

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

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
 МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН»*

Дипломный проект  
 по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
 профиля подготовки Машиностроения и материалобработка  
 профилизации Технология и оборудование машиностроения

Идентификационный код ВКР: 631

Екатеринбург 2016

					ДП 44.03.04.631 .ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Сорокин А О			<i>Разработка технологического процесса механической обработки детали «Кронштейн»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Костина О В					3	
Н. Контр.		Суриков В.П.				ФГАОУ ВО РГППУ кафедра ТМС Гп 3ТО-501		
Утверд.		Бородина Н.В.						

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

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

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН»*

Пояснительная записка к дипломному проекту  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки Машиностроения и материалобработка  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 631

Исполнитель:

студент группы ЗТО- 501

А.О. Сорокин

Руководитель:

ст. преподаватель

О.В. Костина

Екатеринбург 2016

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: содержит 117 листов, 20 рисунков, 28 таблиц, 21 источник литературы, 7 листов чертежей и плакатов.

Ключевые слова: ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

В проекте разрабатывается технологический процесс по обработке детали «Кронштейн». Для разработанного технологического процесса применяется обрабатывающий центр HAAS VF-3 приобретаемый предприятием.

Рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали, подобран современный режущий инструмент и разработана управляющая программа на обработку детали.

Выполнено технико-экономическое обоснование проекта и представлены необходимые расчеты.

В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров» и представлена разработка занятия для переподготовки операторов станков с ЧПУ с 3 разряда на 4 разряд.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ .....	7
1.1. Анализ исходных данных .....	7
1.2. Анализ технических требований к детали.....	8
1.3. Анализ технологичности детали.....	10
1.3.1. Качественный анализ технологичности конструкции детали	11
1.3.2. Количественный анализ детали.....	12
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	14
2.1. Расчет по объему выпуска и определение типа производства.....	14
2.2. Выбор заготовки.....	17
2.3. Выбор технологических баз и последовательности обработки.....	19
2.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовки.....	21
2.5. Выбор оборудования.....	21
2.6. Выбор технологического оснащения.....	28
2.7. Расчет припусков на механическую обработку.....	28
2.8. Расчет точности обработки.....	33
2.9. Расчет режимов резания.....	35
2.10. Расчет технических норм времени.....	36
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ НА ОПЕРАЦИЮ...	42
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	49
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Лист задания на дипломирование.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Перечень графических материалов.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Комплект технической документации.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа.....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ Д- Конспект изложения нового материала.....	92

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – ключевая отрасль народного хозяйства, обеспечивающая техническое перевооружение всех его отраслей, оно включает в себя постоянное совершенствование и модернизирование станков, машин и других механизмов. Одним из основных направлений в машиностроении является выбор экономичных форм заготовки, которые дают наименьшие технологические отходы.

Актуальность темы проекта обусловлено тем, что в настоящее время уже изготавливают заготовки с такой степенью точности, что понятие «заготовка» детали и деталь совпадают. В качестве предпосылки перехода к непрерывно-поточному и поточному производственному процессу является мероприятие по сосредоточению технологических операций, что сокращает производственный цикл, повышает производительность труда и сокращает размеры производственных площадей. Применение обрабатывающего центра – одно из прогрессивных направлений автоматизации металлообработки на промышленных предприятиях, повышающее производительность в 3-6 раз и более, сокращающее трудовые и материальные затраты и облегчающее монотонный труд рабочих.

Принятие решения в данном проекте по выбору методов получения заготовки, варианта технологического процесса, оборудования, оснастки производится на основе технологических анализов и технико-экономических расчетов, что дает возможность предложить наиболее оптимальный вариант.

Целью дипломного проекта является разработка нового технологического процесса механической обработки детали.

Задачами ВКР являются:

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

- проанализировать исходные данные о детали
- разработать и обосновать маршрут изготовления детали

«Кронштейн»

- разработать технологические операции ТП.
- выполнить экономическое обоснование ТП.
- выполнить методическую часть

Для решения данных задач в проекте предлагается применение прогрессивного оборудования (обрабатывающий центр) в рамках среднесерийного производства.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1. Анализ исходных данных

Деталь «Кронштейн» является изделием оборонной промышленности. Кронштейн изготавливается из сплава алюминия Д16 ГОСТ 4784-97, служит для установки на него навесного оборудования и соединение других корпусов между собой.

Деталь «Кронштейн» является корпусной деталью. Она имеет отверстия для крепления, параллельные оси- «уши», для крепления деталей в узле. Также важным критерием является совпадение осей отверстий в детали, их точное расположение.

Для обеспечения работоспособности детали наружные и внутренние поверхности рассматриваемой детали должны быть выполнены с достаточной точностью по размерам, шероховатости и по их взаимному расположению. Поэтому в чертеже присутствует немало технических требований по взаимному расположению поверхностей.

Поверхности детали представляют собой совокупность правильных элементарных поверхностей: цилиндров, плоскостей, уступов, отверстий. В целом она обладает достаточной жесткостью для надежной её установки, закрепления и обработки на предназначенном для этого оборудовании.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

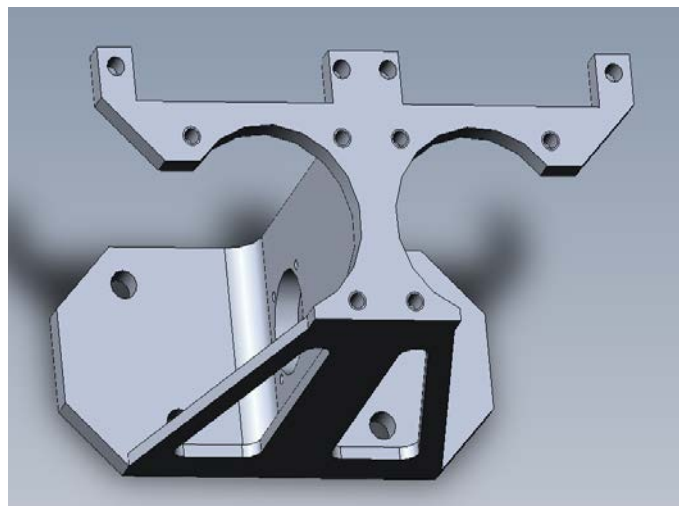


Рисунок 1 - Деталь «Кронштейн»

## 1.2. Анализ технических требований к детали

Для разработки технологического процесса имеются: рабочий чертёж детали с техническими требованиями, определяющими конструктивные формы и размеры детали, точность и качество обработки, твёрдость, материал и т.п.

Деталь «Кронштейн» изготавливается из сплава Д16.Алюминиевый литейный сплав, для изготовления фасонных отливок; сплав отличается высокой герметичностью. Приведем в таблице 1 химический состав данного сплава.

Таблица 1-Химический состав в % материала Д16ГОСТ 4784 - 97

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примесей	-
до 0.5	до 0.5	0.3 - 0.9	до 0.1	до 0.15	90.9 - 94.7	3.8 - 4.9	1.2 - 1.8	до 0.25	прочие, каждая 0.05; всего 0.15	Ti+Zr< 0.2



Таблица 2 - Механические свойства при T=20oC материала Д16

Сортамент	Размер	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
Трубы, ГОСТ 18482-79			390- 420	255- 275	10- 12			
Прутки, ГОСТ 21488-97			245	120	12			
Прутки, ГОСТ 21488-97	Ø 8 - 300		390- 410	275- 295	8-10			Закалка и старение
Прутки, высокой прочности, ГОСТ 51834-2001			450- 470	325- 345	8-10			Закалка и старение
Прутки, повышенной пластичности, ГОСТ 51834-2001			410	265	12			Закалка и старение
Лента отожжен., ГОСТ 13726-97			235		10			
Профили, ГОСТ 8617-81	10 - 150		412	284	10			Закалка и искусственное старение
Профили отожжен., ГОСТ 8617- 81			245		12			
Плита, ГОСТ 17232-99			345- 420	245- 275	3-7			Закалка и старение
Твердость Д16 после закалки и старения ,							НВ 10 <sup>-1</sup> = 105 МПа	
Твердость Д16 , Сплав отожженный							НВ 10 <sup>-1</sup> = 42 МПа	

Использование данного материала обосновывается следующими факторами:

- Алюминевый сплав Д16 достаточно распространенный;
- он имеет низкую стоимость;
- сплав обладает хорошей коррозионной стойкостью
- при соответствующей термической обработке механические свойства будут соответствовать требованиям необходимым для долгой работы
- материал хорошо обрабатывается резанием
- сравнительно легко поддается горячей деформации
- отличные химические и физико-механические свойства.

### 1.3. Анализ технологичности детали

**Технологичностью конструкции изделия** по ГОСТ 14.205 — 83 называется совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению определенных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ. Иными словами конструкция изделия является технологичной, если при проектировании обеспечено простое, качественное и экономичное изготовление, а также эксплуатация этого изделия.

Отработка конструкции на технологичность ведется на всех этапах проектирования и производства изделия. Основная часть этой работы должна быть выполнена при проектировании. Конструктору необходимо быть технологом. В то же время оценка технологичности конструкции при разработке технологического процесса обязательна, т.к. квалификация технолога в области технологии, как правило, выше, чем у конструктора. Оценка технологичности конструкции на стадии производства является проверкой эффективности проектных и технологических решений. Она позволяет устранить допущенные ошибки, уточняет детали, вскрывает резервы для дальнейшего повышения технологичности конструкции.

Изучив чертёж детали можно сформулировать следующие технологические задачи:

Обеспечить качество поверхностей :

Наружные поверхности  $\varnothing 16$   $Ra=2.5\text{мкм}$ ;

Отверстия  $\varnothing 4.5\text{мм}$  по  $Ra=3.2\text{мкм}$ ;

Остальные обработанные поверхности  $Ra=6.3\text{мкм}$ ;

Обеспечить точность размеров:

Отверстия  $\varnothing 4.5$  по 7 качеству;

Поверхности остальных отверстий по 12-му качеству;

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Торцевые поверхности по 12 качеству

Остальные поверхности и размеры по 12 качеству.

Резьбовые поверхности по 6 качеству

- Обеспечить допуск радиального биения размера не более 0.2мм

- Обеспечить позиционный допуск отверстий М4 не более 0,4мм.

Для выполнения этих требований необходимо выполнять растачивание этих поверхностей за несколько переходов (черновое, чистовое), соблюдение принципа единства баз для получения требуемой величины параллельности.

3. Требования к остальным поверхностям не являются высокими. Средние качества (IT12-14) и шероховатость поверхности позволяют получать требуемое качество поверхностей после черновой и получистовой обработки стандартным инструментом.

Из приведенного выше можно заключить, что «Кронштейн» является относительно технологичной деталью. Для ее изготовления не требуется применение специальных станков и инструмента, однако потребует изготовление специальных приспособлений для обработки и контроля полученных отклонений.

### **1.3.1. Качественный анализ технологичности конструкции детали «Кронштейн»**

Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки. При конструировании детали использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрены удобные и надежные технологические базы.

Использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрены удобные и надежные технологические базы. Обеспечена достаточная

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

жесткость детали. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки. Не технологичным является наличие внутренней резьбы М5: внутренних канавок и необходимостью обеспечения допуска соосности поверхности не более 0,02мм В целом геометрическая конфигурация детали и отдельные ее элементы – технологичны т.к. множество поверхностей не подвергается механической обработке, а образуется при получении заготовки тем самым уменьшая расход материала в стружку, возможна обработка элементов детали высоко производительными инструментами (высоко скоростное фрезерование, фрезерование на проход, сверление без дополнительной обработки, высоко скоростное растачивание) и следовательно менее затратными по времени.

### 1.3.2. Количественный анализ

Определим коэффициент точности по [2], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
11	4	44
12	1	12
14	82	1148

$$\Sigma n_i = 87; \Sigma T_i \cdot n_i = 1188$$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{1188}{87} = 13,6;$$

$$R_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,6} = 0,93$$

Определение коэффициента шероховатости по [2], а результаты занесём в таблицу 4 .

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	$n_i$	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	$n_i$	$Ш_i \cdot n_i$
2,5	8	20	10	7	70
5	3	15	20	4	80

$$\Sigma n_i = 22; \Sigma Ш_i \cdot n_i = 825$$

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{825}{22} = 37,5$$

$$Ru = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{37,5} = 0,97$$

Коэффициент использования материала

$$K_m = \frac{m_q}{m_3} = \frac{4,5}{6,2} = 0,725$$

Таким образом судя по коэффициенту точности  $Rmч=0,93$ , коэффициенту шероховатости  $Ru=0,97$ , по коэффициенту использования материала  $K_m=0,75$ , деталь является технологична по всем показателям

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Расчеты по объёму выпуска и определение типа производства

В дипломном проекте принимаем пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями при двухсменной работе длительностью 41 час.

Годовой фонд времени работы оборудования определяется исходя из следующих данных:

- а) календарных дней в году - 365;
- б) продолжительность рабочего дня -  $41/5=8.2$  часа;
- в) рабочих дней в году -  $365-(52*2)-8=253$  дня;

Действительный годовой фонд времени работы оборудования:

Металлорежущих станков	4015 ч.
Рабочих мест без оборудования	4075 ч.
Действительный годовой фонд времени рабочего	$R_{др}=1860$ ч.
Продолжительность отпуска	15 дней.

Программа выпуска в год  $N = 2000$  шт.

Одной из важных характеристик машиностроительного производства является серийность производства. Серийность определяет большинство производственных факторов: использование того или иного вида станков, применение либо специальной, либо универсальной оснастки, также влияет, на выбор инструмента, на режимы обработки. Согласно ГОСТ 14.004 — 83 существует 4 вида машиностроительного производства: массовое, крупносерийное, среднесерийное, мелкосерийное или единичное. Серийность производства определяется расчетом показателем, который называется коэффициентом закрепления операций ( $K_{з.о.}$ ) и определяется как отношение числа всех технологических операций, выполняемых в течении месяца на данном производстве к числу рабочих мест.

