слайды №6,7)

Ход цикла С помощью цикла Круглый карман 252 можно полностью обработать круглый карман. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- Полная обработка: черновая обработка, чистовая обработка дна и боковой стороны

- Только черновая обработка

- Только чистовая обработка дна и чистовая обработка боковой поверхности

- Только чистовая обработка дна

- Только чистовая обработка боковой стороны

Черновая обработка

1. Инструмент погружается в центре кармана в материал детали и перемещается на первую глубину подвода. Стратегия погружения определяется параметром Q366

2. УЧПУ протягивает карман изнутри наружу при учете коэффициента наложения (параметр Q370) и припуска на чистовую обработку (параметры Q368 и Q369)

3. В конце операции протягивания УЧПУ перемещает инструмент тангенциально от стенки кармана, потом на безопасное расстояние над актуальную глубину подвода и оттуда на ускоренном ходе обратно в центр кармана

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

4. Эта операция повторяется, пока будет достигнута глубина кармана  
Чистовая обработка

1. Если определены припуски на чистовую обработку, УЧПУ обрабатывает сначала начистую стенки кармана, если введено несколькими подводами. При этом подвод к стенке кармана производится по касательной

2. Затем УЧПУ выполняет чистовую обработку дна кармана по направлению изнутри наружу. При этом подвод ко дну кармана осуществляется по касательной

### Цикл 253 Фрезерование пазов (Слайды №8,9)

Ход цикла С помощью цикла 253 можно полностью обработать канавку. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- Полная обработка: черновая обработка, чистовая обработка дна и боковой стороны

- Только черновая обработка

- Только чистовая обработка дна и чистовая обработка боковой поверхности

- Только чистовая обработка дна

- Только чистовая обработка боковой стороны

Черновая обработка

1. Инструмент перемещается качающим движением от левого центра канавки с определенным в таблицы инструментов углом погружения на первую глубину подвода. Стратегия погружения определяется параметром Q366

2. УЧПУ очищает канавку изнутри на наружие при учете припусков на чистовую обработку (параметры Q368 и Q369)

3. Эта операция повторяется, пока будет достигнута глубина канавки

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 74

## Чистовая обработка

1. Если определены припуски на чистовую обработку, УЧПУ обрабатывает сначала начистую стенки канавки, если введено несколькими подводами. Подвод к стенке канавки осуществляется по касательной в левой окружности канавки

2. Затем УЧПУ выполняет чистовую обработку дна канавки изнутри на наружие.

## Цикл 254 Круглый паз (Слайды №11,12)

С помощью цикла 254 можно полностью обработать круглую канавку. В зависимости от параметров цикла существуют следующие варианты обработки:

- Полная обработка: черновая обработка, чистовая обработка дна и боковой стороны

- Только черновая обработка

- Только чистовая обработка дна и чистовая обработка боковой поверхности

- Только чистовая обработка дна

- Только чистовая обработка боковой стороны

## Черновая обработка

1. Инструмент перемещается качающим движением в центре канавки с определенным в таблицы инструментов углом погружения на первую глубину подвода. Стратегия погружения определяется параметром Q366

2. УЧПУ очищает канавку изнутри на наружие при учете припусков на чистовую обработку (параметры Q368 и Q369)

3. Эта операция повторяется, пока будет достигнута глубина канавки

## Чистовая обработка

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

4. Если определены припуски на чистовую обработку, УЧПУ обрабатывает сначала начистую стенку канавки, если введено несколькими подводами. Подвод к стенке канавки осуществляется по касательной

5. Затем УЧПУ выполняет чистовую обработку дна канавки изнутри на наружиие.

### **Цикл 256 Прямоугольный остров (Слайды №12,13)**

Ход цикла С помощью цикла прямоугольного острова 256 можно полностью обработать прямоугольный остров. Если размер заготовки больше максимального врезания со стороны, тогда ЧПУ выполняет несколько врезаний со стороны вплоть до достижения размера готовой детали.

1. Инструмент перемещается из начальной позиции цикла (центра острова) в начальную позицию обработки острова. Стартовое положение определяется параметром Q437. Положение согласно стандартной установке (Q437=0) находится в 2мм справа рядом с островом заготовки

2. Если инструмент находится на 2-м безопасном расстоянии, система ЧПУ производит перемещение на ускоренном ходу FMAX на безопасное расстояние и оттуда со скоростью подачи врезания перемещается на первую глубину врезания

3. Затем инструмент перемещается по касательной к контуру острова, выполняя попутное фрезерование витка.