Тип производства по ГОСТ 3.1121-84 характеризуется коэффициентом закрепления операций ( $K_{з.о.}$ ):

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

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

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

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

Таблица 6 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10- 500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Принимаем среднесерийный тип производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о.}$  определяемого по формуле [2]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (1)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций;

$\sum P$  - суммарное число рабочих мест.

Определим годовую программу выпуска по [2], при

массе детали  $m_d=4.5$  кг и для серийного производства примем:

$N=2000$  шт.

Располагая данными о штучном времени определим количество станков [2, с. 20]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot F_d \eta_{з.н}}, \quad (2)$$

где  $F_d=4029$  - действительный годовой фонд времени;

$\eta_{з.н.} = 0,75$ - нормативный коэффициент загрузки;

$T_{шт(шт-к)}$  – штучное или штучно-калькуляционное время, мин [20].

Установим число рабочих мест  $P$  округляя в большую сторону  $m_p$ .

Фактический коэффициент загрузки,  $\eta_{з.ф.}$  по формуле [2]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (3)$$

Определим количество операций по формуле [2]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (4)$$

Рассчитаем  $K_{зо}$  для операции 005 - Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$m_p = 2000 \cdot 11,5 / (60 \cdot 4029 \cdot 0,75) = 0,12$ ; примем  $P=1,0$ ;

$\eta_{з.ф.} = 0,12/1,0 = 0,12$ ;  $O = 0,75/0,12 = 6,25$  примем  $O=7$ .

Рассчитаем  $K_{зо}$  для операции 010 - Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$m_p = 2000 \cdot 12,5 / (60 \cdot 4029 \cdot 0,75) = 0,13$ ; примем  $P=1,0$ ;

$\eta_{з.ф.} = 0,13/1,0 = 0,13$ ;  $O = 0,75/0,13 = 5,7$  примем  $O=6$ .

Рассчитаем  $K_{зо}$  для операции 015 - Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$m_p = 2000 \cdot 10,6 / (60 \cdot 4029 \cdot 0,75) = 0,11$ ; примем  $P=1,0$ ;

$\eta_{з.ф.} = 0,11/1,0 = 0,11$ ;  $O = 0,75/0,11 = 6,8$  примем  $O=7$ .



Таблица 7- Результаты расчета коэффициента закрепления операций

Номер и наименование операции	Модель станка	Тшт-к, мин.	mp	P	$\eta_z$	Op
005- Комплексная на ОЦ с ЧПУ	HAAS VF 3	11.5	0,12	7	0,12	7
005- Комплексная на ОЦ с ЧПУ	HAAS VF 3	12.1	0.13	6	0.13	6
010-Комплексная на ОЦ с ЧПУ	HAAS VF 3	10.6	0.11	7	0.11	7
015-Комплексная на ОЦ с ЧПУ	HAAS VF 3	20	0.1	6	0.1	6

Тогда:

$K_{з.о.} = 28/4 = 7$ , что соответствует крупносерийному типу производств.

Крупносерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшается. В серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированны. Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

## 2.2. Выбор заготовки

Существует несколько способов получения заготовок, различающихся своими методами и автоматизацией, следует выбрать наиболее подходящий для данной детали метод. На производстве заготовки получают тремя способами:

1) Литьем

2) ОМД

3) Сваркой

- Литье подходит для деталей, имеющих изначально довольно сложную форму.
- ОМД получают заготовки, имеющие простую форму.
- Сваркой изготавливают корпусные детали в единичном производстве.

Основываясь на вышесказанном, примем метод производства заготовок для данной детали – литье.

Существует много способов литья. Для данного частного случая подходит литье под давлением.

Для выбранного вида литья определим степень точности отливки. Исходные данные: масса детали – 0.06 кг; материал – Д16, габариты детали – 92x43x65мм.

Согласно ГОСТ 26645-85, параметры точности отливки будут следующие:

- Класс размерной точности отливки – 10;
- Класс точности массы отливки – 0;
- Степень точности поверхности отливки – 0;
- Степень коробления – 10;

Допуск смещения по плоскости разъема не более 3,2 мм.

Условное обозначение точности отливки:

10-0-0-10 ГОСТ 26645-85

Для оценки эффективности литья применяют коэффициент использования материала. Так как в данном случае большинство поверхностей не образуют литейных напусков, то масса литья не сильно отличается от массы детали, «лишними» являются только литник,

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

некоторые несущественные напуски, и объем припусков.

$$K_{им} = \frac{M_{дет}}{M_{заг}}, \quad (5)$$

где  $M_{дет}$  – масса готовой детали, кг

$M_{заг}$  – масса готовой детали, кг

$$K_{им} = 0.06 / 0.075 = 0.8$$

Чем ближе коэффициент  $K_{им}$  к единице, тем лучше ввиду экономии используемого материала.

### 2.3. Выбор технологических баз и маршрута обработки

Принципы выбора черновых баз:

1. Для надёжного базирования и закрепления черновая база должна иметь ровную поверхность, достаточные размеры и низкую шероховатость без следов литниковых систем, разъемов штампов.

2. У корпусных деталей первой обрабатывается поверхность, которая затем будет являться установочной базой.

3. В качестве черновых баз следует выбирать поверхности, которые затем остаются необработанными. Это обеспечивает точность взаимного положения обработанных и необработанных поверхностей.

Принципы выбора чистовых баз:

Принцип совмещения баз: в качестве технологических баз следует выбирать поверхности, которые совпадают с измерительными и конструкторскими базами.

1. Принцип постоянства баз: число комплектов баз при обработке должно быть минимальным, несколько операции должны выполняться с одного комплекта баз.

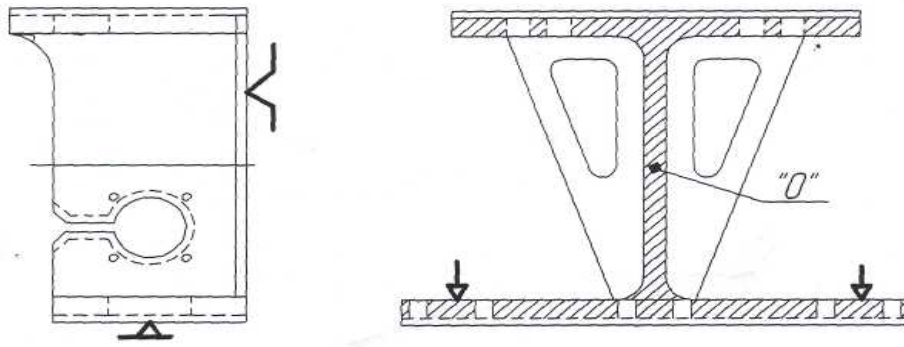


Рисунок 2 - Схема базирования на 005 операции

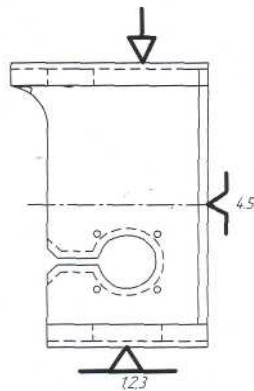


Рисунок 3 - Схема базирования на 010 операции

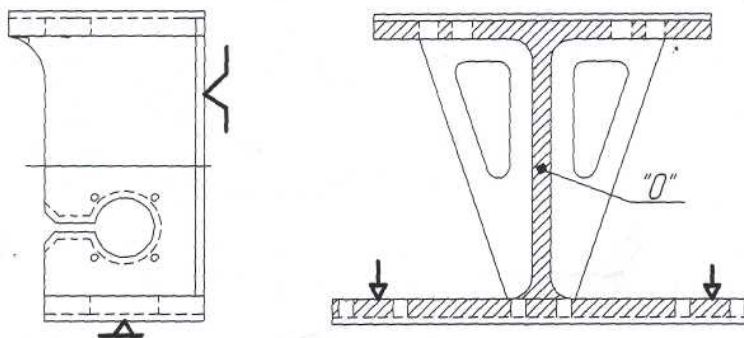


Рисунок 4 - Схема базирования на 015 операции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 2.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовок

Концентрация обработки, использование повышенных режимов резания ведет не только к «удорожанию» проекта, а позволяет сэкономить на площадях, ускорить амортизацию вложенных ресурсов, уменьшить затраты на количество рабочих, сократить технологическую подготовку производства.

Таким образом, в этом проекте предусмотрена широкая концентрация обработки, и в связи с этим разработан следующий укрупненный маршрут

## 2.5. Выбор оборудования

Выбор оборудования для операций 005,010,015Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Правильный выбор для каждой операции и модели оборудования предполагает выполнение следующих условий: габариты и основные размеры станка должны соответствовать габаритным размерам детали; выбранная модель оборудования должна обеспечивать заданные требования по точности и качеству поверхности; мощность, жесткость и кинематические возможности станка должны позволять вести обработку на оптимальных режимах резания; производительность станка должна соответствовать программе выпуска.

Основным принципом выбора станка является экономичность процесса обработки. Необходимо применять ту модель станка, которая обеспечивает наименьшую трудоемкость и себестоимость обработки. Для выбора оборудования необходимо пользоваться паспортами станков, каталогами или номенклатурными справочниками.

Для изготовления детали «Кронштейн» выбираем следующее оборудование: вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ HAAS VF 3. Так как он отвечает всем технологическим требованиям.

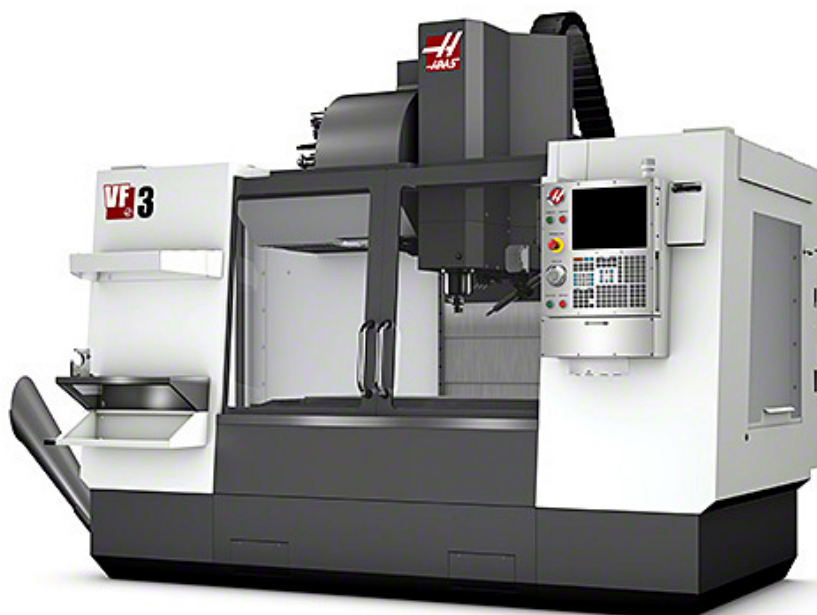


Рисунок 4 - Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ  
HAAS VF-3

HAAS VF-3 вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ – станок выполняет следующие технологические операции:

- Фрезерование;
- Сверление;
- Нарезание резьбы;
- Растачивание;
- Гравирование.

**Особенности конструкции:**

- Полностью литая чугунная станина;
- Полностью закрытое герметичное защитное ограждение;
- Серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента;
- Стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих;

ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой;  
Система автоматической смазки направляющих и ШВП;  
Система компенсации тепловых расширений ШВП;  
Откатная конструкция бака для СОЖ.

Обработка проводится высокопроизводительным инструментом на основе 3-х мерных математических моделей создаваемых высококвалифицированными технологами-программистами, чем достигается высокое качество обработки поверхности и геометрическая точность.

Обрабатываются детали из цветных и черных металлов и их сплавов, а также сталей закаленных до 42 HRC. Особенно эффективно использование станка при изготовлении деталей штампов и пресс-форм имеющих сложные криволинейные поверхности.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА С ЧПУ VF-3

### ПАРАМЕТРЫ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Размеры рабочей поверхности стола с Т-обр. пазами, мм длина 1219  
ширина 457

Количество Т-образных пазов 5

Ширина Т-образных пазов, мм 16

Расстояние между соседними Т-образными пазами, мм 80

Максимально допустимая нагрузка на стол (равномерно  
распределенная), кг 1588

Ширина открывания рабочей двери, мм 1232

### ПАРАМЕТРЫ ШПИНДЕЛЯ

Исполнение конуса шпинделя ISO40

Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин 8100

Максимальный крутящий момент (при n=2000 об/мин), Нм 122

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Максимальная мощность на шпинделе, кВт 22,4

Способ передачи крутящего момента прямой привод

Смазка подшипников шпинделя воздушно-масляная

Охлаждение шпинделя водяное

#### ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Величина рабочих перемещений по осям, мм по оси X 1016 по оси Y 508 по оси Z 635

Расстояние от зеркала стола до торца шпинделя, мм в крайнем нижнем положении шпиндельной группы 102 в крайнем верхнем положении шпиндельной группы 737

Максимальная величина рабочих подач, м/мин 16,5

Максимальная скорость холостых перемещений рабочих органов, м/мин 25,4

Максимальные допустимые усилия по осям, кН по оси X 11,34 по оси Y 11,34 по оси Z 18,68

#### ПАРАМЕТРЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАГАЗИНА

Исполнение инструментального магазина Карусельного типа

Тип устанавливаемых оправок СТ40

Количество инструментальных позиций в магазине 20

Максимальный диаметр устанавливаемого инструмента, мм 89

Максимальный вес устанавливаемого инструмента, кг 5,4

Время смены инструмента, сек от инструмента к инструменту 4,2 от стружки к стружке 4,5

#### ПАРАМЕТРЫ ТОЧНОСТИ

Точность позиционирования суппорта, мм  $\pm 0,0050$

Повторяемость позиционирования суппорта, мм  $\pm 0,0025$

#### ПАРАМЕТРЫ УСТРОЙСТВА ЧПУ

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26



Тип устройства Haas-Fanuc

Количество управляемых осей 3

Тип монитора для отображения информации LCD 15"

Скорость обработки программ, блоков/сек до 1000

Тип интерфейса (скорость передачи данных, Бод) RS232 (115200)

Тип интерфейса для подключения съемных носителей памяти USB

Объем памяти для хранения программ, кБ 1024

Минимальная дискретность задаваемых значений, мм 0,001

#### ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧПУ

- ISO программирование в G-кодах;
- графическая 2D визуализация;
- 17 встроенных стандартных циклов обработки;
- текстовый редактор управляющих программ;
- круговой многофункциональный JOG-маховичок;
- калькулятор для расчета режимов резания и геометрии;
- мониторинг режущего инструмента по нагрузке и стойкости;
- функция компенсации инструмента с возможностью учета износа;
- возможность продолжения программы с любого кадра;
- автодиагностика станка;
- 5 дополнительных M-функций для вспомогательного оборудования.

#### ПАРАМЕТРЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ И УСТАНОВКИ

Электропитание 3 ф. 400В, 50 Гц

Потребляемая электрическая мощность, кВА 28

Требования к сжатому воздуху рабочее давление в сети, бар 6.

Габаритные размеры станка, мм длина 3785 ширина 3150 высота 3023

Масса ориентировочная, кг 5670

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ

- Полностью литая чугунная станина;
- полностью закрытое герметичное защитное ограждение;
- серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента;
- стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих;
- ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой;
- система автоматической смазки направляющих и ШВП;
- система компенсации тепловых расширений ШВП;
- откатная конструкция бака для СОЖ.

## БАЗОВАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ

- Система СОЖ с баком на 208 л;
- присоединительные части к пневмосистеме: (фильтр, редуктор);
- ручной пневмопистолет для удаления стружки с детали и станка;
- автоматическая централизованная система смазки;
- станочное освещение;
- лампа индикации состояния станка;
- электромеханический замок дверей ограждения рабочей зоны;
- функция автоматического отключения станка;
- комплект регулировочных опор.

MT Рабочий стол метрического исполнения;

USB USB порт;

RTAP Цикл прямого резьбонарезания;

EXPACK Экспортная упаковка;

INTRN Внутренний автотрансформатор (354-480В);

CE Соответствие нормам безопасности CE;

KEY Кнопочный выключатель для блокировки памяти для пульта управления.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Приведенные выше особенности наглядно показывают, что станки с ЧПУ – это техника, которой принадлежит будущее.

На основании опыта многолетней работы станков с ЧПУ сделаны следующие выводы о их преимуществе по сравнению с обычными станками:

-экономия на трудозатратах (сокращение количества рабочих) достигает 25 – 80%;

-один станок с ЧПУ заменяет от 3-х до 8-ми обычных станков, чем обеспечивается сокращение оборудования, рабочей силы и производственных площадей;

-использование любых новых конструкций обычного оборудования увеличивает производительность труда в среднем на 3 – 5% в год, использование станков с ЧПУ сразу подымает эту цифру до 50%;

-доля машинного времени в штучном времени возрастает с 15 – 35% до 50 – 80%, что повышает коэффициент использования фонда рабочего времени;

-сроки подготовки производства сокращаются на 50 – 70%;

-экономия на стоимости проектирования и изготовления оснастки составляет от 30 до 80%;

-точность изготовления деталей в некоторых случаях возрастает в 2 – 3 раза, количество и стоимость доводочных операций уменьшается в 4 – 8 раз. Обработка проводится высокопроизводительным инструментом на основе 3-х мерных математических моделей создаваемых высококвалифицированными технологами-программистами, чем достигается высокое качество обработки поверхности и геометрическая точность.

Приведенные выше особенности наглядно показывают, что станки с ЧПУ – это техника, которой принадлежит будущее.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

## 2.6. Выбор средств технологического оснащения

### 005-Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Режущий инструмент:

Фреза торцевая пластина CNMM 1204 12-PRGC4025(Сплав)

Сверло R84/1-0685-4-1A1

Фреза CNN-4-0685

Патрон A1B05-40 27 035 (SANDVIKCoromant);

### 010- Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Сверло R84/1-0685-1,6-A1A

Метчик M2 ГОСТ 4556-90

Фреза CNN-4-0685

### 015-Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Режущий инструмент:

Сверло CoroDrillDelta-C2.5C1.

Сверло R84/1-0685-3,3-A1A

Метчик 2621-2609 ГОСТ 3266-81. Одинарный M3-7H.

Метчик 2621-2609 ГОСТ 3266-81. Одинарный M4-7H.

Фреза CNN-10-0685

## 2.7. Расчет припусков на механическую обработку

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Припуски на механическую обработку определяются расчётно-аналитическим методом [3]. Применение этого метода сокращает отход металла в стружку по сравнению с табличным методом, так как ведётся непосредственно под данный ТП, создаёт единую систему определения припусков на обработку и размеров детали по технологическим переходам и заготовок, однако его трудоёмкость выше по сравнению с табличным методом.

Рассмотрим подробно расчёт припусков.

В качестве примера возьмем 005 операцию, переход – «фрезеровать подошву».

Величина наименьшего припуска рассчитывается по формуле:

$$z_{i\min} = (R_z + h)_{i-1}, \quad (6)$$

где  $(R_z + h)_{i-1}$  — высота микронеровностей профиля и глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе,

Максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{i\max} = z_{i\min} + TD_{i-1} + TD_i, \quad (7)$$

где  $TD_{i-1}$  и  $TD_i$  — допуски размеров соответственно на предшествующем и выполняемом переходе.

величины  $Rz_{i-1}$  и  $h_{i-1}$  берутся из [11, табл. 4, с. 8],

$$Rz = 40 \text{ мкм}, h = 360 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min} = 40 + 360 = 400 \text{ мкм}$$

Величины допусков берутся из таблиц [15]:

$$TL_0 = 2100 \text{ мкм}; TL_1 = 520 \text{ мкм}.$$

$$Z_{\max} = 400 + 2100 + 520 = 3020 \text{ мкм} = 3,02 \text{ мм}$$

Как видно из примера – назначение припуска расчетно–аналитическим методом излишне трудоемко. Т.о., назначим на остальные поверхности припуски табличным методом, пользуясь при этом ГОСТ 26645-85.

Требуется назначение 5 - ти припусков на обработку:

- 1) 65 ( $\pm 1,1$ ) – на две стороны;
- 2) 92(-1) – на сторону;
- 3)  $\varnothing 16H8$ ;
- 4)  $\varnothing 4.5H7$ ;
- 5) 4 ( $\pm 0,5$ ).

Диапазон ряда припусков на обработку устанавливаются по табл. 9,[11]. Для 15–й степени точности поверхности отливки из дюралюминия принимаем 7 - й ряд припусков.

- 1) Размер 65 ( $\pm 1,1$ )

Допуск размера – 2 мм;

Допуск формы и расположения – не заданы;

Шероховатость поверхности  $Ra10$  мкм.

Допуск формы и расположения торцевой поверхности детали не указан, принимаем его в пределах допуска на размер – 2,2 мм. Допуск формы и расположения торцевых поверхностей отливки не указан. Принимаем его равным 25% допуска на размер – 0,55 мм. Отношение допуска на размер детали (2,2 мм) к допуску на размер отливки (7 мм) составляет 0,3, что требует по табл.11, [11] одного этапа обработки: чернового. Общий допуск размера, формы и расположения обрабатываемых поверхностей определяем в соответствии с по табл.13, [11].

При допуске размера 2,2 мм и допуске формы и расположения обрабатываемой поверхности 2,2 мм общий допуск обрабатываемого элемента составляет 2,4 мм. По таблице 15 оцениваем уровень точности

применяемого оборудования, как пониженный и понижаем интервал общего допуска на одну строку (по табл.14, [11]). Для интервала св. 2,8 до 3,2 мм определяем общий припуск на сторону 2,9 мм: на черновую обработку – 2,9 мм.

## 2) Размер 92(-1)

Допуск размера – 1 мм;

Допуск формы и расположения – не заданы;

Шероховатость поверхности *Ra*10 мкм.

Допуск формы и расположения торцевой поверхности детали не указан, принимаем его в пределах допуска на размер – 1 мм. Допуск формы и расположения торцевых поверхностей отливки не указан. Принимаем его равным 25% допуска на размер – 0,25 мм. Отношение допуска на размер детали (1 мм) к допуску на размер отливки (6,4 мм) составляет 0,3, что требует по табл.11, [11] одного этапа обработки: черного.

Общий допуск размера, формы и расположения обрабатываемых поверхностей определяем в соответствии с по табл.13, [11]. При допуске размера 1 мм и допуске формы и расположения обрабатываемой поверхности 1 мм общий допуск обрабатываемого элемента составляет 2 мм. По таблице 15 оцениваем уровень точности применяемого оборудования, как пониженный и понижаем интервал общего допуска на одну строку (по табл.14, [11]). Для интервала св. 2,0 до 2,4 мм определяем общий припуск на сторону 2,6 мм: на черновую обработку – 2,6 мм.

## 3) Размер 4 ( $\pm 0,5$ )

Допуск размера – 1 мм;

Допуск формы и расположения – не заданы;

Шероховатость поверхности *Ra*10 мкм.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Допуск формы и расположения торцевой поверхности детали не указан, принимаем его в пределах допуска на размер – 2 мм. Допуск формы и расположения торцевых поверхностей отливки не указан.

Принимаем его равным 25% допуска на размер – 0,25 мм. Отношение допуска на размер детали (1 мм) к допуску на размер отливки (3,2 мм) составляет 0,3, что требует по табл.11, [11] одного этапа обработки: чернового. Общий допуск размера, формы и расположения обрабатываемых поверхностей определяем в соответствии с по табл.13, [11].

При допуске размера 1 мм и допуске формы и расположения обрабатываемой поверхности 1 мм общий допуск обрабатываемого элемента составляет 1,2 мм. По таблице 15 оцениваем уровень точности применяемого оборудования, как пониженный и понижаем интервал общего допуска на одну строку (по табл.14, [11]). Для интервала св. 1,4 до 1,6 мм определяем общий припуск на сторону 1,9 мм: на черновую обработку – 1,9 мм.

4) Размер – Ø16H8;

Точность формы – в пределах допуска на размер;

Точность расположения – 1,4 мм;

Шероховатость –  $Ra = 2,5$  мкм.

Точность диаметрального размера отливки 6,4 мм. Степень точности поверхности -15 - я. Точность расположения оси отливки – 3,2 мм.

Отношение допуска на размер детали (0,03) к допуску на размер заготовки (6,4 мм) равно 0,01. в соответствии с таблицей 11 в технологии необходимо использовать все четыре предусмотренных ГОСТом этапа механической обработки: черновую, получистовую, чистовую и тонкую. По табл.12 отношение допуска формы и расположения обработанной поверхности детали (0,03 мм) к соответствующему допуску отливки (6,4



мм) составляет величину 0,01. В соответствии с данными табл.12 в технологическом процессе следует принять два этапа обработки: черновую и чистовую.

Обработку отверстия предполагается проводить на станках повышенной точности, оснащенных устройством ЧПУ, поэтому уровень точности применяемого оборудования принимаем повышенный (табл.15) и повышаем интервал общего допуска для определения припуска на одну строку в табл.14.

Механическую обработку отверстия предполагается проводить от технологической базы – плоскости основания, допуск размера от которой до оси обрабатываемого отверстия равен 1,4 мм. Допуск формы отверстия ограничен допуском размера (0,03 мм). В соответствии с табл.13 общий допуск на обрабатываемое отверстие составляет - 2 мм.

По таблице 14 для интервала св. 1,6 до 1,8 мм определяем общий припуск на сторону 5 мм: черновой - 2 мм, на чистовую обработку – 3 мм.

## 2.8. Расчет точности обработки

Самой точной является операция фрезерная с ЧПУ на которой отверстие  $\varnothing 16H8$  растачивается.

Погрешность возникающая в результате упругих деформаций:

$$\Delta Y = W \cdot (\rho_{y \max} - \rho_{y \min}), \quad (8)$$

где W- податливость системы.

W= 8 мкм [1].

Силу резания определим по формуле [17]:

$$\rho_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (9)$$

где  $t$  - глубина резания;  $t=0,12$  мм;

$S_o$  - подача оборотная. Примем  $S_o=0,05$  мм/об [17];

$V$  - скорость резания, примем  $V=135$ м/с [17];

$K_p$  – поправочный коэффициент, примем  $K_p = 1,05$  [17].

Определим коэффициент  $C_p$  и показатели степеней по [17]:

$C_p=40$ ;  $X=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=0$ .

Глубина резания колеблется, т.к задана точность по седьмому качеству, то найдем отклонение на глубину резания  $T_d= 0,035$ мм, т.е.  $t_{min}= 0,12$ мм,  $t_{max}=0,155$ мм.

Тогда:

$$\rho_{y_{min}} = 40 * 10 * 0,12^1 * 0,05^{0,75} * 135^0 * 1,05 = 5,33H$$

$$\rho_{y_{max}} = 40 * 10 * 0,155^1 * 0,05^{0,75} * 135^0 * 1,05 = 6,88H$$

Тогда:

$$\Delta y = 8 \cdot (6,88 - 5,33) = 12,4 \text{ мкм} = 0,0124 \text{ мм}$$

Погрешность настройки станка на размер определять не надо, в станке находится настроечный элемент.