4. Если заданный размер острова нельзя достичь одним проходом, ЧПУ возвращает инструмент на текущую глубину врезания сбоку и фрезерует еще один виток. Система ЧПУ учитывает при этом размер заготовки, размер готовой детали и допустимое врезание со стороны. Эта операция повторяется до тех пор, пока не будет достигнут определенный размер готовой детали. В случае, если Вы установили точку старта на угол (Q437 не равно 0), ЧПУ производит фрезерование спиралеобразно от точки старта изнутри до тех пор, пока не будет достигнут определенный размер готовой детали

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

5. Если заданы другие врезания, то инструмент возвращается в точку старта обработки по касательной к контуру

6. Затем инструмент перемещается на следующую глубину врезания и обрабатывает остров на этой глубине

7. Эта операция повторяется, пока будет достигнута глубина острова

8. В конце цикла система ЧПУ позиционирует инструмент на безопасную высоту по оси инструмента, заданную в цикле. Таким образом конечная позиция не совпадает с начальной

### 5. Закрепление нового материала.

Мы рассмотрели 5 циклов и их параметры. Сейчас за вашими компьютерами вы откроете презентацию и тренажер по системе ЧПУ Heidenhain.

В презентации приведены задания для самостоятельной работы, в которых представлены эскизы деталей, вам необходимо составить цикл для обработки.(слайды 14,15), а затем перенести управляющие программы на тренажер (рисунок 8).



Рисунок 8 – Окно программы - тренажера Heidenhain

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Выполняя задания, опирайтесь на теоретические сведения, приведенные в презентации.

Учащиеся самостоятельно выполняют задания по программированию цикловой обработки в систем ЧПУ Heidenhain N. Преподаватель контролирует правильность выполнения, отвечает на вопросы, возникающие у обучаемых и корректирует ошибки в программировании цикловой обработки в системе ЧПУ Heidenhain.

### 6. Заключительная часть

Проводит опрос обучаемых по изученному материалу по контрольным вопросам, приведенным в презентации (Слайд №19)

1. Что такое фрезерование?
2. Какие инструменты применяются для фрезерования?
3. Какие циклы для фрезерной обработки предусмотрены в ЧПУ Heidenhain?
4. Назовите основные параметры циклов для фрезерной обработки ЧПУ Heidenhain.

Учащиеся отвечают на вопросы, а преподаватель слушает и анализирует ответы и при необходимости поправляет учащихся. Учащиеся делают поправки в таблицах и в цикловом программировании на программах – тренажерах Heidenhain.

Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку и диктует домашнее задание по изучению циклов фрезерной обработки в системе ЧПУ Heidenhain.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						78

**Контрольные вопросы по теме: «Программирование фрезерной обработки на станках с ЧПУ»**

1. Что такое фрезерование?
2. Какие инструменты применяются для фрезерования?
3. Какие циклы для фрезерной обработки предусмотрены в ЧПУ Heidenhain?
4. Назовите основные параметры циклов фрезерной обработки в ЧПУ Heidenhain.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						79

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте выполнена работа по совершенствованию технологического процесса механической обработки детали «НАКОНЕЧНИК».

Выбран обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK, который является высоко - производительным с использованием современного режущего инструмента фирмы Kogloy который является высокопроизводительным, обеспечивает высокие технологическое качество поверхности с наименьшей трудоемкостью и стоимости.

Использованный станок с ЧПУ в трех единицах есть на предприятии, поэтому в данном технологическом процессе они дополнительно догружаются подобными деталями. Разработана управляющая программа на программном обеспечении HEIDENHAIN iTNC 530

В работе рассчитана экономическая эффективность которая имеет срок окупаемости 0.36 года.

В методической части представлена разработка урока теоретического обучения для переподготовки операторов станков с программным управлением, разработана технологическая документация (ок;мк).

Цели дипломного проекта достигнуты.

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						80

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.

2. Безопасность технологических процессов и производств: Учеб. пособие для вузов / П.П. Куклин, В.Л. Лапин, Н.Л. Понамарев и др. – 2-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк., 2001. – 319 с.: ил.

3. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.

4. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. – 260 с.

5. Горбацевич А.К., шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. Минск: Высш. Шк., 1983. 256 с.

6. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. Ун-та, 2001.-169 с.

7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Изд. 2-е, М.: Машиностроение, 1974.- 406 с.

8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство.-М.: Машиностроение, 1984

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						81

9. Общая и профессиональная педагогика: Учеб. пособие / Авт.-сост.: Г.Д. Бухарова, Л.Н. Мазаева, М.В. Полякова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 298 с.

10. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1985.- 656 с.

11. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1986.- 496 с.

12. Каталог инструмента Korloy Inc "Сменные пластины Korloy"  
каталог 2014-2015.- 160с.