Погрешность обработки, вызываемая размерным износом резца, определять не надо так на станке имеется корректор инструмента.

Погрешность формы, вызываемую геометрическими неточностями станка [1]:

$$\Delta_{ст}=1 \text{ мкм}=0,001 \text{ мм.}$$

Погрешность, вызываемую тепловыми деформациями, отсутствует так как конструкция станка стабильная.

Определим суммарную погрешность [20]:

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$\Delta\Sigma = 2 \cdot \sqrt{\Delta y^2 + (1,73 \cdot \Delta ct)^2}$$

$$\Delta\Sigma = 2 \cdot \sqrt{0,0124^2 + (1,73 \cdot 0,001)^2} = 0,025 \text{ мм} \quad \Delta\Sigma = 0,025 \text{ мм}$$

Определим допустимую погрешность  $\delta$  в зависимости от качества [1]. Качество седьмой, размер 100 мм, тогда  $\delta = 0,035 \text{ мм}$

$\Delta\Sigma = 0,025 \text{ мм} < \delta = 0,035 \text{ мм}$  погрешность попадает в поле допуска размера.

## 2.9. Выбор режимов резания

Произведем выбор режимов резания по справочникам.

Таблица 12 - Элементы режимов резания по операциям

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005 Комплексная				
Переход 1				
Обработка торца А	2	0.58	4000	275
Переход 2				
Обработка торца Б	2	0,58	4000	275
Операция 005 Комплексная				
Переход 1				
Сверлить отв. 4мм	2	0.6	2000	300
Переход 2				
Расточить 4 отв. 4,5Н7	0.25	0.3	3000	150
Операция 010 Комплексная				
Переход 1				
Сверлить 4 отв. Сверло 1.6	0,8	0,1	1500	50
Нарезать резьбу М2	0,2	0,4	100	40
Операция 015 Комплексная				
Переход 1				
Сверлить 6 отв 2,5 мм	1,25	0.25	3000	250
Нарезать резьбу М3 6 отв.	0,25	0,5	100	50
Сверлить 4 отв. 3,3мм	1.65	0,1	3000	300
Нарезать резьбу М4 4 отв.	0,35	0,7	100	70
Оформить два отверстия R15	2	0.3	4000	300

## 2.10. Расчет технических норм времени

**Нормой времени** по ГОСТ 3.1109-82 называется регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

### Структура нормы времени на механическую обработку

Штучное время определяется по формуле

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_{лп} + t_n, \quad (10)$$

где  $t_o$  - основное время;

$t_v$  - вспомогательное время;

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

$t_{лп}$  - время на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых;

$t_n$  - время на перерывы в работе в соответствии с технологией и организацией производственного процесса.

**Основное время** - это часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и (или) последующее определение состояния предмета труда. Иными словами - это время на механическую обработку, сборку или контроль изделия. Основное время может быть машинным, машинно-ручным и ручным.

При работе на металлорежущих станках основное машинное время для каждого технологического перехода определяют по формуле

$$t_o = l \times i / s, \quad (11)$$

где  $l$  - расчетная длина обрабатываемой поверхности или обработки в направлении подачи;  $i$  - число рабочих ходов;  $s$  - минутная подача.

**Вспомогательное время** - это часть штучного времени затрачиваемая на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предметов труда. Вспомогательное время включения, время на управление станком, время на установку, закрепление и снятие детали, инструмента и приспособления

**во время работы**, время на измерения детали. Эти действия повторяются с каждой обрабатываемой деталью или после обработки определенного количества деталей. Вспомогательное время может быть также машинным, машинно-ручным и ручным. Если действия, на которые затрачивается вспомогательное время, выполняются во время обработки заготовки, то вспомогательное время перекрывается основным и называется **перекрываемым вспомогательным временем**.

Вспомогательное время может составлять до 35% штучного времени. Часть штучного времени, равная сумме основного и вспомогательного времени называется **оперативным временем**, т.е.

$$t_{оп} = t_0 + t_{в}, \quad (12)$$

**Время обслуживания рабочего места** - это часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии, уход за ними и рабочим местом. Время обслуживания рабочего места подразделяется на **техническое и организационное** время.

Время на организационное обслуживание рабочего места определяется в процентах от оперативного времени и составляет в среднем 2-4% в зависимости от типа и размера станка. В отдельных случаях, например, для бесцентрово-шлифовальных станков это время увеличивается до 13%. **Время на личные потребности** - это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых. Для механических цехов это время определяется в процентах от оперативного времени и достигает 2,5%.

**Время на перерывы в работе** в соответствии с технологией и организацией производственного процесса устанавливается отдельно, в соответствии с каждым конкретным случаем. Необходимо заметить, что время на обеденный перерыв в норму времени не входит.

При изготовлении деталей партиями к штучному времени добавляется подготовительно-заключительное время, которое по ГОСТ 3.1109-82 определяется как интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя или исполнителей и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для партии предметов труда.

Подготовительно-заключительное время определяется для всей партии деталей и не зависит от размера партии. Сумма штучного времени и доли подготовительно-заключительного времени для одной детали образуют штучно-калькуляционное время, т.е.

$$t_{шк} = t_{ш} + t_{пз}/n,$$

где  $t_{пз}$  - подготовительно-заключительное время;

$n$  — размер партии деталей.

Время обработки партии деталей называется калькуляционным и определяется по формуле

$$t_{к} = t_{ш} \times n + t_{пз}, \quad (13)$$

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

005 Комплексная ОЦ с ЧПУ

$t_{оп} = 2,4$  мин.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$t_{ш}=5,2$  мин.

$t_{пз}=3$  мин.

$t_{шт-к}=13.5$  мин.

0010Комплексная ОЦ с ЧПУ

$t_{оп}=0,42$ мин.

$t_{ш}=7,26$  мин.

$t_{пз}=3$  мин.

$t_{шт-к}=12.3$  мин.

010Комплексная ОЦ с ЧПУ

$t_{оп}=7.8$ мин.

$t_{ш}=8.9$  мин.

$t_{пз}=4$  мин.

$t_{шт-к}=9.6$  мин.

015 Комплексная ОЦ с ЧПУ

$t_{оп}=2$ мин.

$t_{ш}=3.1$ мин.

$t_{пз}=30$  мин.

$t_{шт-к}=13.4$  мин

Таблица 13- Нормирование технологического процесса

№ оп.	Наименование операции	Значение
1	2	3
005	Комплексная с ЧПУ	
	1. Основное время	2,4
	2. Вспомогательное время:	
	Время, связанное операцией	
	- время на установку и снятия детали	7,5
	- время, связанное с операцией	0,84
	- время на измерения	6,05

Продолжение таблицы 13

1	2	3
05	- машинно-вспомогательное время по программе смена инструмента, подвод детали, время технологических пауз, изменение режимов.	3,0
	Коэффициент вспомогательного времени	0,87
	Суммарное вспомогательное время	2,1
	3. Время технического, организационного обслуживания рабочего места и на отдых и личные надобности	5
	4. Подготовительно-заключительное время	8
	- организационная подготовка	6
	- установить приспособление и снять	0,3
010	-переместить стол в позицию удобную для наладки	4,6
	-установить инструментальные блоки	1
	1. Основное время	0,42
	2. Вспомогательное время: Время, связанное операцией	
	- время на установку и снятия детали	1,2
	- время, связанное с операцией	0,84
	- время на измерения	0,65
	- машинно-вспомогательное время по программе	2,1
	- смена инструмента, подвод детали, время технологических пауз, изменение режимов	0,4
	Коэффициент вспомогательного времени	0,87
	Суммарное вспомогательное время	2,1
	3.Время технического, организационного обслуживания рабочего места и на отдых и личные надобности	8%
	4.Подготовительно-заключительное время	8
	- организационная подготовка	6
	- установить приспособление и снять	0,3
	-переместить стол в позицию удобную для наладки	5
	-установить инструментальные блоки	2,1
	-установить программноситель в считывающее устройство и снять	1
	-установить исходные координаты	1,35
	-произвести пробную обработку	1,2
	Время цикла автоматической работы станка по программе	11
Штучное время	11,6	
Штучно-калькуляционное время	12,3	
015	Комплексная с ЧПУ	
	1. Основное время	7,8
	2. Вспомогательное время: Время, связанное операцией	
	- время на установку и снятия детали	2,1
	- время, связанное с операцией	0,84
	- время на измерения	1,4
	- машинно-вспомогательное время по программе	3,0



Окончание таблицы 13

1	2	3
	- смена инструмента, подвод детали, время технологических пауз, изменение режимов	0,4
	Коэффициент вспомогательного времени	0,87
	Суммарное вспомогательное время	2,1
	3.Время технического, организационного обслуживания рабочего места и на отдых и личные надобности	5
	4.Подготовительно-заключительное время	8
	- организационная подготовка	6
	- установить приспособление и снять	0,3
	-переместить стол в позицию удобную для наладки	0,6
	-установить инструментальные блоки	1
	-установить программоноситель в считывающее устройство и снять	0,7
	-установить исходные координаты	1,2
	-произвести пробную обработку	2,0
	Время цикла автоматической работы станка по программе	9,1
	Штучное время	9,6
	Штучно-калькуляционное время	

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

#### 3.1. Особенности программирования цикловой обработки

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

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

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

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

В настоящей дипломной работе используется четырехкоординатный фрезерный обрабатывающий центр HaasVF-3 (1400x600мм, 5 осей), оснащенный системой ЧПУ FANUC 0 iMate - MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 0 iMate– MB:

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

- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы

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

- программируемое смещение нулевой точки

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

- обработка по направлению X- в режиме работы MANUAL GUIDE

- копирование и переименование программ ISO

- индикация времени обработки и количества деталей

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

- пересчет размеров дюймы/метрические величины

- 125 программ ISO

- 32 корректоров инструмента

- нарезание наружной резьбы с переменным шагом

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

- нарезание наружной цилиндрической резьбы

- язык программирования макро В (для программирования циклов пользователем)

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

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

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

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

### 3.2. Разработка управляющей программы

Таблица 15 - Расшифровка фрагмента управляющей программы

Фрезерование торца	
T1 D1	Выбор инструмента T1, корректор № 1
M6	M6 - Смена инструмента
G17 G54 G90	G17 – выбор плоскости программирования XY (фрезерные работы) G90 - Программирование в абсолютных размерах, G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Z0 – нулевая точка)
G94 G0 X-175 Y80Z0	G94 – активизация подачи в мм/мин G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X-175 – координата заданной точки по оси X Y80 - координата заданной точки по оси Y Z0 - координата заданной точки по оси Z
G97 S1000 M3 M8	G97 – Постоянное число оборотов, S1000 - Число оборотов – 1000 об/мин, M3 - Вращение шпинделя по часовой стрелке (инструмент сверху, смотреть со стороны шпинделя) M8 – включение СОЖ
G1 X175 F70	G1 – рабочий ход с рабочей подачей X175 - конечная координата по оси X F70- величина подачи 70 мм/мин
G0 Y0	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Y0 - координата заданной точки по оси Y
G1 X-175 F70	G1 – рабочий ход с рабочей подачей X-175 - конечная координата по оси X F70- величина подачи 70 мм/мин
G0 Y-80	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Y-80 - координата заданной точки по оси Y
G1 X175 F70	G1 – рабочий ход с рабочей подачей X175 - конечная координата по оси X F70- величина подачи 70 мм/мин
G0 Z2 M9	G0 - быстрый отвод Z2 – координата быстрого отвода по оси Z M9 – выключение СОЖ







## 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Описание предмета экономического обоснования

Деталь «Кронштейн» является изделием оборонной промышленности. Кронштейн изготавливается из сплава алюминия Д16 ГОСТ 4784-97, служит для установки на него навесного оборудования и соединение других корпусов между собой.

Деталь «Кронштейн» является корпусной деталью. Она имеет отверстия для крепления, параллельные оси- «уши», для крепления деталей в узле. Также важным критерием является совпадение осей отверстий в детали, их точное расположение.

Для обеспечения работоспособности детали наружные и внутренние поверхности рассматриваемой детали должны быть выполнены с достаточной точностью по размерам, шероховатости и по их взаимному расположению. Поэтому в чертеже присутствует немало технических требований по взаимному расположению поверхностей.

Поверхности детали представляют собой совокупность правильных элементарных поверхностей: цилиндров, плоскостей, уступов, отверстий. В целом она обладает достаточной жесткостью для надежной её установки, закрепления и обработки на предназначенном для этого оборудовании.

### 4.2. Определение потребности в инвестициях

В таблице 16 указана стоимость металлорежущих станков, используемых на участке. Количество станков определено ранее в технологической части.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования

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

- при односменной работе составляет:

$$F_H = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при двусменной работе (базовый вариант):

$$F_H = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_H = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (2.3), составляет:

$$F_{\text{дф}} = 5934 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5400 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Программа выпуска в год  $B = 2000$  шт.

Таблица 16 - Стоимость металлорежущих станков приобретаемых для изготовления детали

Наименование оборудования (станок)	Тип (модель)	Мощность электродвигателя, кВт	Количество, шт	Стоимость, тыс.р.	
				Единицы оборудования	общая
1	2	3	4	5	6
1.Обрабатывающий центр	HAAS VF-3	18	1	11000	11000
Итого:	-	18	1	-	11000

Капиталовложения в оборудование  $K_o$ , р. рассчитываются по формуле:

$$K_o = K_{om} + K_{oэ} + K_{nm} + K_{oy}, \quad (14)$$

где  $K_{om}$  – капиталовложения в технологическое оборудование, тыс. р;

$K_{oэ}$  – капиталовложения в энергетическое оборудование, тыс. р;

$K_{nm}$  – капиталовложения в подъемно-транспортное оборудование, тыс.

$K_{oy}$  – капиталовложения в средства контроля и управления, тыс. р.

Вложения в технологическое оборудование определяются по формуле:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \times (1 + k_{mз} + k_c + k_m), \quad (15)$$

где  $C_{oi}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го вида, тыс. р.;

$k_{mз}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов,  $k_{mз} = 0,05$ ;

$k_c$  – коэффициент, учитывающий затраты на строительные работы, в том числе устройство фундаментов,  $k_c = 0,07$ ;

$k_m$  – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и наладку оборудования,  $k_m = 0,1$ .

Коэффициент загрузки оборудования

Проектируемый вариант  $Kз.о=0.7$

$$K_{mo} (\text{Обрабатывающий центр}) = 14000 \times (1 + 0,05 + 0,07 + 0,1) = 17080$$

(тыс. р.).

Затраты на оснастку укрупнено принимаем 7% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{oc} = 0,07 \times 19812,8 = 1387 \text{ (тыс.р.)}$$

Вложения в инвентарь и хозяйственные принадлежности долговременного пользования примем в размере 3 % от стоимости технологического оборудования.

$$K_{xn} = 0,03 \times 17080 = 512.4 \text{ (тыс. р.)}$$

Результаты расчета капитальных вложений в основные производственные фонды участка представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Результаты расчета капитальных вложений в основные производственные фонды участка

Виды основных фондов	Количество в ед. оборудования	Балансовая стоимость основных фондов, тыс.р.	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений
1	2	3	4	5
НААС VF-3	1	17080	6,5	1110.2
Всего:	1	17080	-	1110.2

### 4.3. Организация оплаты труда

На участке применяется сдельно-премиальная и повременно-премиальная оплата труда. У основных рабочих форма оплаты труда сдельная, у вспомогательных рабочих - повременная.

Тарифный фонд сдельщиков определяется как сумма расценок по операциям каждой детали, умноженная на годовую программу:

$$Z_m^c = \sum_j P_{изj} \times N_j, \quad (16)$$

где  $P_{изj}$  - расценка на изделие j-го вида, р.

$$P_{изд} = \sum_{и} P_{оij} \times \delta_i, \quad (17)$$

где  $P_{оij}$  - сдельная расценка по i-й операции j-го изделия, р.;

$\delta_i$ - коэффициент, учитывающий многостаночность работы, определяется как доля времени, приходящаяся на данную операцию в общем временном цикле работы рабочего, умноженная на средний коэффициент перевыполнения норм; при отсутствии конкретных данных можно принять  $\delta_i = 1$ .

$$P_{oij} = c_{mчi} \cdot \frac{t_{ij}}{60}, \quad (18)$$

где  $c_{mчi}$  - часовая тарифная ставка, соответствующая разряду по  $i$ -й операции, р./ч.

Часовые тарифные ставки:

1-го разряда: = 124,43 (р./ч.);

2-го разряда: = 136,64 (р./ч.);

3-го разряда: = 141,53 (р./ч.);

4-го разряда: = 148,86 (р./ч.);

5-го разряда: = 153,74 (р./ч.);

6-го разряда = 161,07 (р./ч).

Расчет расценки при тш Мин

$P_o$  (комбинированная)=148.86x48.6/60=120.5 р.

Результаты расчета расценок на изготовление представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты расчета расценок на изготовление

Операция	Разряд	$t_i$ , мин	$C_{тчи}$ , р/ч	$P_{oi}$ , р.
Комплексная	5	51,2	148.86	120.5
Итого:	-	51,2	-	120.5

Основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Z_{пр} = C_{тар} \cdot T_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{соц} \cdot k_n, \text{ руб.}$$

где  $C_{тар}$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

$T_{шт-к}$  – норма времени на операцию, час;

$k_{мн}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  
 $k_{мн}=1$ ;

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $k_{доп} = 1,15$ ;

$k_{соц}$  – коэффициент учитывающий отчисления на социальное страхование,  $k_{соц} = 1,3$ ;

$k_n$  – районный коэффициент,  $k_n = 1,15$ .

$Z_{пр} = 148.65 \cdot 0.81 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 207$  руб./ч.

где  $t_i$ -штучное время на обработку

$Стч_i$ -тарифная ставка

$Ро_i$ -расценка на операцию

Определим количество рабочих

Численность станочников вычисляем по формуле [26]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (19)$$

где  $F_p$  –действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1860 ч.;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  
 $k_{мн} = 1$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

$$Ч_{ст} = \frac{0.81 \cdot 5000 \cdot 1}{1860} = 0.91 \text{ чел} \text{ принимаем } 1 \text{ станочник}$$

Тарифный фонд на годовую программу:

$$Z_m^c = \sum_j P_{uzj} \cdot N_j = 120.5 \cdot 5000 = 602500 \text{ р.}$$

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$n$  – число смен работы оборудования,  $n= 3$ ;

Н – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, Н = 8 шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{1 \cdot 3}{8} = 0.375 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0.375 \cdot 0,05 = 0,018 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0.375 \cdot 0,07 = 0,026 \text{ чел.}$$

По формуле произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{79,5 \cdot 1674 \cdot 1,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 39,6 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{59,2 \cdot 1674 \cdot 0,22 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 6,4 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{55,8 \cdot 1674 \cdot 0,31 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 8,5 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу по проектируемому в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0.375	29.8
Транспортный рабочий	59,2	0,018	1.06
Контролер	55,8	0,026	1.45
Итого		0.419	32.3

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 32,3 \cdot 5000 = 161500 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (4.7):

$$З_{\text{зп}} = 602500 + 553000 = 1155500 \text{ р.}$$

Доплаты (премии) следует принимать размере 30-40% от тарифного

фонда.

Дополнительная заработная плата – это выплаты, предусмотренные законодательством о труде или коллективным договором за неотработанное на производстве время (например, оплата очередных и дополнительных отпусков). Процентное соотношение между основной и дополнительной заработной платой укрупнено можно принять в размере 10-20% от основной зарплаты.

#### 4.4. Расчет себестоимости продукции

В данном разделе определим себестоимость изготавливаемого по спроектированной технологии, а также рассчитаем общие годовые затраты на производство.

Таблица 20 - Калькуляция технологической себестоимости детали

Статья затрат	Условное обозначение	Расчет	Сумма, руб.
1	2	3	4
1. Основные материалы (стоимость заготовки)	$M_o$	$M_o = N_p \times C_m$ , где $N_p$ – норма расхода материала на изделие, $N_p = 2.1$ кг; $C_m$ – оптовая цена материала, $C_m = 66$ (р/кг)(принято из основной части) $M_o = 2.1 \times 66 = 138.6$ руб	138.6
2. Возвратные отходы	$O_v$	$O_v = N_o \times C_o$ , где $N_o$ – норма отходов на деталь, кг, $N_o = 0,5$ кг; $C_o$ – цена отходов, р/кг, $C_o = 20$ р./кг.	10
3. Основная заработная плата основных производственных рабочих	$Z_o$	$Z_o = 207 + 32,3$ руб	239
4. Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих	$Z_d$	$Z_d = Z_o \times \frac{K_{доп}}{100} = 239 \times \frac{20}{100}$ , где $K_{доп}$ – процент дополнительной зарплаты	135.4
5. Страховые взносы	$O_{соц}$	$O_{соц} = (Z_o + Z_d) \times \frac{K_{соц}}{100} = (239 + 135,4) \times \frac{30}{100}$	243.7



Годовая технологическая себестоимость  $I_{Г}$ , р. определяются по формуле:

$$I_{Г} = C_n \cdot N_{Г}, \quad (20)$$

где  $N_{Г}$  – годовая программа выпуска изделий, шт.  $I_{Г} = C_n \cdot N_{Г} = 1204,7 \times 5000 = 6023500 \text{ р.} = 6023,5$  (тыс.р.).

#### 4.5. Расчет текущих затрат

Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования включает следующие статьи: амортизация оборудования, эксплуатация оборудования, текущий ремонт оборудования, содержание и эксплуатация транспорта, износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений, прочие расходы.

Расходы на амортизацию оборудования  $P_a = 460,034$  тыс. р.

Расходы на эксплуатацию оборудования включают затраты на вспомогательные материалы, потребляемые в процессе эксплуатации оборудования; затраты на силовую энергию для приведения в движение производственных машин и механизмов; затраты на сжатый воздух для эксплуатации оборудования; затраты на воду для производственных нужд; основную и дополнительную заработную плату вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование на участке, с начислениями на социальные нужды.

Затраты на вспомогательные материалы, потребляемые в процессе эксплуатации оборудования, принимаются равными 5 % от стоимости технологического оборудования.

$$M_{bc} = 5404,600 \times 0,05 = 270,230 \text{ (тыс.р.)}$$

Затраты на основную и дополнительную заработную плату вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование с начислениями

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

на страховые взносы, принять укрупнено в размере 30% от основной и дополнительной зарплаты и начислений на соцнужды от всех вспомогательных рабочих.

$$З_{всп} = 0,3 \times K_{соц} \times \Phi_{з/н}^{всп.}, \quad (21)$$

где  $K_{соц}$  – коэффициент начислений на социальные нужды;

$\Phi_{з/н}^{всп.}$  – годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих.

$$З_{всп} = 0,3 \times 1,30 \times 284,422 = 107,512 \text{ (тыс.р.)}$$

Расходы на текущий ремонт оборудования, транспортных средств и дорогостоящего инструмента составляют 1,5% от балансовой стоимости указанных средств.

$$P_{рем} = 0,015 \times (5404,6 + 540,460 + 438,854) = 95,759 \text{ (тыс.р.)}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию транспорта принимают в размере 5% от стоимости транспортных средств.

$$P_{сэт} = 0,05 \times 54,046 = 2,7023 \text{ (тыс.р.)}$$

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

$$З_{эи} = (\Pi_{пл} \cdot n + (\Pi_{корп} + k_{компл} \cdot \Pi_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1}, \quad (22)$$

где  $З_{эи}$  - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$\Pi_{пл}$  - цена сменной многогранной пластины, р.;

$n$  - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

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

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

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

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

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

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

$N$  - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать  $N = 6$ );

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

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

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

В таблицу внесем параметры инструмента.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Таблица 21 – Параметры инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фреза торцевая $\phi$ 200 R200.53-8160-15-10C	5,6	15560	310	-	0,90	2,1
005	Сверло SD203-6.8-25-8R1	0,5	13560 540	290	-	0,90	1,9
005	Фреза торцевая $\phi$ 140 R220.53-0125-15-8C	0,39	14560	280	-	0,90	1,5
	Головка расточная A790 40	2,5	7520	320		0,90	2,5
	Головка расточная A790 50	1,32	8120 480	280	-	0,90	1,8
	Фреза 2532.3-12A	0,01	700	420	-	0,90	3,2
	Сверло SD203-6.8-25-8R1	0,24	3200	310	710	0,90	4,5
	Итого						

Расходы на износ малоценных инструментов и приспособлений определяется укрупненно из расчета 50 тыс.р. на один станок в год.

$$P_{имип} = 50 \times 3 = 150 \text{ (тыс.р.)}$$

$$P_{np} = 0,03 \times (460,034 + 270,23 + 28,88 + 9,45 + 70,278 + 107,512 + 95,759 + 2,7023 + 150$$

$$P_{np} = 0,03 \times 1194,85 = 35,85 \text{ (тыс.р.)}$$

Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования представлена в таблице 22.

Таблица 22– Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Статьи расходов	Сумма, тыс.р.
1	2
1. Амортизация оборудования	460,034
2. Начислениями на страховые взносы	107,512
3. Расходы на текущий ремонт оборудования	95,759
4. Расходы по содержанию и эксплуатации транспорта	2,7023
5. Расходы на износ малоценных и быстроизнашиваемых инструментов и приспособлений	150
6. Прочие расходы	35,85
Итого:	1230,725

#### 4.6. Расчет показателей экономической эффективности проекта

Определим производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{вн} \cdot 60}{t}, \quad (23)$$

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

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда:

$$B_{пр.} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{51,2} = 2100 \text{ шт / чел.год}$$

$$T_{ок} = \frac{K \times B}{\text{Э}}, \quad (24)$$

$$T_{ок} = \frac{1,7 \times 1610900}{12030725} = 1,7 \text{ года}$$

Таблица 23 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	2000
Количество оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Время на обработку детали	мин	51,2
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	1204,2
- затраты на инструмент		17,5
- заработная плата рабочих		239
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Сменность		3
Коэффициент загрузки оборудования		0,7

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

На заводе устанавливается прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, многооперационные станки. В настоящее время станки с программным управлением (ПУ) и промышленные роботы нашли широкое применение. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации производства.

В станках с ЧПУ сочетается гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата. В результате внедрения станков с ЧПУ происходит повышение производительности труда, создаются условия для многостаночного обслуживания. Подготовка производства переносится в сферу инженерного труда, сокращаются её сроки, упрощается переход на новый вид изделия вследствие заблаговременной подготовки программы, что имеет большое значение в условиях рыночной экономики.

На станках с ПУ целесообразно изготавливать детали сложной конфигурации, при обработке которых необходимо перемещение рабочих органов по нескольким координатам одновременно, а также детали с большим количеством переходов обработки. На этих станках можно изготавливать детали, конструкция которых часто видоизменяется.

Применение станков с ЧПУ позволяют решить ряд социальных проблем:

- улучшение условий труда рабочих-станочников;
- значительно уменьшить долю тяжелого ручного труда.

В связи с этим возникла необходимость повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда и Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 4-го разряда.

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

В настоящее время с России действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н. Согласно ему основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Таблица 24 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
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	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2



Продолжение таблицы 24

1	2	3	4	5
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3

Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Проанализируем 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».

Таблица 25 - Анализ трудовых функций

Наименование	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	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			

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 26.

Таблица 26 – Трудовые функции

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3
Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3
Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3

Выберем трудовую функцию – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 3-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 26.