13. Каталог инструмента Korloy Inc "Фрезерный инструмент Korloy "  
каталог, 2013, 286 с.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715.ПЗ

## Приложение Б

### Перечень листов графических документов

В дипломный проекте графическая часть представлена на 5 листах формата А1.

№ листа	Название графического документа
01	Наконечник Заготовка
02	Наконечник Деталь
03	Иллюстрации технологического процесса
04	Иллюстрации технологического процесса
05	Иллюстрации технологического процесса
06	Иллюстрации технологического процесса

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

					ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

РТТУ  
Кафедра ИГО

Комплект документации  
**Технологический процесс**

механической обработки  
детали **НАКО-ЕЧНИК**

44.03.04.715

Нконтр. \_\_\_\_\_ Суриков ВП Проект \_\_\_\_\_ Сулейменов ГМ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Бородина НВ Группа ЗТО-501

Рецензент \_\_\_\_\_ Проверил \_\_\_\_\_ Мирошн ДГ.

Екатеринбурге 2016

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

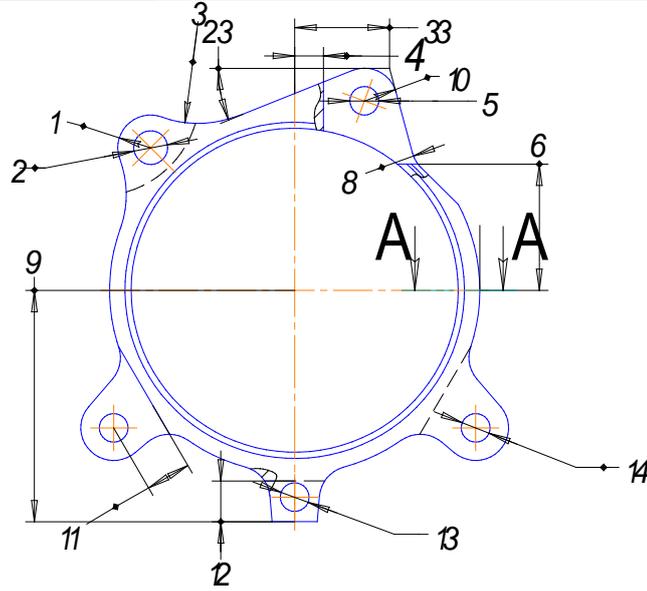
Разраб.	Сулейменов									
Провер.	Мирошн					РТТУ	ДП44.03.04.715			
Утв.	Бородина									
Нконтр.	Суриков									

МД1	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МВ	КОД
МД2		16	ГК 4842	22	
А	цех	уч.	опер	Код, наименование опер.	
Б	Код, наименование оборудования				
01	001	Заготовительная			
02		Гла ленточная			
03	005	Комплексная с ЧПУ			
04		DMU 85 тип ВЛОК			
05	010	Выходной контроль			
06		Стоп контрольны			
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
МК					4

Инв. N подл.	_____
Взам. инв N	_____
Инв. N дубл.	_____
Подпись и дата	_____

Дубл.			
Взам.			
Г.вкл.			

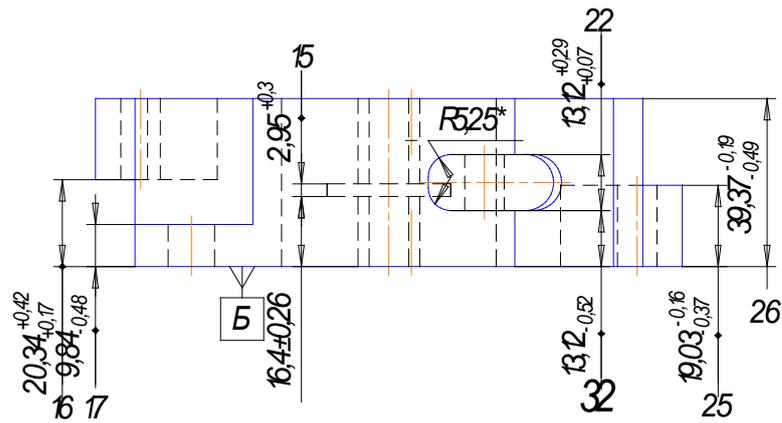
Разраб.	Сулейманов				РТТУ	ДП44.03.04.715
Проект.	Миршин					
Утв.	Бородина				НАКОЕЧК	
Н.контр.	Суриков					



КЭ			
----	--	--	--

Дубл.			
Взам.			
Г.вкл.			