Таблица 27 – Анализ трудовой функции «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.3	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)				

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

### Содержание учебной программы повышения квалификации

#### Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 4-ий разряд

Срок обучения - 2 месяца

Таблица 27 -Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплин	Всего час.	В том числе		Форма контроля
			лекции	Практ заня тия	
1.	<b>Теоретическое обучение</b>	72			
	1. Чтение чертежей и схем	4	4		зачет
	2. Допуски и технические измерения	8	6	2	зачет
	3. Охрана труда	4			зачет
	4. Устройство токарно-фрезерных станков с ПУ	10	10		зачет
	5. Процесс резания металлов и режущий инструмент	6	4	2	зачет
	6. Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ	10	8	2	зачет
	7. Программирование на стойке FANUC	30	12	18	экзамен
II.	<b>Производственное обучение</b>	72			экзамен
Итого:		144			

Изучив учебный план для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с чпу» 4-го разряда, стоит отметить, что программа обучения включает в себя теоретическое обучение (72 часа) и производственное обучение (72 часов). Считаю, что 144 часа достаточно, чтобы повысить квалификацию Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ с 3-го на 4-ый разряд.

Содержание программы направленно на освоение учащимися знаний и умений на базовом уровне, что соответствует разряду рабочих.

Далее разработаем тематический план дисциплины «Программирование на стойке FANUC».

### Разработка учебно-тематического плана дисциплины «Программирование на стойке FANUC»

На изучение данной дисциплины учебным планом выделено 34 часа, 12 из которых отведено на лекции и 22 часа – на практические занятия.

Таблица 28 - Учебно-тематический план дисциплины «Программирование на стойке FANUC»

№	Наименование тем	Виды занятий		
		теоретическое	практические	Всего часов
<b>Теоретическое обучение</b>				
1	<b>Тема 1. Введение.</b> Цели и задачи организации и проведения данного курса обучения. Назначение, устройство, технические возможности и практическое применение ЧПУ FANUC. Терминология и основные понятия ЧПУ. Элементы языка программирования. Структура и содержание программы ЧПУ. Функции программирования: основные, вспомогательные. Программирование линейных и круговых перемещений.	2	-	2
2	<b>Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления</b> Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления FANUC. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.	1	1	2
3	<b>Тема 3. Управление станком</b> Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры в приращениях. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей. Дисплей шпинделя. Поддачи по осям. Дисплей программного уровня. Смещение нуля.	1	1	2

Окончание таблицы 28

4	<b>Тема 4. Управление параметрами</b> Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Установка данных. Данные Jog. Данные шпинделя. Защищенные зоны. Смещение нуля.	2	2	4
5	<b>Тема 5. Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка\программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали\программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Корректировка программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	2	4
6	<b>Тема 6. Разработка управляющей программы</b> Программирование фрезерной обработки. Программирование токарной обработки. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.	4	8	12
<b>Практическое обучение</b>				
7	<b>Тема 7. Практическое обучение.</b> Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	-	8	8
Всего часов (теоретического обучения)		12	22	34

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине «Программирование на стойке FANUC» выберем из тематического плана тему № 6 Разработка управляющей программы и составим ПТП (приложение А), а далее план конспект занятия теоретического обучения на тему «Программирование токарной обработки».

Тема занятия: Программирование токарной обработки

Цели:

Дидактическая: Формирование знаний у слушателей о программировании токарной обработки.

Развивающая: развивать у обучаемых логическое мышление и познавательную самостоятельную активность;

Воспитывающая: воспитывать у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность.

Тип урока: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов

Оснащение урока: ноутбук, мультимедиапроектор, экран, слайды

Таблица 29 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока.	5	Слушают, записывают тему урока.
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы	5	Слушают.
4	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.
5	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	40	Слушают, конспектируют, изучают слайды.
6	Закрепление новых знаний	Задаёт вопросы	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.
7	Домашнее задание	Повторить пройденный материал.	5	Записывают.



## **Актуализация опорных знаний**

Вопросы:

1. Назовите основные типы и группы станков с ЧПУ.
2. Назовите основные движения в станках с ЧПУ.
3. Что такое система координат на станках с ЧПУ токарной группы?
4. Как располагаются оси декартовой системы координат?
5. Где расположена нулевая точка станка?
6. Что такое управляющая программа?

## **План изложения нового материала**

1. Структура кадра управляющей программы
2. Кадры УП
3. Программирование смещение нулевой точки
4. Программирование интерполяции G00
5. Программирование интерполяции G01
6. Программирование интерполяции G02
7. Программирование интерполяции G03
8. Программирование временной паузы

План-конспект занятия приведен в (Приложении Д).

В методической части дипломного проекта была проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации, разработан учебно-тематический план дисциплины «Программирование на стойке FANUC», а также разработан урок теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие разработано для слушателей, обучающихся в учебном центре АО НПО «Автоматики имени Академика Н.А.Семихатова».

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными задачами при разработке технологического процесса обработки детали «Кронштейн» были: выбор рационального метода получения заготовки, обеспечение заданной точности размеров, формы и качества поверхностей; повышение производительности труда путем применения автоматизированного оборудования, станков с ЧПУ, применения нормализованного и стандартного инструмента, приспособлений с быстродействующими зажимными устройствами.

Обеспечение заданной точности размеров было достигнуто за счет постоянства баз на большинстве операций и переходов.

Проведены расчеты режимов резания и норм времени на изготовление детали. Также рассчитаны экономические показатели на разработанный технологический процесс, которые позволяют сделать вывод, что срок окупаемости оборудования составляет 1.7 года.

Также были рассмотрены вопросы по переподготовке рабочих. По одной из тем курса было разработано занятие с использованием презентационного материала.

Таким образом, в ходе дипломного проектирования был разработан технологический процесс механической обработки детали «Кронштейн», что является достижением поставленной цели.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

2. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс]: учеб. для вузов. [Гриф УМО] / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов А.А. – М.: Лань, 2011. – 224 с. – (Режим доступа: ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=628](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=628)).

3. Клименков, С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник для вузов / С.С. Клименков. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 459 с. (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/37102/page459/>)

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

5. Кругликов, Г. И. Методическая работа мастера профессионального обучения [Текст]: учебно-методическое пособие / Г. И. Кругликов. - 3-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2014. - 153 с.

6. Лабораторные и практические работы по технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [В. Ф. Безъязычный и др.]; под общ. ред. В. Ф. Безъязычного. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Машиностроение, 2013. - 599 с. – (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/67517>)

7. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учеб для вузов [Гриф УМО] / А.А. Маталин. – М.: Лань, 2010. – 512 с. – (Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=258](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=258))

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

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

9. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф УМО] / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014. - 335 с.

10. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 2010. - 136с.

11. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. М.: Экономика, 2010. - 366с.

12. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско - технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф Московского государственного технологического университета "Станкин"]. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 495 с.

13. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф Московского государственного технологического университета "Станкин"]. В 2 ч. Ч. 2 / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 575 с.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

14. Режущий инструмент [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.]; под общ. ред. С.В. Кирсанова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2014. - 520 с. (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/63256/page2>)

15. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: В 2 т. Т.1 /под ред. А.Г. Косиловой, Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1985. – 656с.

16. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: В 2 т. Т.2 / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1985. – 496с.

17. Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. для вузов [Гриф УМО] / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – М.: Лань, 2011. – 352 с. – (Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=711](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=711))

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

19. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [А. В. Коломейченко и др.]. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 266 с. (Учебники для вузов. Специальная литература): - (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/67470>)

20. Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. – 287 с.

21. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 150 с.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ДП 44.03.04. 631 ПЗ

						Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Перечень графического материала

Название	Формат
Чертеж заготовки	1 лист А1
Чертеж детали	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	4 листа А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Технологическая документация

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82



Управляющая программа

O10341  
 (korr. 1 ot 07.10.15)  
 (vtisax za 10.mm)

M97 P2

G54 (XY CENTR)  
 (Z VERX = ZAG -1.mm)

T1 M06 (Freza 16-20 v45)  
 G43 H01 D01  
 G00 G90 X50. Y60. Z100.  
 Z20. M08  
 S8000 M03  
 G01 Z0.1 F1200.  
 M97 P9000  
 G00 Z5.  
 X50. Y60.  
 G01 Z0.  
 M97 P9000  
 G00 Z5.

X-60. Y-60.  
 G01 Z0. F1200.  
 M97 P9001 L5  
 F800.  
 M97 P9002  
 F1200.  
 M97 P9001 L5  
 F800.  
 M97 P9002

G00 Z-4.  
 G01 X-47.5 Y-43.  
 Y-18.  
 X-42.5 Y32.446  
 X-32.5 Y32.5  
 X-47.5 Y-18.  
 X-35.094  
 X-22.5 Y29.858  
 Y43.  
 X42.5  
 X47.5 Y-18.  
 X32.374 Y32.5

X22.5  
Y29.858  
X35.094 Y-18.  
X47.5  
Y-33.  
G00 Z5.

X-50. Y-43.  
Z0.  
G01 Z-4.  
G41 X-37.  
Y-28.5  
X-27.  
X-12. Y28.5  
Y32.5  
X12.  
Y28.5  
X27. Y-28.5  
X37.  
Y-33.  
G40 X50. M09  
G00 Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T4 M06 (Freza 5)  
G43 H04 D04  
G00 G90 X-16.622 Y-20.5 Z100.  
Z20. M08  
S8000 M03  
G01 Z0. F500.  
X-10. Y4.665 Z-3.  
X-13.311 Y-20.5  
X-10.  
Y4.665  
X-16.622 Y-20.5  
X-10.  
G41 X-7.  
X-7. Y27.853  
X-20.514 Y-23.5  
X-7.  
Y-20.5  
G40 X-10.  
G00 Z5.

X10. Y4.665  
G01 Z0.  
X13.311 Y-20.5 Z-3.  
X10. Y4.665  
Y-20.5  
X16.622

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

X10. Y4.665  
G41 X7.  
Y-23.5  
X20.514 Y-23.5  
X7. Y27.853  
Y4.665  
G40 X10.  
G00 Z10.

X-40. Y-11.179  
Z0.  
G01 Z-4.  
G41 Y-28.5  
X-27.  
X-23.579 Y-15.5  
G40 X-40. Y-11.179  
G00 Z10.

X40. Y-11.179  
Z0.  
G01 Z-4.  
G41 X23.579 Y-15.5  
X27. Y-28.5  
X40.  
G40 Y-11.179 M09  
G00 Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

M00

N2 G54 (X SLEVA, Y VERX, Z NIZ)

T1 M06 (Freza 16-20)  
G43 H01 D01  
G00 G90 X96. Y23. Z100.  
Z70. M08  
S8000 M03  
G01 Z56. F1000.  
M97 P9003  
X96. Y23.  
G01 Z53.  
M97 P9003  
X96. Y23.  
G01 Z50.  
M97 P9003  
X96. Y23.  
G01 Z45.  
M97 P9003  
X96. Y23.  
G01 Z44.05

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

M97 P9003  
X96. Y23.  
G01 Z44.  
M97 P9003  
M09  
G00 Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01  
M30

N9000  
Y-40.  
X-50.  
Y40.  
X40.  
Y-30.  
X-40.  
Y30.  
X30.  
Y-20.  
X-30.  
Y20.  
X20.  
Y-10.  
X-20.  
Y10.  
X10.  
Y0.  
X-10.  
M99

N9001  
G01 G91 Z-4.4  
G41 G90 X-46.5  
Y33.  
X46.5  
Y-33.  
X-50.  
G00 X-60.  
G40 Y-60.  
M99

N9002  
G01 G41 X-46.  
Y32.5  
X46.  
Y-32.5  
X-50.  
G00 X-60.  
G40 Y-60.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

M99

N9003

Y-72.5

X-4.

Y7.5

X86.

Y-62.5

X6.

Y-2.5

X76.

Y-52.5

X16.

Y-12.5

X66.

Y-42.5

X26.

Y-22.5

X56.

Y-32.5

X36.

G00 G91 Z3.

G90

M99

G54 (X CENTR, Y VERH, Z VERX)

T1 M06 (Freza 16-20 v50)

G43 H01 D01

G00 G90 X37.207 Y10.5 Z100.

Z20. M08

S5000 M03

G01 Z-5. F500.

G41 X27.207 Y0.5

X37.5 Y-9.793

Y-25.207

X27.207 Y-35.5

X-27.207

X-37.5 Y-25.207

Y-9.793

X-27.207 Y0.5

G40 X-37.207 Y10.5

G00 Z5.

X36. Y11.

G01 Z-5.

G41 X26. Y1.

X37. Y-10.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Y-25.  
X27. Y-35.  
X-27.  
X-37. Y-25.  
Y-10.  
X-26. Y1.  
G40 X-36. Y11. M09  
G00 Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T6 M06 (Centrovka)  
G43 H06  
G00 G90 X-25. Y-29. Z100.  
Z20. M08  
S5000 M03  
G81 Z-2.3 R1. F200.  
X-18. Y-7.  
X18.  
X25. Y-29.  
G80 M09  
Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T13 M06 (Sverlo 4.5)  
G43 H13  
G00 G90 X25. Y-29. Z100.  
Z20. M08  
S4000 M03  
G73 Z-6. R1. Q1. F250.  
X18. Y-7.  
X-18.  
X-25. Y-29.  
G80 M09  
Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

M00 (POVERNI VLEVO NA 180grad)

T2 M06 (Freza 10)  
G43 H02 D02  
G00 G90 X-51.5 Y-60. Z100.  
Z20. M08  
S5000 M03  
G01 Z-4. F500.  
X-51.5 Y-32.722  
X-42.5 Y-23.722  
Y-1.5  
X-37.5  
X-37.639 Y-21.5

X-32.5

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Y-1.5  
X-27.5  
Y-16.5  
X-24.08  
X-21.059 Y-19.3  
G03 X-14.235 Y-18.464 R4.5  
G03 X-16.2 Y-11.876 R4.5  
G01 X-22.5 Y-9.126  
Y-1.5  
X-27.5  
Y-21.5  
X-26.041  
X-24.459 Y-22.967  
G03 X-10.051 Y-21.203 R9.5  
G03 X-14.2 Y-7.293 R9.5  
G01 X-17.5 Y-5.853  
Y5.5  
X42.5  
Y-21.5  
X37.5  
Y-1.5  
X32.5  
Y-21.5  
X27.5  
Y-1.5  
X22.5  
Y-9.126  
X16.2 Y-11.876  
G03 X14.235 Y-18.464 R4.5  
G03 X21.059 Y-19.3 R4.5  
G01 X24.08 Y-16.5  
X17.5 Y5.5  
Y-5.853  
X14.2 Y-7.293  
G03 X10.051 Y-21.203 R9.5  
G03 X24.459 Y-22.967 R9.5  
G01 X26.041 Y-21.5  
X40.278  
X51.5 Y-32.722  
Y-48.5  
X34.5  
Y-39.5  
X12.5  
Y-48.5  
X-12.5  
Y-39.5  
X-34.5  
Y-48.5  
X-61.

G41 X-46.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

X-46. Y-35.  
X-38. Y-27.  
X-28.198  
G03 X-5.449 Y-24.215 R15.  
G03 X-12. Y-2.252 R15.  
G01 Y0.  
X12.  
Y-2.252  
G03 X5.449 Y-24.215 R15.  
G03 X28.198 Y-27. R15.  
G01 X38.  
X46. Y-35.  
Y-43.  
X40.  
Y-34.  
X7.  
Y-43.  
X-7.  
Y-34.  
X-40.  
Y-43.  
X-61.  
G40 Y-60.  
G00 G90 Z50.

X-18. Y-25.5  
Z10.  
G01 Z-4.  
G03 X-12.3 Y-8.4 R9.5 Z-5.  
G02 X-18. Y-25.5 R9.5  
G03 X-12.3 Y-8.4 R9.5 Z-6.  
G02 X-18. Y-25.5 R9.5  
G01 G41 Y-31.  
G03 X-9. Y-4. R15.  
G01 G40 X-12.3 Y-8.4  
G00 G90 Z50.

X12.3 Y-8.4  
Z10.  
G01 Z-4.  
G03 X18. Y-25.5 R9.5 Z-5.  
G02 X12.3 Y-8.4 R9.5  
G03 X18. Y-25.5 R9.5 Z-6.  
G02 X12.3 Y-8.4 R9.5  
G01 G41 X9. Y-4.  
G03 X18. Y-31. R15.  
G01 G40 Y-25.5 M09  
G00 Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T6 M06

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90



G43 H06  
G00 G90 X-43. Y-40. Z100.  
Z20. M08  
S5000 M03  
G81 Z-2.2 R1. F200.  
X-31. Y-29. Z-1.6  
X-5. Y-3.  
Y-29.  
X-4. Y-40. Z-2.2  
X4.  
X5. Y-29. Z-1.6  
Y-3.  
X31. Y-29.  
X43. Y-40. Z-2.2  
G80 M09  
Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T7 M06 (Sverlo 2.5)  
G43 H07  
G00 G90 X-31. Y-29. Z100.  
Z20. M08  
S5000 M03  
G73 Z-8.5 R1.5 Q2. F200.  
X-5. Y-3.  
Y-29.  
X5. Y-29.  
Y-3.  
X31. Y-29.  
G80 M09  
Z100. M05  
G28 G91 Y0. Z0. M01

T8 M06 (Metchik M3)  
G43 H08  
G00 G90 X-31. Y-29. Z100.  
Z20. M08  
S200  
G84 Z-6. R2. J1 F100.  
X-5. Y-3.  
Y-29.  
X5. Y-29.  
Y-3.  
X31. Y-29.  
G80 M09  
Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T9 M06 (Sverlo 3.3)  
G43 H09  
G00 G90 X-43. Y-40. Z100.

Z20. M08  
S4000 M03  
G73 Z-9. R1. Q2. F250.  
X-4.  
X4.  
X43.  
G80 M09  
Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T10 M06 (Metchik M4)  
G43 H10  
G00 G90 X-43. Y-40. Z100.  
Z20. M08  
S200  
G84 Z-6.5 R2. J1 F140.  
X-4.  
X4.  
X43.  
G80 M09  
Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T4 M06 (Freza 4)  
G43 H04 D04  
G00 G90 X-34. Y-40. Z100.  
Z20. M08  
S8000 M03  
G01 Z-4. F300.  
G41 Y-34.  
X-40.  
Y-40.  
G40 X-34.  
G00 Z5.

X-13. Y-40.  
Z2.  
G01 Z-4.  
G41 X-7.  
Y-34.  
X-13.  
G40 Y-40.  
G00 Z5.

X13. Y-40.  
Z2.  
G01 Z-4.  
G41 Y-34.  
X7.

Y-40.

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

G40 X13.

G00 Z5.

X34. Y-40.

Z2.

G01 Z-4.

G41 X40.

Y-34.

X34.

G40 Y-40. M09

G00 Z100. M05

G28 G91 Y0. Z0. M01

M30

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

**Конспект изложения нового материала**

Тема занятия: Программирование токарной обработки (слайд 1)

**1. Структура кадра управляющей программы (слайд 2)**

Кадр представляет собой законченный фрагмент управляющей программы, содержащий всю информацию, необходимую для выполнения одного рабочего или вспомогательного действия исполнительными органами станка. Рабочее действие в данном случае означает обработку заготовки за счет однократного перемещения инструмента по одной элементарной траектории (прямолинейное перемещение, перемещение по дуге и т. п.), а вспомогательное действие – это действие исполнительных органов станка для выполнения или завершения рабочего действия. Каждый кадр содержит кроме номера одно или несколько слов, расположенных в определенном порядке, которые воспринимаются системой ЧПУ как единое целое и содержат как минимум одну команду для исполнительных органов станка.

Слово является базовым элементом текста управляющей программы. Структурно слово представляет собой комбинацию прописной буквы латинского алфавита и некоторого числового значения, в качестве которого может использоваться либо целое двузначное или трехзначное число, либо десятичная дробь, целая и дробная части которой могут отделяться как запятой, так и точкой. В некоторых случаях в слове кроме буквы и числа могут использоваться и другие текстовые символы; например, между буквой и числом при необходимости может находиться математический знак «+» или «-». Буквенная составляющая слова в теории ЧПУ называется адресом, потому что она определяет «назначение следующих за ним данных, содержащихся в этом слове» (ГОСТ 20523-80).

Структура кадра управляющей программы

Кадр:	N110 G01 X-60 Y20.326 F60 M03				
Структура кадра					
N110	G01	X-60	Y20.326	F60	M03
Номер кадра	Слово	Слово	Слово	Слово	Слово
Слово:	G	01			
	Адрес:	Код:			
Слово:	X	-60			
	Адрес:	Числовое значение размерного параметра			
Слово:	Y	20.326			
	Адрес:	Числовое значение размерного параметра			
Слово:	F	60			
	Адрес:	Числовое значение размерного параметра			
Слово:	M	03			
	Адрес:	Код:			

## 2. Кадры УП (слайд 3)

Каждая управляющая программа состоит из определенной последовательности кадров, в которых содержатся предназначенные для выполнения системой ЧПУ команды. Кадры пронумерованы в порядке возрастания. Номер кадра расположен в его начале и состоит из буквы «N» и не менее чем трехзначного числа, соответствующего порядковому номеру кадра

### *Слова, адреса, числовые значения*

Каждый кадр УП содержит (помимо номера) одно и более слов. Слово состоит из адреса (буквы) и числового значения или кода (числа).

Пример N110 G01 X20.236 Z-60 F60 M02

## 3. Программирование смещение нулевой точки (слайд 4)

С помощью функций G54, G55, G56, G57, G58, G59 программируется задание координат нулевой точки детали в абсолютной системе координат станка. Благодаря тому, что программирование координат возможно с использованием шести различных функций, в памяти ЧПУ одновременно может быть задано и сохранено шесть внешне различных варианта расположения нулевой точки детали.

Кадр УП

G54 [X...] [Z...] или

G55 [X...] [Z...] или

G56 [X...] [Z...] или

G57 [X...] [Z...]

Дополнительные адреса

X - Координата новой нулевой точки детали по оси X, заданная в абсолютной системе координат станка

Z - Координата новой нулевой точки детали по оси Z, заданная в абсолютной системе координат станка

### **Описание**

В ходе выполнения УП система ЧПУ определяет позицию каждой текущей точки относительно назначенной точки отсчета системы координат. Обычно по соображениям удобства работы в качестве начальной точки отсчета выбирается нулевая точка станка или угловая точка контура заготовки, или точка, соответствующая риске, нанесенной режущим инструментом на заготовку, и т.п. В большинстве случаев такая точка отсчета обычно не совпадает с размерной базой детали, вследствие чего появляется необходимость в пересчете координат точек, по которым описывается траектория перемещения инструмента.

Чтобы избежать этого пересчета, удобно воспользоваться функциями G54...G57, с помощью которых точкой отсчета при обработке можно задать размерную базу обрабатываемой заготовки. Как правило, при фрезерной обработке на станке с ЧПУ точка отсчета (нулевая точка детали) назначается свободно, исходя из особенностей процесса обработки данной заготовки (например, точка P0).

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

Возможность задавать и сохранять в памяти ЧПУ шесть различных варианта расположения нулевой точки детали особенно важно в том случае, когда необходима фрезерная обработка с разных сторон заготовки.

**Пример (слайд 5):**

Нулевая точка детали назначается последовательно в характерных точках станка и обрабатываемой детали по оси вращения и в стороне от оси вращения - в точках P0, W1, W2, W3, W4.

Пусть  $\varnothing=32$ ,  $L1=90$ ,  $L2=55$ ,  $L3=45$ ,  $L4=32$ .

Программирование смещения координат нулевой точки детали:

Для точки W1: G54 X0 Z90.

Для точки W2: G55 X32 Z55.

Для точки W3: G56 X32 Z45.

Для точки W4: G57 X32 Z32.

Программирование смещения нулевой точки детали

Формат кадра:

G54 [X...][Z...]

...

G57 [X...][Z...]

Функция

G54

G55

G56

G57

W <sub>1</sub>	N040 G54 X	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>
W <sub>2</sub>	N040 G55 X	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>
W <sub>3</sub>	N040 G56 X	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>
W <sub>4</sub>	N040 G57 X	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>

#### **4. Программирование интерполяции G00 (слайд 6)**

##### **Функция**

Инструмент перемещается по прямой с максимально возможной подачей в точку с заданными координатами по осям X и Z.

Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.

Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат.

##### Кадр УП

G00 [X...] [Z...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса

X Координата конечной точки перемещения по оси X

Z Координата конечной точки перемещения по оси Z

S Число оборотов шпинделя (об./ мин.)

T Смена инструмента

M Вспомогательная функция

##### ***Пример:***

Инструмент перемещается из начальной точки P0 (с координатами X80 Z25)

в заданную конечную точку P1 (с координатами X25 Z-30).

Программирование в абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G00 X25 Z-30

Программирование в относительной системе координат:

N020 G91

N030 G00 X-65 Z-55

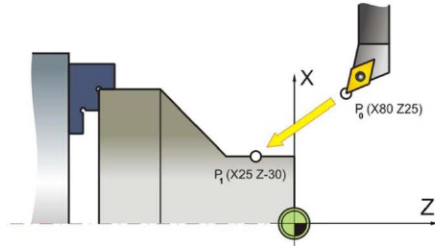


Программирование интерполяции  
Быстрое позиционирование в декартовых координатах

Функция **G00**

Формат кадра:

G00 [X...][Z...][S...][T...][M...]



Абсолютная система координат	
N020 G90	
N030 G00 X	Z

Относительная система координат	
N020 G91	
N030 G00 X	Z

## 5. Программирование интерполяции G01 (слайд 7)

### Функция

Инструмент перемещается по прямой с запрограммированной скоростью подачи в точку с заданными координатами по осям X и Z.

*Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.*

*Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат.*

### Кадр УП

G01 [X...][Z...][F...][S...][T...][M...]

Дополнительные адреса

X Координата конечной точки перемещения по оси X

Z Координата конечной точки перемещения по оси Z

F Подача (мм/ мин. или мм/ об.)

S Число оборотов шпинделя (об./ мин.)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

T Смена инструмента

M Вспомогательная функция

**Пример:**

Инструмент с подачей 120 мм в минуту перемещается из начальной точки P0 (с координатами X40 Z-5) в заданную конечную точку P1 (с координатами X60 Z-25).

Программирование в абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G01 X60 Z-25 F120

Программирование в относительной системе координат:

N020 G91

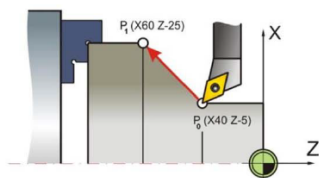
N030 G01 X20 Z-20 F120

Программирование интерполяции  
Линейная интерполяция с заданной скоростью подачи  
в декартовых координатах

Функция **G01**

Формат кадра:

G01 [X...][Z...][F...][S...][T...][M...]



Абсолютная система координат

N020 G90

N030 G01 X  Z  F120

Относительная система координат

N020 G91

N030 G01 X  Z  F120

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## **6. Программирование интерполяции G02 (слайд 8)**

### **Функция**

Инструмент перемещается по дуге окружности по часовой стрелке с запрограммированной скоростью подачи в точку с заданными координатами по осям X и Z.

Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.

Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат.