Разраб.	Сулейманов				РТТУ	ДП44.03.04.715
Проект.	Миршин					
Утв.	Бородина				НАКОЕЧК	
Н.контр.	Суриков					



КЭ			
----	--	--	--

И.нв. N подл.	Полипись и дата
Взам. инв. N	Инв. N дубл.
Полипись и дата	Полипись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 85



Дубл.																						
Взам.																						
Г бол.																						
Разраб.	Сулейменов																					
Проект.	Мирошин																					
Утв.	Бородина																					
Нконтр.	Суриков																			005		
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОД											
Сверлильная		АМ6 ГОСТ 4784-74		НВ 65			16	ГК 4842		2,2												
Оборудование				To	Тв	Тгв	Тшт	СОЖ														
Вертикально - фрезерный				5,05	0,25	17	24,25															
DMJ 85 оторВСОК																						
Р		ПИ		Д	и	В	м	л	м	t	м	i	С	м/сб	Г	б/	м	н	В	м/	м	н
О		2.Фрезеровать позицию 1 п.20.Фрезер. предвар. п.18,27.Фрезер. п.11 в р.16. п.12 в р.17.Фрезер. п. 9																				
Т		Фреза торцевая Korloy Ф50 PAXQM 5050MR-A,B, смп ХЕКТ-МА 19M508FR-MA																				
		ШЦ - 1 25 - 0,1ГОСТ 166 - 80; Шаблон 9536 - 6779; Шаблон 9568 - 52; Гробка 8141 - 0037(Н2)																				
Р				20		8	1	0,68		3500	550											
Р																						
О		2а.Фрезеровать позицию 3 п.20 окончательно.Фрезеровать п.28,29 на глубину п.30.																				
Т		Фреза торцевая Korloy Ф50 PAXQM 5050MR-A,B, смп ХЕКТ-МА 19M508FR-MA																				
		ШЦ - 1 25 - 0,1ГОСТ 166 - 80; Скоба 8102 - 0140(В2); Гробка 9508 - 1214																				
Р				240		2	1	0,68		3500	550											
Р																						
ОК																						

Дубл.																						
Взам.																						
Г бол.																						
Разраб.	Сулейменов																					
Проект.	Мирошин																					
Утв.	Бородина																					
Нконтр.	Суриков																			005		
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОД											
Сверлильная		АМ6 ГОСТ 4784-74		НВ 65			16	ГК 4842		2,2												
Оборудование				To	Тв	Тгв	Тшт	СОЖ														
Вертикально - фрезерный				1,91	0,25	17	24,25															
DMJ 85 оторВСОК																						
Р		ПИ		Д	и	В	м	л	м	t	м	i	С	м/сб	Г	б/	м	н	В	м/	м	н
О		3.Фрезеровать позицию 1 п.18,21 окончательно																				
Т		Фреза специальная угловая Ф50 угол 15																				
		Шаблон угловой 9541 - 1165																				
Р				165		4	1	0,4		955	150											
Р																						
О		4.Фрезеровать позицию 1 п.15 на глубину п.12																				
Т		SPPM080 - 045 - L, смп FVEJ1245N																				
		ШЦ - 1 25 - 0,1ГОСТ 166 - 80																				
Р				40		8	1	0,8		1275	200											
Р																						
ОК																						

Инва. N подл. | Полпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Полпись и дата

Дубл.																			
Взам.																			
Гбол.																			
Разраб.	Сулэйманов																		
Проект.	Миродин																		
Утв.	Бородина																		
Нконтр.	Суриков																		005
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОД									
Сверлильная		АМ6 ГОСТ 4784-74		НВ 65		16	ГК 4842		2,2										
Оборудование				To	Тв	Тгз	Тум	СОЖ											
Вертикально - фрезерный				2,4	0,25	17	24,25												
DMJ 85 monoBLOCK																			
Р		ПИ		Ди	ли	Вмм	Лмм	tмм	i	Смм/об	Гбб/мин	Вм/мин							
О		5.Сверлить позицию 1 отв. в размер 2,5,13 и 2 отв 14																	
Т		K5D 14020 - 05, смл SPMГ050204 - PD, XOMГ050204 - PD																	
		Гробка 8133 - 0928(Н2); Гробка 8133 - 0928(Н9); Гробка 8133 - 0928(Н11)																	
Р				80	5	1	0,2	1820		80									
Р																			
О		6.Развернуть отверстие п2																	
Т		Развертка гостовская ø16,5H9 (P6M5K5)																	
		Гробка 9525 - 2709(Н2)																	
Р				20	1	1	0,4	386		20									
Р																			
ОК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Гбол.																			
Разраб.	Сулэйманов																		
Проект.	Миродин																		
Утв.	Бородина																		
Нконтр.	Суриков																		005
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МВ	КОД									
Сверлильная		АМ6 ГОСТ 4784-74		НВ 65		16	ГК 4842		2,2										
Оборудование				To	Тв	Тгз	Тум	СОЖ											
Вертикально - фрезерный				2,62	0,43	17	24,25												
DMJ 85 monoBLOCK																			
Р		ПИ		Ди	ли	Вмм	Лмм	tмм	i	Смм/об	Гбб/мин	Вм/мин							
О		7.Фрезеровать позицию 2 п. 19 вьдержав размер п.32																	
Т		Фреза концевая Korloy IPFE 4160 - 100																	
		ШЦ - I 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 80)																	
Р				40	8	1	0,8	2388		120									
Р																			
О		8.Обработка фасок контура детали 3 позиций																	
Т		CE 30 - 125R - S20, смл SPMГ 110408 - KC																	
		ШЦ - I 125 - 0,1 ГОСТ 166 - 80																	
Р				240	1	1	0,45	2548		200									
Р																			
ОК																			