### Кадр УП

G02 [X...] [Z...] [I...] [K...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса

X - Координата конечной точки перемещения по оси X.

Z - Координата конечной точки перемещения по оси Z.

I - Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси X – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси X – **соотносится с радиусом заготовки.** (отнимите от координат центра координаты нач. точки и не забудьте разделить это пополам)

K - Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси Z – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси Z.

*F - Подача (мм/ мин. или мм/ об.). При круговой интерполяции подача, отличающаяся от подачи прямолинейной интерполяции, используется редко – только при обработке особо твердых или слоистых материалов.*

*S - Число оборотов шпинделя (об./ мин.)*

*T - Смена инструмента*

*M - Вспомогательная функция*

**Пример:**

Инструмент из начальной точки P<sub>0</sub> (с координатами X40 Z-5)  
в заданную конечную точку P<sub>1</sub> (с координатами X70 Z-38)  
перемещается по часовой стрелке по дуге окружности с центром дуги в  
точке P<sub>2</sub>  
(с координатами X79.28 Z-15.98)

Программирование в абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G01 X40 Z-5 F60

N040 G02 X70 Z-38 I19.64 K-10.98

Программирование в относительной системе координат:

N020 G91

N030 G01 X40 Z-5 F60

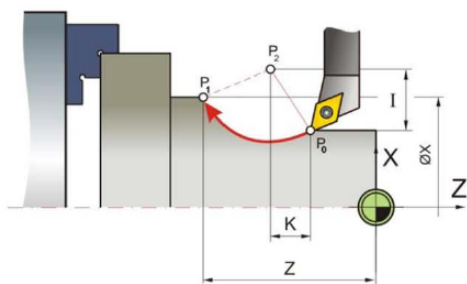
N040 G02 X30 Z-33 I19.64 K-10.98

Программирование интерполяция  
Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением  
по часовой стрелке

Функция **G02**

Формат кадра:

G02 [X...][Z...][I...][K...][S...][T...][M...]



P<sub>0</sub> (X40 Z-5)

P<sub>1</sub> (X70 Z-38)

P<sub>2</sub> (X79.28 Z-15.98)

N030 G02 X  Z  I  J

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 7. Программирование интерполяции G03 (слайд 9)

### Функция

Инструмент перемещается по дуге окружности против часовой стрелки с запрограммированной скоростью подачи в точку с заданными координатами по осям X и Z.

Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.

Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат.

### Кадр УП

G03 [X...] [Z...] [I...] [K...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса

X - Координата конечной точки перемещения по оси X.

При программировании в абсолютной системе координат (G90) координата по оси X соотносится с диаметром заготовки.

При программировании в относительной системе координат (G91) координата по оси X соотносится с радиусом заготовки.

Z - Координата конечной точки перемещения по оси Z.

I - Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси X – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси X – **соотносится с радиусом заготовки.**

K - Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси Z – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси Z.

F - Подача (мм/ мин. или мм/ об.). На слайде подача не включена в формат кадра, чтобы его не усложнять. При круговой интерполяции подача, отличающаяся от подачи прямолинейной интерполяции, используется редко – только при обработке особо твердых или слоистых материалов.

S - Число оборотов шпинделя (об./ мин.).

T - Смена инструмента.

M - Вспомогательная функция.

**Пример:**

Инструмент из начальной точки P0 (с координатами X40 Z-5)

в заданную конечную точку P1 (с координатами X70 Z-38)

перемещается по часовой стрелке по дуге окружности с центром дуги в точке P2 (с координатами X30.72 Z-27.02)

Программирование в абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G01 X40 Z-5 F60

N040 G03 X70 Z-38 I-4.64 K-22.02

Программирование в относительной системе координат:

N020 G91

N030 G01 X40 Z-5 F60

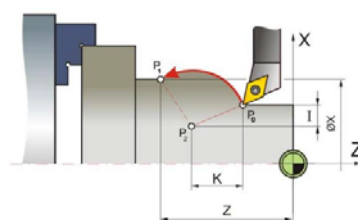
N040 G03 X30 Z-33 I-4.64 K-22.02

Программирование интерполяции  
Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением  
против часовой стрелки

Функция **G03**

Формат кадра:

G03 [X...][Z...][I...][K...][S...][T...][M...]



P<sub>0</sub> (X40 Z-5)

P<sub>1</sub> (X70 Z-38)

P<sub>2</sub> (X30.72 Z-27.02)

N030 G03 X  Z  I  J

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 8. Программирование временной паузы

### Функция

С помощью функции G04 (в коде по DIN 66025) или функции M30 (в коде ПО NCCAD) перемещение инструмента прекращается на заданное время.

Кадр УП (для кода по DIN 66025)

G04 X... (Для Fanuc).

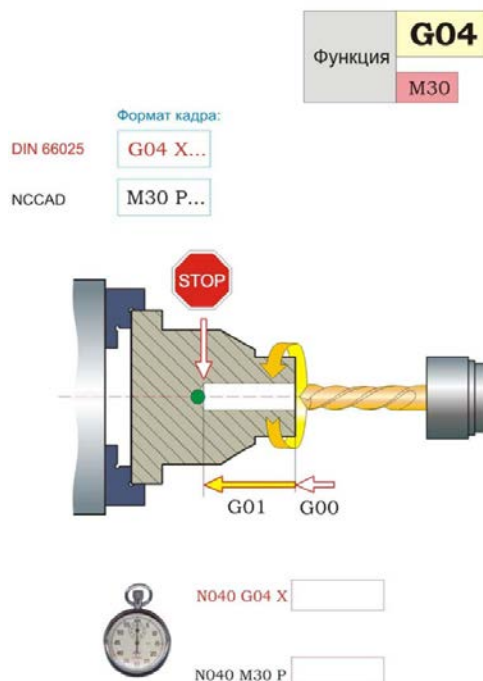
Обязательный адрес

X - Длительность паузы в секундах.

**Пример:** (программирование временной паузы на 2 секунды)

N040 G04 X2

Программирование временной паузы



### Вопросы для закрепления нового материала

1. Какая система координат принята для станков с ЧПУ?
2. Как располагаются оси координат станков?
3. Что такое «нулевая точка» обрабатываемой детали и где она находится?
4. Назовите способы отсчета перемещений.
5. Назовите функцию интерполяции G00.
6. Назовите функцию интерполяции G03.

## Тема занятия: Программирование токарной обработки

---

1

Слайд 1

					ДП 44.03.04. 631 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106



## 1. Структура кадра управляющей программы

Кадр представляет собой законченный фрагмент управляющей программы, содержащий всю информацию, необходимую для выполнения одного рабочего или вспомогательного действия исполнительными органами станка.

Структура кадра управляющей программы					
Кадр: N110 G01 X-60 Y20.326 F60 M03					
Структура кадра					
N110	G01	X-60	Y20.326	F60	M03
Номер кадра	Слово	Слово	Слово	Слово	Слово
Слово:	G		01		
Адрес:			Код		
Слово:	X		-60		
Адрес:			Числовое значение размерного параметра		
Слово:	Y		20.326		
Адрес:			Числовое значение размерного параметра		
Слово:	F		60		
Адрес:			Числовое значение размерного параметра		
Слово:	M		03		
Адрес:			Код		

2

Сайд 2

## 2. Кадры УП

Каждая управляющая программа состоит из определенной последовательности кадров, в которых содержатся предназначенные для выполнения системой ЧПУ команды.

Кадры пронумерованы в порядке возрастания.

Номер кадра расположен в его начале и состоит из буквы «N» и не менее чем трехзначного числа, соответствующего порядковому номеру кадра.

**Пример N110 G01 X20.236 Z-60 F60 M02**

3

Слайд 3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

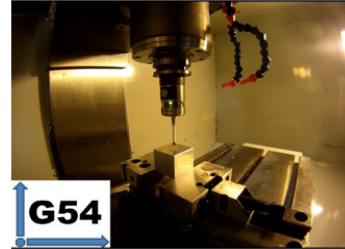
ДП 44.03.04. 631 ПЗ

Лист

107

### 3. Программирование смещение нулевой точки

С помощью функций G54, G55, G56, G57, G58, G59 программируется задание координат нулевой точки детали в системе координат станка.



4

Слайд 4

#### Пример:

Нулевая точка детали назначается последовательно в характерных точках станка и обрабатываемой детали по оси вращения и в стороне от оси вращения - в точках P0, W1, W2, W3, W4.

Пусть  $\varnothing=32$ , L1=90, L2=55, L3=45, L4=32.

Программирование смещения координат нулевой точки детали:

Для точки W1: G54 X0 Z90.

Для точки W2: G55 X32 Z55.

Для точки W3: G56 X32 Z45.

Для точки W4: G57 X32 Z32.

Программирование смещения нулевой точки детали

Формат кадра:  
 G54 [X...][Z...]  
 ...  
 G57 [X...][Z...]

Функция  
 G54  
 G55  
 G56  
 G57

W1	N040	G54	X		Z	
W2	N040	G55	X		Z	
W3	N040	G56	X		Z	
W4	N040	G57	X		Z	

5

Слайд 5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04. 631 ПЗ

Лист

108

## 4. Программирование интерполяции G00

### Пример:

Инструмент перемещается из начальной точки P0 (с координатами X80 Z25)

в заданную конечную точку P1 (с координатами X25 Z-30).

Программирование в абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G00 X25 Z-30

Программирование в относительной системе координат:

N020 G91

N030 G00 X-65 Z-55

Программирование интерполяции  
Быстрое позиционирование в декартовых координатах

Функция **G00**

Формат кода:  
G00 [X...][Z...][S...][T...][M...]

Абсолютная система координат

N020 G90  
N030 G00 X:  Z:

Относительная система координат

N020 G91  
N030 G00 X:  Z:

6

Слайд 6

## 5. Программирование интерполяции G01

### Пример:

Инструмент с подачей 120 мм в минуту перемещается из начальной точки P0 (с координатами X40 Z-5) в заданную конечную точку P1 (с координатами X60 Z-25).

Программирование в абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G01 X60 Z-25 F120

Программирование в относительной системе координат:

N020 G91

N030 G01 X20 Z-20 F120

Программирование интерполяции  
Линейная интерполяция с заданной скоростью подачи в декартовых координатах

Функция **G01**

Формат кода:  
G01 [X...][Z...][F...][S...][T...][M...]

Абсолютная система координат

N020 G90  
N030 G01 X:  Z:  F120

Относительная система координат

N020 G91  
N030 G01 X:  Z:  F120

7

Слайд 7

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04. 631 ПЗ

Лист

109

## 6. Программирование интерполяции G02

### Пример:

Инструмент из начальной точки P0 (с координатами X40 Z-5)  
 в заданную конечную точку P1 (с координатами X70 Z-38)  
 перемещается по часовой стрелке по дуге окружности с центром дуги  
 в точке P2  
 (с координатами X79.28 Z-15.98)

Программирование в абсолютной системе координат:  
 N020 G90  
 N030 G01 X40 Z-5 F60  
 N040 G02 X70 Z-38 I19.64 K-10.98

Программирование в относительной системе координат:  
 N020 G91  
 N030 G01 X40 Z-5 F60  
 N040 G02 X30 Z-33 I19.64 K-10.98

Программирование интерполяции  
 Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением  
 по часовой стрелке

Функция **G02**

Формат кадра:  
 G02 [X...][Z...][I...][K...][S...][T...][M...]

P<sub>0</sub> (X40 Z-5)  
 P<sub>1</sub> (X70 Z-38)  
 P<sub>2</sub> (X79.28 Z-15.98)

N030 G02 X [ ] Z [ ] I [ ] J [ ]

8

Слайд 8

## 7. Программирование интерполяции G03

### Пример:

Инструмент из начальной точки P0 (с координатами X40 Z-5)  
 в заданную конечную точку P1 (с координатами X70 Z-38)  
 перемещается по часовой стрелке по дуге окружности с центром  
 дуги в точке P2 (с координатами X30.72 Z-27.02)

Программирование в абсолютной системе координат:  
 N020 G90  
 N030 G01 X40 Z-5 F60  
 N040 G03 X70 Z-38 I-4.64 K-22.02

Программирование в относительной системе координат:  
 N020 G91  
 N030 G01 X40 Z-5 F60  
 N040 G03 X30 Z-33 I-4.64 K-22.02

Программирование интерполяции  
 Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением  
 против часовой стрелки

Функция **G03**

Формат кадра:  
 G03 [X...][Z...][I...][K...][S...][T...][M...]

P<sub>0</sub> (X40 Z-5)  
 P<sub>1</sub> (X70 Z-38)  
 P<sub>2</sub> (X30.72 Z-27.02)

N030 G03 X [ ] Z [ ] I [ ] J [ ]

9

Слайд 9

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04. 631 ПЗ

Лист

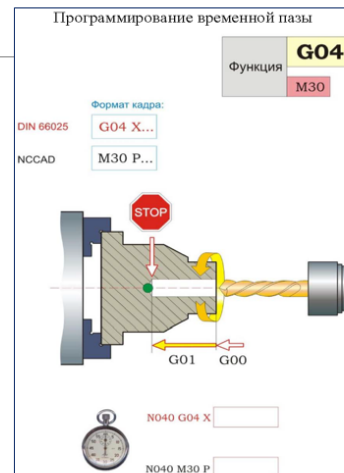
110

## 8. Программирование временной паузы

### Пример:

(программирование временной паузы на 2 секунды)

N040 G04 X2



10

Слайд 10

## Вопросы для закрепления нового материала

1. Какая система координат принята для станков с ЧПУ?
2. Как располагаются оси координат станков?
3. Что такое «нулевая точка» обрабатываемой детали и где она находится?
4. Назовите способы отсчета перемещений.
5. Назовите функцию интерполяции G00.
6. Назовите функцию интерполяции G03.

11

Слайд 11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04. 631 ПЗ

Лист

111