Инва. N подл. | Взам. инв N | Инв. N дубл. | Подпись и дата | Подпись и дата

Тема урока: «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Heidenhein» с использованием циклового программирования»

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## Актуализируют опорные знания

1. Какие функции, закладываются в программный код ЧПУ?
2. Для чего предназначены G-функции?
3. Для чего предназначены M-функции?
4. Как располагаются программные оси на станках с ЧПУ
5. Каким образом в программном коде задается тип и направление оси?

1. Основные функции (G) и вспомогательные функции (M)
2. G функция предназначена для задания параметров обработки управляющих программ
3. Функция M предназначена для программирования вспомогательных передвижений рабочих органов станка
4. Ось Z располагается по оси инструмента или оси станка, Ось X – перпендикулярно оси Z и вверх, ось Y расположена в стороны от оператора
5. Тип оси задается функциями G17, G18, G19, а направления с помощью знаков плюс или минус

•2

## Рассмотрим основные циклы фрезерования

- Цикл 251 Прямоугольный карман
- Цикл 252 Крутой карман
- Цикл 253 Фрезерование пазов
- Цикл 254 Крутая паз
- Цикл 256 Прямоугольный остров

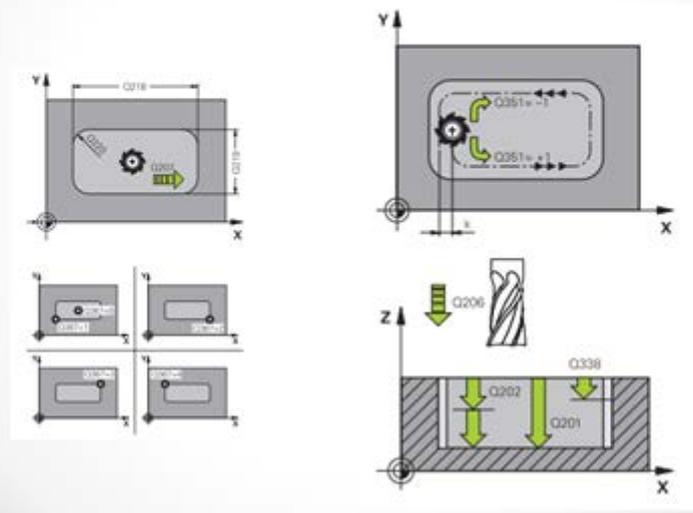


•3

Инд. N подл.	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## Ход цикла 251 – Прямоугольный карман



## Цикл 251 – Прямоугольный карман

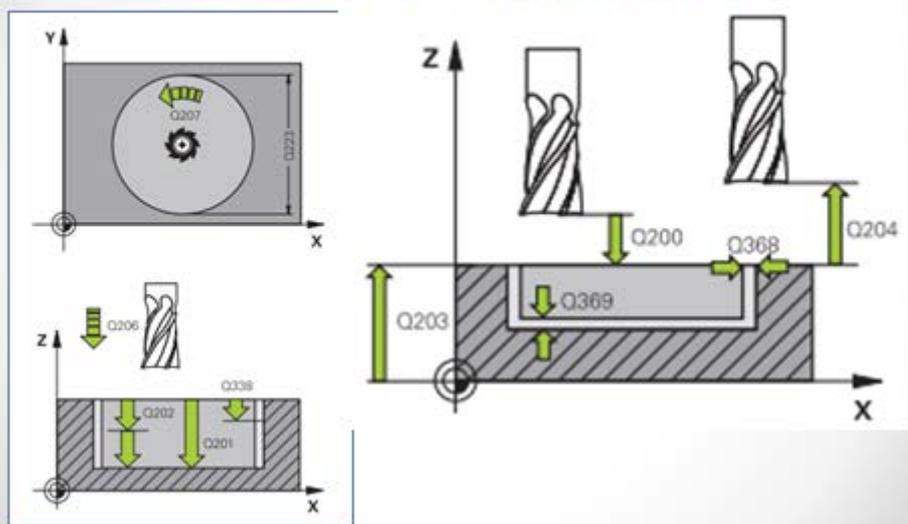
### Кадры УП

- 8 CYCL DEF 251 ПРЯМОУГ. КАРМАН
- Q215=0; ОБЪЁМ ОБРАБОКИ Q218=80 ;ДЛИНА 1-ОЙ СТОРОНЫ
- Q219=60; ДЛИНА 2-ОЙ СТОРОНЫ
- Q220=5; РАДИУС УГЛА
- Q368=0.2; ПРИПУСК НА СТОРОНЕ
- Q224=+0; ПОЛОЖЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
- Q367=0; ПОЛОЖЕНИЕ КАРМАНА
- Q207=500; ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q351=+1; ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q201=-20; ГЛУБИНА
- Q202=5; ГЛУБИНА ПОДВОДА НА ВРЕЗАНИИ
- Q369=0.1; ПРИПУСК НА ГЛУБИНЕ
- Q206=150; ПОДАЧА ВРЕЗ
- Q338=5; СОСТОЯНИЕ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ
- Q200=2; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
- Q203=+0; КООРДИНАТНАЯ ПЛОСКОСТЬ
- Q204=50; 2-ОЕ БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
- Q370=1; НАЛОЖЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ
- Q366=1; ПОГРУЖЕНИЕ 3
- 85500; ПОДАЧА ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
- 9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99

Инд. N подл.	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист
						91

## Ход цикла 252 – Круглый карман



## Цикл 252 - Круглый карман

### Кадры УП

- Q369=0.1 ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНЕ
- Q206=150 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛУБИНУ
- Q338=5 ;СОСТОЯНИЕ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ
- Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
- Q203=+0 ;КООРДИНАТНАЯ ПЛОСКОСТЬ
- Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
- Q370=1 ;НАЛОЖЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ
- Q366=1 ;ПОГРУЖЕНИЕ
- 385500 ;ПОДАЧА ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
- 9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99
- 8 CYCL DEF 252 КРУТЛЫЙ КАРМАН
- Q215=0 ;ОБЪЁМ ОБРАБОТКИ
- Q223=60 ;ДИАМЕТР КРУГА
- Q368=0.2 ;ПРИПУСК НА СТОРОНЕ
- Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q351=+1 ;ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q201=-20 ;ГЛУБИНА
- Q202=5 ;ГЛУБИНА ПОДВОДА НА ВРЕЗАНИЕ

Изм. N подл.

Взам. инв N

Инв. N дубл.

Подпись и дата

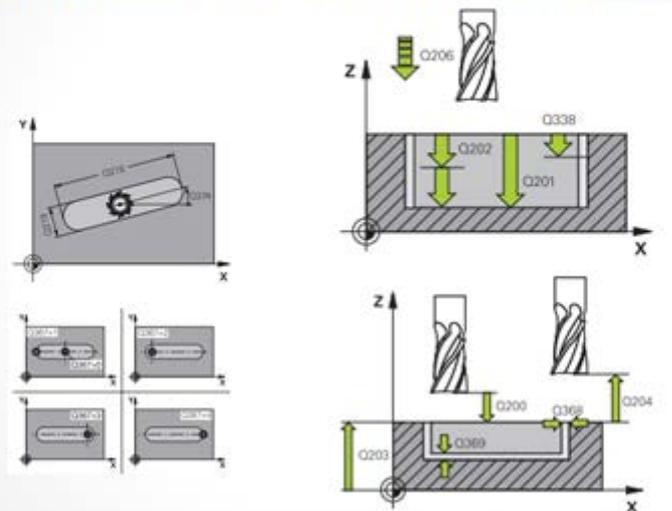
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист  
92

## Ход цикла 253 - Фрезерование пазов



• 8

## Цикл 253 – Фрезерование пазов

### Кадры УП

- Q201=-20 ;ГЛУБИНА
- Q202=5 ;ГЛУБИНА ПОДВОДА НА ВРЕЗАНИЕ
- Q369=0.1 ;ПРИПУСК НА ГЛУБИНЕ
- Q206=150 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛУБИНУ
- Q338=5 ;СОСТОЯНИЕ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ
- Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
- Q203=+0 ;КООРДИНАТНАЯ ПЛОСКОСТЬ
- Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
- Q366=1 ;ПОГРУЖЕНИЕ
- 385500 ;ПОДАЧА ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
- 9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99
- 8 CYCL DEF 253  
ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПАЗОВ
- Q215=0 ;ОБЪЁМ ОБРАБОТКИ
- Q218=80 ;ДЛИНА ВЫЕМКИ
- Q219=12 ;ШИРИНА ВЫЕМКИ
- Q368=0.2 ;ПРИПУСК НА СТОРОНЕ
- Q374=+0 ;ПОЛОЖЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
- Q367=0 ;ПОЛОЖЕНИЕ ВЫЕМКИ
- Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q351=+1 ;ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ

• 9

Инва. N подл.

Взам. инв N

Инва. N дубл.

Подпись и дата

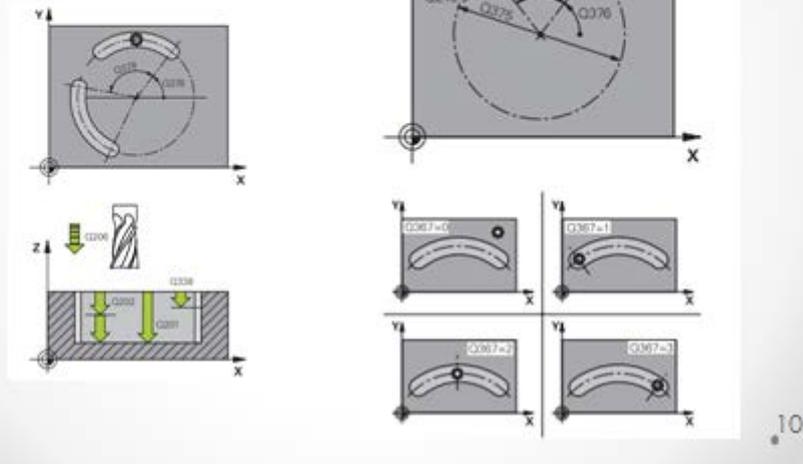
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист  
93

## Ход цикла 254



## Цикл 254 – Круглый паз

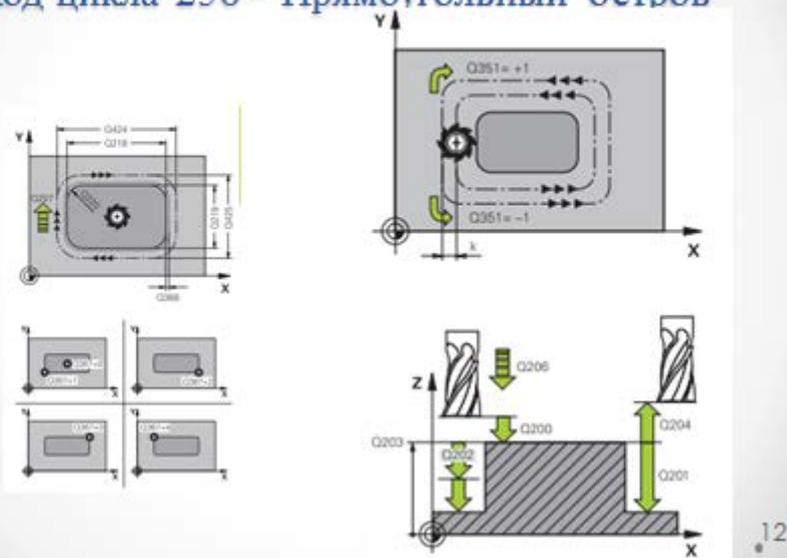
### Кадры УП

- 8 CYCL DEF 254 КРУГЛ. КАНАВКА
- Q215=0 ; ОБЪЕМ ОБРАБОТКИ
- Q219=12 ; ШИРИНА ВЫЕМКИ
- Q368=0.2 ; ПРИПУСК НА СТОРОНЕ
- Q374=80 ; ДИАМЕТР ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ОКРУЖНОСТИ
- Q367=0 ; ОСНОВА ДЛЯ ВЫЕМКИ
- Q216=+50 ; СЕРЕДИНА 1-ОЙ ОСИ
- Q217=+50 ; СЕРЕДИНА 2-ОЙ ОСИ
- Q376=+45 ; УГОЛ СТАРТА
- Q248=90 ; УГОЛ РАСТВОРА
- Q378=0 ; ШАГ УГЛА
- Q377=1 ; КОЛ-ВО ОБРАБОТОК
- Q207=500 ; ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q351=+1 ; ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q201=-20 ; ГЛУБИНА
- Q202=5 ; ГЛУБИНА ПОДВОДА НА ВРЕЗАНИЕ
- Q369=0.1 ; ПРИПУСК НА ГЛУБИНЕ
- Q206=150 ; ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛУБИНУ
- Q338=5 ; СОСТОЯНИЕ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ
- Q200=2 ; БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
- Q203=+0 ; КООРДИНАТНАЯ ПЛОСКОСТЬ
- Q204=50 ; 2-ОЕ БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
- Q366=1 ; ПОГРУЖЕНИЕ
- 385500 ; ПОДАЧА ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА
- 9 L X+50 Y+50 R0 FMAXM3 M99

Инв. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инв. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## Ход цикла 256 – Прямоугольный остров



## Цикл 256 – Прямоугольный остров

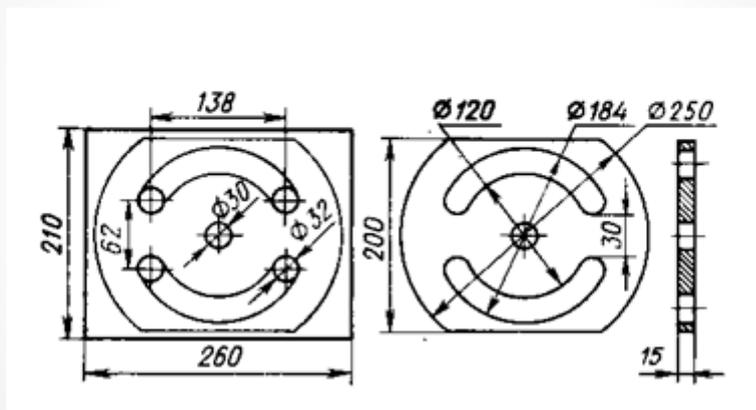
### Кадры УП

- 8 CYCL DEF 256
- RESHTECKZAPFEN
- Q218=60 ;ДЛИНА 1-ОЙ СТОРОНЫ
- Q424=74 ;РАЗМЕР ЗАГОТОВКИ 1
- Q219=40 ;ДЛИНА 2-ОЙ СТОРОНЫ
- Q425=60 ;РАЗМЕР ЗАГОТОВКИ 2
- Q220=5 ;РАДИУС УГЛА
- Q368=0.2 ;ПРИПУСК НА СТОРОНЕ
- Q224=+0 ;ПОЛОЖЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
- Q367=0 ;ПОЛОЖЕНИЕ ОСТРОВА
- Q207=500 ;ПОДАЧА ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q351=+1 ;ВИД ФРЕЗЕРОВАНИЯ
- Q201=-20 ;ГЛУБИНА
- Q202=5 ;ГЛУБИНА ПОДВОДА НА ВРЕЗАНИЕ
- Q206=150 ;ПОДАЧА ВРЕЗАНИЯ НА ГЛУБИНУ
- Q200=2 ;БЕЗОПАСНОЕ РАССТОЯНИЕ
- Q203=+0 ;КООРДИНАТНАЯ ПЛОСКОСТЬ
- Q204=50 ;2-ОЕ БЕЗОПАСНОЕ РАССТ.
- Q370=1 ;НАЛОЖЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ
- Q437=0 ;ПОЛОЖЕНИЕ ПРИ ЗАПУСКЕ 9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99

Инд. N подл.	Инд. N дубл.	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Инв. N дубл.

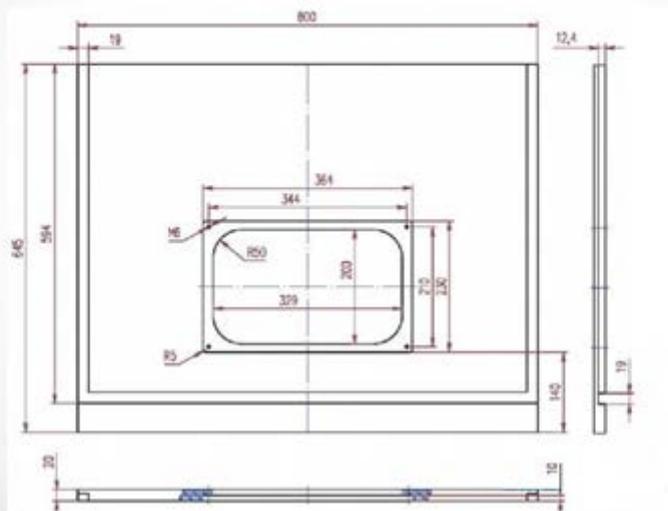
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.44.03.04.715.ПЗ	Лист 95

### Задания для закрепления навыков



• 14

### Задания для закрепления навыков



• 15

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист
96

## Опрос усвоенных знаний

- 1.Что такое фрезерование?
- 2.Какие инструменты применяются для фрезерования?
- 3.Какие циклы для фрезерной обработки предусмотрены в ЧПУ Heidenhein?
- 4.Назовите основные параметры циклов для фрезерной обработки ЧПУ Heidenhein.

•16

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП.44.03.04.715.ПЗ

Лист  
97